

ЗОВНІШНЄ
НЕЗАЛЕЖНЕ
ОЦІНЮВАННЯ
2014

УКРАЇНСЬКИЙ
ЦЕНТР
ПІДГОТОВКИ
АБІТУРІЄНТІВ

ЗНО 2014

ГРУНТОВНА ПІДГОТОВКА

ЗА **100** ДНІВ

ХІМІЯ

- Ефективна методика підготовки до ЗНО-2014
- Діагностичні та контрольні тести до кожної теми
- Тести у форматі ЗНО
- Теоретичний матеріал
- Відповіді до всіх тестів

ПОДАРУНОК ДО КНИГИ!
Скретч-карта на 11 гривень
для доступу до інтерактивного
курсу на сайті ucra.com.ua

www.testosvit.com

UCRA.COM.UA

ХІМІЯ

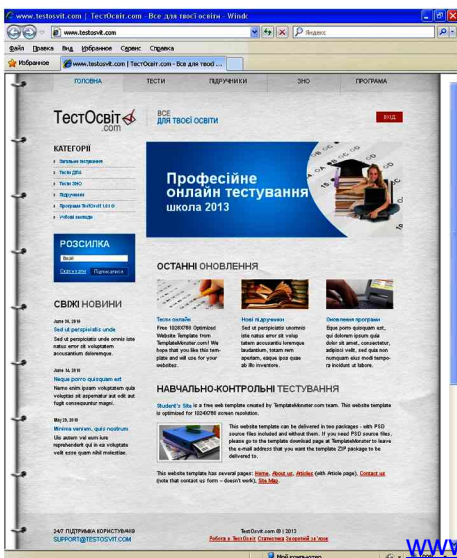
Найбільша база підручників, навчальних посібників, методичної та іншої додаткової літератури, рекомендованої Міністерством освіти і науки.
Регулярне оновлення.

www.testosvit.com

Інтернет-портал пропонує комплексну он-лайн підготовку, самоконтроль та тестування для проходження:

- ЗНО
- ДПА
- Підсумкових контрольних робіт
- Вступних іспитів

та все для полегшення процесу навчання.



- Он-лайн тестування
- Завантаження підручників
- Свіжі новини освіти
- Все для ЗНО та ДПА
- Нормативні документи МОН
- Каталог учбових закладів
- Інформація системи «Вступ»
- Програма для тестування

УДК 54:371.27
ББК 74.262.4я721
Г 83

Серія «Грунтовна підготовка до ЗНО за 100 днів»

Григорович О. В.

Г 83 Хімія: навч. посіб. / О. В. Григорович, О. Ю. Мацаков, Л. Ю. Дігавцова. — К.: Український центр підготовки абітурієнтів, 2014. — 320 с. — (Серія «Грунтовна підготовка до ЗНО за 100 днів»).

ISBN 978–617–7048–37–3

Посібник відповідає програмовим вимогам ЗНО та ДПА з хімії, містить основний теоретичний матеріал шкільного курсу від 7 до 11 класу. Опрацювання теоретичних відомостей, виконання діагностичних та контрольних тестів розраховані на 100 днів підготовки до ЗНО та ДПА. У посібнику наведено 2 варіанти завдань, який укладено за специфікацією ЗНО.

Призначений для випускників загальноосвітніх навчальних закладів, які готуються до вступу до вищих навчальних закладів.

УДК 54:371.27
ББК 74.262.4я721

Навчальне видання

Серія «Грунтовна підготовка до ЗНО за 100 днів»

*ГРИГОРОВИЧ Олексій Владиславович
МАЦАКОВ Олександр Юрійович
ДІГАВЦОВА Людмила Юхимівна*

ХІМІЯ

Навчальний посібник

Підписано до друку 02.09.2013. Формат 84x108/16. Папір друкарський.
Гарнітура Шкільна. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 33,6.

ТОВ «Український центр підготовки абітурієнтів». Свідоцтво ДК № 4412 від 19.09.2012.
08322, Київська обл., Бориспільський р-н, сел. Проліски, вул. Промислова, будинок 1

E-mail: ucra@ukr.net

www.ucra.com.ua

ISBN 978–617–7048–37–3

© О. В. Григорович, О. Ю. Мацаков,
Л. Ю. Дігавцова, 2012
© ТОВ «Український центр підготовки
абітурієнтів», 2014

www.testosvit.com

www.e-ranok.com.ua

ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ (40 ДНІВ)

ТЕМА 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ХІМІЇ

(День 1–2)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте визначення атома:

- А** найменша частинка, що міститься у складі молекули і зберігає її властивості;
Б електронейтральна частинка речовини, що складається з протонів;
В сукупність елементів з однаковою порядковим номером;
Г найменша електронейтральна частинка, що складається з ядра та електронів.

А
Б
В
Г

2. Позначте визначення молекули:

- А** найменша частинка речовини, що зберігає її властивості;
Б найменша частинка речовини, що не здатна до самостійного існування;
В найменша частинка елемента, що зберігає його властивості;
Г найменша кількість речовини, що бере участь у хімічних перетвореннях.

А
Б
В
Г

3. Позначте визначення відносної атомної маси:

- А** найменша маса речовини, яка зумовлює її властивості;
Б маса одного моля атомів;
В маса однієї молекули речовини;
Г число, що дорівнює відношенню маси атома елемента до 1/12 маси атома Карбону.

А
Б
В
Г

4. Позначте визначення чистої речовини:

- А** речовина, що складається тільки з однакових структурних одиниць (атомів чи молекул);
Б речовина, що складається з різних молекул чи інших структурних одиниць;
В речовина, що блищить на повітрі;
Г речовина, що не піддається реакції розкладання.

А
Б
В
Г

5. Позначте визначення суміші речовин:

- А** речовина, що складається тільки з однакових структурних одиниць (атомів чи молекул);
Б речовина, що складається з різних молекул чи інших структурних одиниць;
В речовина, що блищить на повітрі;
Г речовина, що не піддається реакції розкладання.

А
Б
В
Г

6. Позначте правильне твердження щодо розділення сумішей речовин:

- А** суміш не можна розділити на окремі чисті речовини;
Б суміш можна розділити на чисті речовини тільки під час хімічних реакцій;
В суміш можна розділити на чисті речовини, базуючись на відмінностях їх фізичних властивостей;
Г суміш не можна розділити на чисті речовини жодним чином.

А
Б
В
Г

7. Позначте правильні твердження:

- 1 відстань між молекулами в газоподібному стані менша, ніж у твердому;
- 2 відстань між молекулами в газоподібному стані більша, ніж у рідкому;
- 3 відстань між молекулами в газоподібному та рідкому станах однакова;
- 4 у газоподібному стані молекули хаотично рухаються;
- 5 у рідкому стані молекули жорстко зафіксовані в певному положенні;
- 6 у твердому стані частинки коливаються навколо певного положення.

Варіанти відповідей:

- А 1, 3, 6;
 Б 2, 4, 6;
 В 2, 3, 6;
 Г 1, 5, 6.

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

8. Позначте методи, що необхідно застосувати для розділення суміші піску та кухонної солі:

- 1 дистиляція;
- 2 декантація;
- 3 випарювання;
- 4 фільтрування;
- 5 відстоювання;
- 6 хроматографія.

Варіанти відповідей:

- А 2, 3, 6;
 Б 3, 4, 5;
 В 4, 5, 6;
 Г 1, 2, 3.

9. Установіть відповідність між видом руху молекул та агрегатним станом речовини:

Агрегатний стан

- 1 Твердий;
- 2 рідкий;
- 3 газуватий.

Вид руху

- А Поступальний;
 Б прямолінійний;
 В хаотичний;
 Г коливальний.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

10. Установіть відповідність між назвою методу розділення суміші та його суттю:

Суть методу розділення суміші

- 1 Зливання рідини з осаду;
- 2 пропускання неоднорідної суміші через пористе тіло;
- 3 поступове випарювання різних рідин з певною температурою кипіння;
- 4 випарювання рідини із розчину.

Назва методу

- А Дистиляція;
 Б декантація;
 В випарювання;
 Г фільтрування;
 Д відстоювання.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть формули речовини у послідовності збільшення молекулярної маси:

- А Na_2O ;
 Б NO_2 ;
 В NO ;
 Г SO_3 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть (у відсотках) масову частку кальцій карбонату в суміші, якщо при дії на суміш вапняку і кальцинованої соди масою 25,9 г надлишком хлоридної кислоти виділяється 5,6 л вуглекислого газу (н. у.).

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Фізичні та хімічні явища

Усе, що існує у Всесвіті й незалежно від нашої свідомості може впливати на наші органи чуття, називають «матерією». Матерія перебуває в стані постійного руху. Розрізняють чотири форми руху матерії: фізичну, хімічну, біологічну й соціальну. Кожну форму вивчає відповідна наука.

Фізика вивчає фізичну форму руху матерії й, відповідно, фізичні явища. До фізичних явищ відносять різні перетворення речовин без зміни їхнього складу. До таких явищ належать механічні, теплові, електромагнітні, ядерні тощо. Ці явища можна пояснити з точки зору взаємодії окремих частинок і полів.

Хімія вивчає хімічну форму руху матерії, тобто хімічні явища. До хімічних явищ відносять явища, які полягають у перетворенні одних речовин на інші без зміни складу ядер атомів. Суть хімічних явищ зазвичай полягає в «перегрупуванні» атомів та утворенні нових молекул, йонів, асоціатів тощо.

Можна виділити кілька ознак, за якими розрізняють хімічні явища: 1) поглинання або виділення енергії (у вигляді тепла, світла, електрики тощо); 2) зміна кольору; 3) утворення або поглинання газу; 4) утворення або розчинення осаду; 5) поява або зникнення запаху. Дуже часто буває складно відрізнити хімічне явище від фізичного, особливо тому, що хімічні явища майже завжди супроводжуються фізичними. Наприклад, процес горіння свічки, як і будь-який процес горіння, — це хімічне явище, однак воно супроводжується фізичними — плавленням матеріалу свічки й виділенням теплоти та світла. У цьому випадку слід дуже ретельно підходити до аналізу явища, що відбувається, і за певними ознаками відносити його або до хімічного, або до фізичного явища.

Основні положення атомно-молекулярного вчення

1. Речовини мають дискретну будову. Вони складаються з частинок (структурних елементів речовини) — молекул, атомів або йонів.
2. Частинки речовини (молекули, атоми або йони) перебувають у безперервному русі.
3. Між складовими частинками речовини діють сили взаємного притягання й відштовхування.

4. Молекули складаються з атомів.
5. Молекули не змінюються під час фізичних явищ і руйнуються під час хімічних.
6. Атоми зберігаються під час хімічних процесів. При цьому відбувається їхнє перегрупування, що призводить до утворення нових речовин.
7. Різноманіття речовин обумовлене можливістю атомів з'єднуватися по-різному й утворювати різні молекули.

Основні поняття атомно-молекулярного вчення. Атом. Молекула. Хімічний елемент

Основними поняттями атомно-молекулярного вчення є «молекула», «атом», «хімічний елемент», «прості й складні речовини».

Молекула — це найменша частинка речовини, що здатна існувати самостійно, зберігаючи основні хімічні властивості цієї речовини. Існування молекул підтверджується численними експериментальними фактами: розчиненням речовин, зміною їхнього агрегатного стану, поширенням запахів, явищами дифузії й броунівського руху. Молекули мають певні маси й розміри, але надзвичайно маленькі. Розміри молекул перебувають у межах $10^{-10} \div 10^{-7}$ м, а маса невеликих молекул — близько 10^{-26} кг.

Молекули можуть мати електричний заряд. Такі частинки називають *йонами*. У цьому разі окремі молекули індивідуально можуть існувати тільки в розчиненому або розплавленому стані, однак у будь-якому стані вони можуть існувати разом із протилежно зарядженими частинками, щоб тіло в цілому не мало електричного заряду. Окрім розповсюджених неорганічних йонів, прикладом заряджених молекул є молекули нуклеїнових кислот і білків.

Позитивно заряджені йони називають *катионами*, а негативно заряджені — *аніонами*.

Властивості молекул зберігають і зумовлюють такі властивості речовин, як агрегатний стан, колір, смак, запах, густина, температури кипіння й плавлення, електропровідність, діелектрична проникність, здатність вступати в хімічні взаємодії з іншими речовинами. Однак це не означає, що молекули мають ці властивості. Більшість фізичних властивостей речовин

притаманні тільки сукупності молекул. Наприклад, в окремої молекули не може бути температури кипіння або плавлення, проте такі властивості молекул, як маса, розмір, дипольний момент і здатність взаємодіяти одна з одною, зумовлюють температуру плавлення й кипіння, а відповідно, й агрегатний стан за певних умов.

**Залежність властивостей речовин
від властивостей молекул**

Властивість молекули	Властивість речовини, що зумовлена властивістю молекули
1. Маса	Густина речовин, температури кипіння й плавлення
2. Розмір	Густина речовин
3. Здатність притягуватися одна до одної	Густина речовин, температури кипіння й плавлення
4. Форма	Запах, смак
5. Дипольний момент	Діелектрична проникність, магнітна сприйнятливність
6. Здатність до поляризації	Коефіцієнт заломлення, діелектрична проникність
7. Електричний заряд	Агрегатний стан, твердість, електропровідність
8. Здатність поглинати й випромінювати світло	Колір речовини

Молекули складаються з атомів, які з'єднані між собою хімічними зв'язками в певній послідовності й певним чином зорієнтовані в просторі. Число атомів у молекулах може бути від одного (наприклад, одноатомні молекули інертних газів або одноатомні йони), двох (H_2 , O_2 та ін.) до кількох тисяч (молекули полімерів, білків, нуклеїнових кислот).

Усі молекули однієї речовини мають однаковий склад, розміри, масу й інші властивості. Молекули різних речовин відрізняються за складом, розмірами, порядком з'єднання атомів, іншими властивостями.

Між молекулами в будь-якому стані є певні відстані (пустоти). Відстані між молекулами визначаються агрегатним станом, у якому перебуває речовина. Найбільша відстань у газоподібному стані ($10^{-8} \div 10^{-7}$ м — значно більша за розмір самих молекул), у рідкому й твердому станах відстані між молекулами приблизно однакові й перебувають у межах 10^{-10} м. Завдяки цьому при переході з твердого стану в рідкий об'єм речови-

ни змінюється зовсім трохи: найчастіше збільшується, а іноді (дуже рідко) зменшується (наприклад, при плавленні льоду). А при переході з твердого або рідкого стану в газоподібний об'єм речовини змінюється в тисячу й більше разів.

Молекули перебувають у безперервному хаотичному русі. У твердих речовинах вони здійснюють коливальні рухи щодо свого рівноважного положення, у рідинах — коливальні рухи й можливі прямолінійні рухи, що забезпечує здатність рідин текти, а в газах молекули рухаються хаотично прямолінійно.

При проходженні хімічних реакцій молекули руйнуються, утворюючи нові молекули інших речовин.

Атом — це хімічно неподільна електронейтральна частинка речовини, що складається з позитивно зарядженого ядра й негативно заряджених електронів.

Атом характеризує певна маса, розміри, склад, будова електронної оболонки тощо. Маса атома має дуже маленькі значення, близько $10^{-27} \div 10^{-25}$ кг. Радіуси атомів становлять приблизно 10^{-10} м.

Атом складається із субатомних частинок — протонів і нейтронів та елементарних частинок — електронів. Протони й нейтрони перебувають у центрі атома й є його ядром, радіус якого становить приблизно $10^{-14} \div 10^{-15}$ м, тобто на п'ять порядків менше від радіуса атома. Електрони утворюють електронну оболонку, розміри якої визначають розміри атома, і хаотично рухаються навколо ядра атома з високою швидкістю.

При проходженні хімічних реакцій атоми не зникають і не утворюються з нічого, вони можуть перегруповуватися або переходити від однієї молекули до іншої. У хімічних реакціях може змінюватися будова й склад електронної оболонки атома.

Кількісними характеристиками атома є заряд його ядра й маса атома. Атоми, що мають однаковий заряд ядра, є атомами одного хімічного елемента. Їм притаманні однакові хімічні властивості. Таким чином, атом — це носій властивостей хімічного елемента. Водночас атоми одного елемента можуть мати різну масу внаслідок явища ізотопії.

Для кількісної характеристики атомів використовують подані нижче величини:

Протонне число — число протонів, що входять до складу ядра атома.

Нейтронне число — число нейтронів, що входять до складу ядра атома.

Нуклонне число — число нуклонів (протонів і нейтронів) у ядрі атома.

Атоми з однаковим протонним і нейтронним числом називають *нуклідами*. Нукліди з однаковим протонним числом, але різним нейтронним числом називають *ізотопами*.

Атоми можуть входити до складу молекул або об'єднуватися у великій кількості, утворюючи речовини атомної будови, наприклад кристали алмазів. Такі скупчення ще називають надмолекулами, тобто кожен окремий кристал алмаза — це одна надмолекула.

Хімічний елемент — це різновид атомів з певним (однаковим) зарядом ядра.

Поняття «хімічний елемент» не можна отожднювати з поняттям «речовина». Хімічний елемент — це тип атомів, що характеризуються певною сукупністю властивостей. Він є складовою частиною речовин. При проходженні хімічних реакцій хімічні елементи зберігаються й переходять із однієї речовини в іншу. Нові речовини складаються з тих самих елементів, що й вихідні. Прості й складні речовини — це форми існування хімічних елементів.

Кожний елемент має свою назву й символ. Носієм властивостей хімічних елементів є атом. Входячи до складу різних речовин, атоми кожного елемента надають їм властивостей цього елемента. Наприклад, оксид, сульфід і хлорид Натрію мають деякі спільні властивості завдяки наявності йонів Натрію, а також і відмінність за рахунок йонів Оксигену, Сульфуру й Хлору.

Основною кількісною характеристикою елемента є заряд ядра його атомів, що збігається з порядковим номером цього елемента в Періодичній системі. Не можуть існувати різні хімічні елементи, атоми яких мали б однаковий заряд. На підставі заряду ядра можна визначити елемент.

Маса атома також є кількісною характеристикою хімічного елемента, проте вона не є однозначною. Існують атоми різних елементів, що мають однакову масу. Такі атоми називають ізобарами, наприклад атом Калію-40 та Кальцію-40. Окрім того, можуть існувати атоми одного елемента, але з різною масою — ізотопи (наприклад, Калій-39 та Калій-40).

За будовою електронної оболонки хімічні елементи поділяють на *s*-, *p*-, *d*- і *f*-елементи. За хімічними властивостями елементи поділяють на *металічні* та *неметалічні*. Атоми металічних елементів переважно віддають електрони в хімічних реакціях, а атоми неметалічних — переважно

приймають. За хімічними властивостями також виокремлюють групи та родини елементів, наприклад лужні й лужноземельні метали, інертні гази, родина лантаноїдів тощо.

Зараз налічують 118 хімічних елементів, серед яких елементи з порядковим номером до 92 (за невеликим винятком) існують у природі, а інші отримані штучно.

Прості речовини — це речовини, які складаються з атомів одного хімічного елемента, тобто це форма існування хімічного елемента у вільному стані.

Так, кисень O_2 , озон O_3 , сірка S_8 , графіт C — це прості речовини, що складаються з атомів хімічних елементів Оксигену (O), Сульфуру (S) і Карбону (C). Зараз налічують понад 500 простих речовин. Той факт, що простих речовин значно більше від кількості хімічних елементів, пояснюється явищем алотропії, коли атоми одного елемента можуть утворювати кілька простих речовин. Прості речовини, що складаються з атомів одного хімічного елемента, називають алотропними формами, або модифікаціями.

Складні речовини — це речовини, які складаються з атомів різних елементів, тобто це форма існування хімічних елементів у зв'язаному стані.

Так, вода H_2O , сірчистий газ SO_2 , вуглекислий газ CO_2 , сірковуглець CS_2 , етанол C_2H_5OH — складні речовини, що складаються з атомів хімічних елементів Гідрогену (H), Оксигену (O), Сульфуру (S), Карбону (C). Зараз налічують понад 17 млн складних речовин, з яких понад 5 млн відносять до неорганічних, а понад 12 млн — до органічних, і щороку синтезують або відкривають іще близько 200 тис. нових речовин.

Хімічна символіка

До хімічної символіки належать символи хімічних елементів, хімічні формули і рівняння.

Символи хімічних елементів складаються з однієї або двох букв латинської назви елемента. Більшість назв і, відповідно, символів склалися історично і присвоювались безпосередньо першовідкривачами цих елементів. Для нещодавно відкритих елементів, офіційну назву яких ще не затверджено, використовують порядковий номер елемента в Періодичній системі елементів та латинські назви цифр. Так, наприклад, елемент з порядковим номером 118 буде мати назву унуктій (ун — 1, окта — 8) і символ Uuo, а елемент з порядковим номером 115 — назву унунпентій (ун — 1, пента — 5) й символ Uup.

Хімічними символами позначають: хімічний елемент; просту речовину з атомними або металічними кристалічними ґратками (наприклад, Al, Fe, C, Si); один атом хімічного елемента.

Хімічні формули — це позначення складу речовини хімічними символами й індексами.

Індекси — це цифри, що розташовані праворуч унизу від символу хімічного елемента. Індекс указує число атомів цього елемента в молекулі речовини (або йоні).

Розрізняють декілька видів хімічних формул: молекулярні, емпіричні, електронні та структурні.

Молекулярні формули (істинні формули) відображають якісний (з атомів яких елементів складається речовина) і кількісний склад молекули речовини.

Наприклад, запис CO_2 означає:

- у складі вуглекислого газу містяться атоми Карбону і Оксигену;
- одна молекула вуглекислого газу складається з одного атома Карбону і двох атомів Оксигену;
- одна молекула вуглекислого газу.

Молекулярні формули можна застосовувати тільки для речовин молекулярної будови. У речовин йонної або атомної будови не можна виділити окремі молекули, тому для них застосовують емпіричні формули.

Емпіричні формули (найпростіші формули) відображають якісний склад речовини і співвідношення між числом атомів елементів у речовині (стехіометричні співвідношення).

Емпіричні формули застосовують для речовин йонної або атомної будови, а також для відображення результатів елементного аналізу речовин.

Відомо, що натрій хлорид має йонну будову. Кристал натрій хлориду складається з великої кількості позитивно заряджених йонів Натрію і негативно заряджених йонів Хлору. Причому в кристалічних ґратках кожний йон Натрію оточений шістьма йонами Хлору, а кожний йон Хлору оточений шістьма йонами Натрію, тому окремих частинок, що можна назвати молекулою натрій хлориду, виділити неможливо. Однак у кристалі співвідношення між числом йонів Натрію і Хлору становить 1 : 1. Отже, склад натрій хлориду слід записати у такий спосіб: $\{\text{Na}^+\text{Cl}^-\}_m$. Але зручніше використовувати емпіричну формулу NaCl .

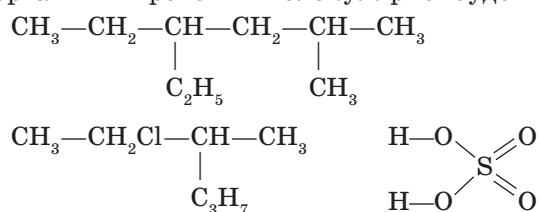
Емпіричні формули також використовують для відображення результатів елементного аналізу. Так, якщо за результатами аналізу речо-

вина складається з атомів Карбону і Гідрогену у співвідношенні 1 : 1, то для цієї речовини можна записати емпіричну формулу CH , але речовини з такою молекулярною формулою не існує. Без додаткових відомостей визначити, що це за речовина, неможливо, оскільки таке співвідношення характерне для етину (молекулярна формула C_2H_2), бензену (молекулярна формула C_6H_6), циклодекапентаєну ($\text{C}_{10}\text{H}_{10}$) тощо. Так само емпірична формула CH_2 є характерною для всіх етенових вуглеводнів (етен C_2H_4 або бутен C_4H_8), а також і для всіх циклоалканів (циклопропан C_3H_6 або циклогексан C_6H_{12}).

Електронні формули (електронно-крапкові формули) схематично відображають механізм утворення хімічних зв'язків у молекулах. Їх записують за допомогою символів хімічних елементів і крапок, що позначають електрони зовнішнього електронного рівня.

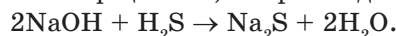


Структурні формули відображають порядок сполучення атомів або груп атомів у молекулах та йонах. Зазвичай структурні формули використовують для зображення молекул органічних речовин, хоча їх можна застосовувати й для неорганічних речовин молекулярної будови.



У структурних формулах рискою позначають хімічний зв'язок, тобто одну спільну електронну пару. Структурні формули легко скласти за електронними, якщо кожен спільну електронну пару замінити на риску, і навпаки — можна скласти електронну формулу за структурною. Структурні формули неможливо використовувати для відображення йонних сполук, оскільки в них відсутні спільні електронні пари.

Хімічні рівняння — це умовне позначення хімічних реакцій за допомогою хімічних символів, формул і коефіцієнтів, наприклад:



Коефіцієнти позначають великою цифрою ліворуч від формули речовини. Коефіцієнт належить до формули тільки тієї речовини, поряд з якою він написаний. Коефіцієнти показують число окремих атомів чи молекул (або число молей атомів чи молекул), що беруть участь у реакції.

У рівняннях хімічних реакцій використовують такі позначення:

символи \rightarrow або $=$ розділяють реагенти (вихідні речовини) і продукти реакції. Іноді запис із символом \rightarrow , у якому ще недобрані коефіцієнти, називають *схемою реакції*;

символ \rightleftharpoons позначає, що початкові речовини перебувають у стані хімічної рівноваги з продуктами реакції;

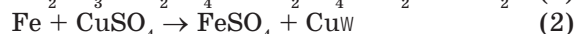
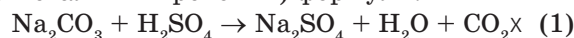
символ \uparrow позначає, що речовина виділяється у вигляді газу із суміші твердих або рідких речовин;

символ \downarrow позначає, що речовина утворює осад у розчині або суміші газів.

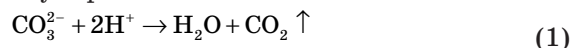
Також іноді вказують агрегатний стан речовин або концентрацію розчину певної речовини: «тв.» — тверда речовина, «р.» — рідина, «г.» — газ, «конц.» — концентрований розчин, «розб.» — розбавлений розчин.

Розрізняють декілька різновидів рівнянь хімічних реакцій.

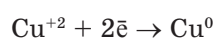
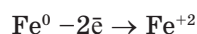
Молекулярні: для всіх речовин записані молекулярні або емпіричні (для йонних, атомних або металічних речовин) формули.



Йонні (йонно-молекулярні): їх складають з урахуванням електролітичної дисоціації речовин, що беруть участь у реакції. У них записують формули тільки йонів або молекул, що беруть участь у реакції. Якщо в такому рівнянні всі частинки заряджені, тобто беруть участь тільки йони, то рівняння називають йонним. Якщо крім йонів є формули нейтральних частинок (молекул), то рівняння називають йонно-молекулярним.

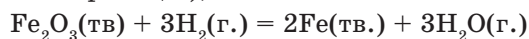


Електронні рівняння напівреакцій: описують процеси окиснення або відновлення. У них вказують ступінь окиснення елементів, а також число електронів, що бере участь в елементарно процесі.



Термохімічні рівняння — це молекулярні рівняння, у яких указаний тепловий ефект реакції, тобто кількість теплоти, що поглинається або виділяється в результаті реакції.

$\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$; $\Delta H = 180,8$ кДж/моль (ендо-термічна реакція);



$\Delta H = -95$ кДж/моль (екзотермічна реакція).

Назви та символи деяких хімічних елементів та утворених ними простих речовин

Назва елемента	Символ	Вимова у формулі	Назва простої речовини	Метал чи неметал
Алюміній	Al	алюміній	алюміній	метал
Аргентум	Ag	аргентум	срібло	метал
Арсен	As	арсен	арсен	неметал
Аурум	Au	аурум	золото	метал
Барій	Ba	барій	барій	метал
Бор	B	бор	бор	неметал
Бром	Br	бром	бром	неметал
Гідроген	H	аш	водень	неметал
Йод	I	йод	йод	неметал
Калій	K	калій	калій	метал
Кальцій	Ca	кальцій	кальцій	метал
Карбон	C	це	алмаз	неметал
			графіт	неметал
Купрум	Cu	купрум	мідь	метал
Магній	Mg	магній	магній	метал
Манган	Mn	манган	манган	метал
Меркурій	Hg	гідраргірум	ртуть	метал
Натрій	Na	натрій	натрій	метал
Нітроген	N	ен	азот	неметал
Оксиген	O	о	кисень	неметал
			озон	неметал
Плюмбум	Pb	плюмбум	свинець	метал
Силіцій	Si	силіцій	силіцій	неметал
Станум	Sn	станум	олово	метал
Сульфур	S	ес	сірка	неметал
Ферум	Fe	ферум	залізо	метал
Фосфор	P	пе	фосфор	неметал
Флуор	F	флуор	фтор	неметал
Хлор	Cl	хлор	хлор	неметал
Цинк	Zn	цинк	цинк	метал

Валентність

При утворенні молекули атоми не просто об'єднуються в якийсь безладний клубок, а зв'язуються в певній послідовності особливими *хімічними зв'язками*. Причому кожний атом може утворити не нескінченне, а тільки певне число таких зв'язків. У XIX столітті вчені встановили, що атоми різних елементів мають різну здатність приєднувати до себе інші атоми. Так, було відзначено, що атом Гідрогену може приєднувати тільки один атом іншого хімічного елемента, атом Оксигену — два атоми, Нітрогену — три атоми. Цю властивість атомів було названо валентністю.

Валентність — це число хімічних зв'язків, які певний атом може утворити з іншим атомом.

Щоб показати, як атоми з'єднані в молекулі, часто використовують *структурні формули*. У них показують не тільки число атомів у молекулі, але й послідовність їхнього з'єднання.



Із цієї формули видно, що в молекулі води атом Оксигену з'єднаний із двома атомами Гідрогену, причому атоми Гідрогену один з одним не зв'язані. Кожний хімічний зв'язок у структурній формулі позначений рискою. Отже, атом Оксигену утворюють два зв'язки — валентність Оксигену дорівнює II (двовалентний), а атоми Гідрогену утворюють по одному зв'язку — валентність Гідрогену дорівнює I (одновалентний).

Розгляньмо молекулу вуглекислого газу. Його структурна формула має такий вигляд:



У вуглекислому газі атоми Оксигену утворюють по два зв'язки з атомом Карбону (такий зв'язок називають подвійним), а Карбон при цьому утворює чотири зв'язки (або два подвійні зв'язки). У цій сполуці валентність Карбону дорівнює IV.

У різних елементів валентність може бути сталою й змінною. Так, Гідроген завжди одновалентний, а Оксиген завжди двовалентний. Тим часом Сульфур може бути двовалентним, чотиривалентним і шестивалентним.

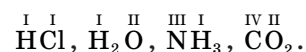
Визначення валентності за формулами хімічних сполук

Знаючи валентність одного хімічного елемента, можна визначити валентність інших атомів

у сполуці. Якщо атоми Гідрогену завжди одновалентні, то в молекулі хлороводню HCl валентність атомів Хлору також дорівнює одиниці, тому що атом Хлору зв'язаний тільки з атомом Гідрогену й не може утворювати з ним більше ніж один зв'язок. У молекулі амоніаку NH₃ атом Нітрогену зв'язаний із трьома одновалентними атомами Гідрогену, отже Нітроген тривалентний, тому що утворює три зв'язки. На підставі цього можна зобразити структурні формули хлороводню й амоніаку:



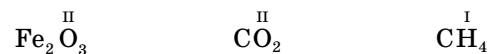
Для позначення валентності використовують римські цифри й записують їх над символом відповідного елемента в хімічній формулі:



Для визначення валентності елементів не обов'язково складати структурні формули. Зверніть увагу на те, що сумарне число зв'язків атомів одного елемента завжди дорівнює сумарному числу зв'язків усіх атомів іншого елемента, тобто якщо помножити число атомів певного елемента в молекулі на його валентність, то такий добуток буде однаковим для всіх елементів у цій сполуці. Наприклад, у молекулі вуглекислого газу CO₂ Карбон чотиривалентний (загальне число зв'язків дорівнює 1·IV = 4), а Оксиген двовалентний (загальне число зв'язків дорівнює 2·II = 4).

На підставі цього можна визначати валентності елементів у будь-якій сполуці, яка складається з двох хімічних елементів (ці сполуки називають бінарними). Для цього можна використати такий алгоритм:

1. Указуємо валентність елемента зі сталою валентністю.



2. Множимо число атомів цього елемента на його валентність.

$$3 \cdot \text{II} = 6 \qquad 2 \cdot \text{II} = 4 \qquad 4 \cdot \text{I} = 4$$

3. Ділимо отримане значення на число атомів іншого елемента.

$$6 : 2 = \text{III} \qquad 4 : 1 = \text{IV} \qquad 4 : 1 = \text{IV}$$

4. Записуємо значення валентності над символом цього елемента.



Деякі елементи в сполуках виявляють сталу валентність, тобто, незалежно від сполуки, у цих

елементів може бути тільки одне значення валентності. Ці елементи та їхню валентність треба запам'ятати. Інші елементи можуть виявляти різні валентності, залежно від різних умов.

Для більшості хімічних елементів, особливо для елементів зі змінною валентністю, можна визначити вищу (максимальну) валентність за Періодичною системою. Вища валентність хімічного елемента в переважній більшості випадків дорівнює номеру групи Періодичної системи, у якій перебуває цей елемент. За допомогою Періодичної системи можна також визначити й можливі валентності для хімічних елементів: для цього треба від вищої валентності відняти 2.

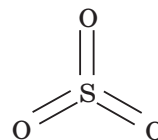
Визначення валентності за Періодичною системою¹

Група ПС	I	II	III	IV	V	VI	VII
Вища валентність	I	II	III	IV	V	VI	VII
Можливі валентності				II	III	II, IV	I, III, V

Наведений принцип не є законом, тобто він не виявляється в абсолютно всіх випадках. Наприклад, Оксиген, що перебуває в VI групі, виявляє тільки валентність II, а для Феруму (VIII група) характерні валентності II та III. Однак для більшості елементів, з якими ви зустрічаєтесь у шкільному курсі, він справедливий. Докладніше визначення валентності для кожного елемента описано в другій частині цього посібника.

Складання формул сполук із використанням валентності

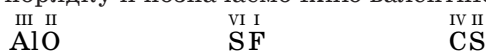
Знаючи значення валентності елементів, можна самостійно скласти формулу бінарної сполуки. Наприклад, запишемо формулу сполуки, що складається з атомів шестивалентного Сульфуру S(VI) та Оксигену O(II). Для того щоб утворити з атомом Сульфуру 6 зв'язків, до молекули має входити три атоми Оксигену, оскільки кожний атом Оксигену утворює тільки два зв'язки. Отже, формула цієї сполуки SO₃, а структурна формула:



При складанні хімічних формул також слід враховувати правило послідовності символів елементів у формулі. На першому місці в хімічній формулі записують символ того елемента, який у Періодичній системі розташований лівіше та нижче. Так, якщо сполука складається з атомів Нітрогену й Оксигену, то на першому місці записують символ Нітрогену, а якщо сполука складається з атомів Калію й Броду, то на першому місці записують символ Калію.

Для складання формул бінарних сполук також можна скористатися алгоритмом. Запишемо формули сполук, що складаються з O(II) та Al(III), S(VI) та F(I), S(II) та C(IV).

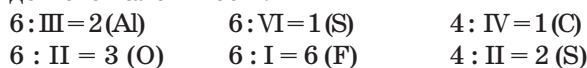
1. Записуємо символи елементів у потрібному порядку й позначаємо їхню валентність.



2. Знаходимо найменше спільне кратне для значень валентності елементів.



3. Число атомів даного елемента дорівнює відношенню найменшого спільного кратного до його валентності.



4. Записуємо індекси після символів елементів.



Чисті речовини й суміші

Речовин в індивідуальному стані в природі практично не існує. Вони змішані одна з одною й утворюють суміші та розчини. Сумішами є морська й газова вода, молоко й сік, граніт і сталь.

Уявлення про суміші й чисті речовини мали ще давньогрецькі вчені. Згідно із цими уявленнями, чиста речовина складається із частинок одного виду, а суміші складаються з різних частинок. Отже, чиста речовина складається з однакових молекул, а суміші — з різних.

Коли кажуть про яку-небудь речовину, завжди мають на увазі, що ця речовина є чистою й складається із частинок одного виду. Але на практиці ідеально чисту речовину виділити із суміші неможливо, тому що серед частинок

¹ Для короткого варіанта Періодичної системи. При використанні довгого варіанта від номера групи треба додатково відняти 10.

однієї речовини обов'язково трапляється кілька частинок іншої речовини, тобто ідеально чистих речовин не буває. Навіть ті речовини, які називають чистими, містять сторонні частинки інших речовин — *домішки*.

Зазвичай абсолютно чисті речовини не потрібні, проте іноді сторонні домішки можуть заважати проведенню дослідів. Тому, коли мова йде про хімічні реактиви, обов'язково вказують ступінь чистоти, такі позначки можна побачити на банках із хімічними реактивами. Наприклад, якщо на етикетці написано «техн» (технічна), то в такій речовині домішок міститься багато, кілька відсотків. Для дослідів такі речовини зазвичай не використовують, хоча в будівництві, на заводах такого ступеня чистоти зазвичай цілком достатньо. Ступінь чистоти «Ч» (чиста) або «ХЧ» (хімічно чиста) означає, що домішок дуже мало, менше за один відсоток. «Чисті» реактиви можна використовувати для виробництва ліків, а «хімічно чисті» — для проведення наукових дослідів. Іноді потрібні дуже чисті речовини. Такі реактиви позначають знаком «ОСЧ» (особливо чисті). Вони містять, як правило, менше за 10^{-6} відсотка домішок. Такі реактиви потрібні для проведення дуже точних експериментів, а також при виробництві мікросхем для комп'ютерів. Очищення речовин — це доволі дорога операція, тому чим чистішою є речовина, тим вона дорожча.

Частіше за все за зовнішнім виглядом розрізнити окремі речовини в суміші не вдається. Наприклад, ми не бачимо, що повітря — це суміш кількох газів. За зовнішнім виглядом також не можна визначити, що молоко є сумішшю різних речовин, а більшість металічних предметів, які нас оточують, зроблені зі сплавів, а не з чистих металів. Такі суміші називають *однорідними*. Частинок, які утворюють однорідні суміші, настільки малі, що побачити їх неозброєним оком неможливо.

Тим часом у неоднорідних сумішах окремі речовини можна побачити неозброєним оком.

У суміші всі речовини (компоненти) зберігають свої властивості. Наприклад, якщо змішати залізний порошок із кухонною сіллю й піднести до цієї суміші магніт, то залізо притягатиметься, а сіль — ні. А якщо до цієї ж таки суміші додати воду, то сіль розчиниться, а залізо не розчиниться. На цьому принципі ґрунтується виготовлення матеріалів, адже більшість матеріалів є сумішами. Наприклад,

чисте золото — це дуже м'який і податливий метал. Така його властивість створює незручності для виготовлення більшості ювелірних виробів, тому в золото обов'язково додають певну кількість срібла. Звісно ж, колір такої суміші (сплаву) трохи відрізняється від кольору чистого золота, однак вироби з нього значно міцніші й не псуються від невеликого удару.

Існують суміші *неоднорідні*, окремі її компоненти видно неозброєним оком, наприклад крупинки піску у воді. Але більшість сумішей, які нас оточують, є однорідними й зовні майже не відрізняються від чистих речовин. Чиста речовина завжди однорідна, тож навіть при значному збільшенні її складники-кристалики або крупинки мають однаковий вигляд.

Суміші можна відрізнити від чистих речовин за відмінністю фізичних властивостей суміші від фізичних властивостей окремих компонентів. Незважаючи на те, що кожна речовина надає суміші своїх властивостей, суміш ніколи не має таких самих властивостей, як і чисті речовини окремо. Наприклад, суміш олова й свинцю (сплав) буде плавитися при температурі, що є нижчою за температуру плавлення чистого олова чи свинцю. А чай або розчин цукру у воді буде кипіти при більш високій температурі, аніж чиста вода. У цьому разі досить виміряти температуру плавлення або кипіння суміші й порівняти результат із даними з довідника.

Чисті речовини плавляться й киплять при певній температурі, а суміші — у невеликому інтервалі температур. Якщо в склянку покласти трохи снігу й опустити в нього термометр, то температура снігу не стане вищою від $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, доки він увесь не розтане. Якщо ж нагрівати парафін, то він починає плавитися при одній температурі, а коли стає зовсім рідким, термометр буде показувати більш високу температуру. Отже, парафін є сумішшю речовин, які плавляться при різних температурах.

Основні методи розділення сумішей

Для вивчення властивостей речовин їх необхідно звільнити від домішок, тобто очистити. Способи очищення залежать від того, які властивості притаманні речовинам, котрі треба розділяти. Способів розділення сумішей речовин існує досить багато. Але серед них можна виокремити кілька основних, поданих у таблиці.

Методи розділення сумішей

Назва методу	Короткий опис	Які суміші можна розділяти
Розділення за допомогою магніту	Заснований на здатності деяких речовин притягатися магнітом	Суміші твердих речовин, одна з яких притягається магнітом
Відстоювання (декантація)	Якщо суміш складається з твердих речовин, то її висипають у воду (або в іншу рідину з підходящою густиною). Якщо речовина має густину меншу за воду, то вона спливає в ній, а якщо більшу — тоне. Суміш двох рідин залишають на якийсь час, аж доки вона не розшарується	Неоднорідні суміші двох твердих або двох рідких речовин з різною густиною
Фільтрування	Суміш пропускають через тіло, у якому є пори (отвори) відповідного розміру (сито або фільтр)	Неоднорідні суміші рідких і твердих, твердих і газоподібних (пил), рідких і газоподібних речовин
Випарювання	Суміш повільно нагрівають до такої температури, при якій рідина випаровується, а тверда речовина залишається у вигляді кристалів	Однорідні суміші рідких і твердих речовин
Кристалізація	Із розчину твердої речовини в рідині випаровується частково рідина. При цьому після охолодження тверда речовина випадає в осад у вигляді кристалів	Однорідні суміші розчинних твердих і рідких речовин
Дистиляція (перегонка)	Суміш двох рідин поступово нагрівають. При цьому більш легкозакипна речовина випаровується раніше, після чого пару охолоджують у холодильнику й конденсат збирають в окрему посудину (приймачі)	Однорідні суміші двох рідин з різними температурами кипіння
Центрифугування	Різновид відстоювання, проте, на відміну від нього відбувається набагато швидше. Суміш розкручують з великою швидкістю. Речовина з меншою густиною спливає, а з більшою — збирається на дні	Неоднорідні суміші рідких речовин або рідин з твердою речовиною з різною густиною

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте визначення складної речовини:

- А речовина, що складається з атомів різних елементів;
 Б речовина, що містить атоми металічних елементів;
 В речовина, що містить атоми усіх відомих елементів;
 Г речовина, молекула якої складається з двох або більше атомів.

А
 Б
 В
 Г

2. Позначте твердження, у якому йдеться про просту речовину:

- А хлор міститься в біологічних рідинах;
 Б гемоглобін містить залізо і забезпечує дихання клітин;
 В магній міститься в морській воді;
 Г залізо при нагріванні із сіркою утворює сульфід.

А
 Б
 В
 Г

3. Позначте правильне твердження щодо фізичних властивостей сумішей:

- А фізичні властивості суміші такі самі, як і у переважаючого компонента;
 Б температура плавлення суміші є середньоарифметичною температур плавлення всіх компонентів;

А
 Б
 В
 Г

- В** фізичні властивості суміші принципово відрізняються від фізичних властивостей окремих компонентів;
- Г** у суміші компоненти зберігають свої фізичні та хімічні властивості.
4. Позначте метод розділення сумішей, що базується на різниці розмірів частинок компонентів:
- А** відстоювання;
Б фільтрування;
В дистиляція;
Г декантація.
5. Позначте визначення хімічного елемента:
- А** найменша частинка, що міститься у складі всіх речовин;
Б сукупність атомів, із яких складається речовина;
В вид атомів з однаковим зарядом ядра;
Г кількість речовини, що бере участь у хімічній реакції.
6. Позначте елемент, що є найпоширенішим в атмосфері Землі:
- А** Гідроген;
Б Нітроген;
В Оксиген;
Г Сульфур.
7. Позначте елемент, що є найпоширенішим у гідросфері Землі:
- А** Сульфур;
Б Магній;
В Оксиген;
Г Натрій.
8. Позначте процес, що використовували в Середні віки, який дійсно є хімічним:
- А** змішування піску із содою;
Б екстракція лікарських речовин із рослин;
В виплавляння металів із руди;
Г перегонка спирту.

А

Б

В

Г

А

Б

В

Г

А

Б

В

Г

А

Б

В

Г

А

Б

В

Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

9. Установіть відповідність між типом суміші та методом розділення суміші на її складові.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Тип суміші

- 1 Однорідна суміш рідин, що відрізняються температурами кипіння;
- 2 неоднорідна суміш рідини з твердою речовиною, що відрізняються густиною;
- 3 неоднорідна суміш речовин, що відрізняються розмірами частинок;
- 4 неоднорідна суміш речовин, одна з яких є парамагнітною.

Метод розділення

- А** Відстоювання;
Б дистиляція;
В випарювання;
Г дія магнітом;
Д фільтрування.

10. Установіть відповідність між назвою тіла та матеріалу, з якого він виготовлений.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Тіло

- 1 Вікно;
 2 кулькова ручка;
 3 взуття;
 4 футболка.

Матеріал

- А** Пластмаса;
Б бавовна;
В скло;
Г залізо;
Д шкіра.

ТЕМА 2. ОСНОВНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ

(День 3–4)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте формулювання закону Авогадро:
- А об'єми газуватих речовин у хімічній реакції пропорційні їхнім масам;
 - Б в однакових об'ємах різних газів за однакових умов містяться однакові маси речовин;
 - В в однакових об'ємах різних газів за однакових умов міститься однакове число атомів речовин;
 - Г в однакових об'ємах різних газів за однакових умов міститься однакове число молекул речовин.
2. Позначте об'єм 1 моль речовини в газуватому стані за нормальних умов:
- А 11,2 л;
 - Б 22,4 л;
 - В 22,4 м³;
 - Г 11,2 м³.
3. Позначте правильне твердження щодо відносної густини газу:
- А показує масу одиниці об'єму речовини;
 - Б визначає, у скільки разів даний газ важчий за інший;
 - В дорівнює відношенню об'єму даного газу до маси іншого;
 - Г дорівнює відношенню маси даного газу до густини іншого.
4. Позначте правильне твердження щодо відносної густини газу за воднем:
- А дорівнює відношенню молекулярної маси водню до молекулярної маси даного газу;
 - Б дорівнює відношенню густини водню до густини даного газу;
 - В дорівнює відношенню молярної маси даного газу до молярної маси водню;
 - Г дорівнює добутку молярної маси даного газу та молярної маси водню.

5. Позначте правильне твердження щодо газу X_2H_4 з відносною густиною за воднем 14:
- А його молярна маса дорівнює 14 г/моль;
 - Б порядковий номер елемента $X - 14$;
 - В його відносна молекулярна маса дорівнює 28;
 - Г об'єм 2 моль цього газу за нормальних умов дорівнює 22,4 л.
6. Укажіть прізвище вченого, який відкрив закон об'ємних співвідношень:
- А А. Авогадро;
 - Б А. Лавуазьє;
 - В О. М. Бутлеров;
 - Г Ж. Гей-Люссак.

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте формули газів, що мають однакову густину в тих самих умовах:
- 1 CO ;
 - 2 NO ;
 - 3 CH_4 ;
 - 4 C_2H_4 ;
 - 5 N_2 ;
 - 6 N_2O .
- Варіанти відповідей:
- А 1, 3, 6;
 - Б 1, 4, 5;
 - В 2, 5, 6;
 - Г 3, 4, 5.
8. Позначте формули газів, важчих за повітря:
- 1 CO_2 ;
 - 2 CO ;
 - 3 SO_2 ;
 - 4 CH_4 ;
 - 5 NO_2 ;
 - 6 NH_3 .
- Варіанти відповідей:
- А 1, 3, 5;
 - Б 1, 2, 5;
 - В 2, 3, 5;
 - Г 2, 3, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями в першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між формулою газу та його відносною густиною за воднем:

Формула газу Відносна густина за воднем

- 1 CO;
2 CO₂;
3 SO₂;
4 NH₃.
- А 8,5;
Б 14;
В 45;
Г 22;
Д 32.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

10. Установіть відповідність між об'ємом газу та його масою:

Об'єм Маса (г)

- 1 224 мл Cl₂;
2 0,448 л O₂;
3 67,2 л N₂;
4 11,2 л NO.
- А 0,34;
Б 15,0;
В 0,64;
Г 0,71;
Д 84,0.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть формули речовин у послідовності збільшення числа атомів в 1 л цих газів:

- А NH₃;
Б N₂O;
В N₂O₄;
Г NO.

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. При взаємодії амоніаку об'ємом 10,64 л (н. у.) з киснем у присутності каталізатора було одержано нітроген(II) оксид масою 11,4 г. Обчисліть масову частку виходу продукту реакції від теоретично можливого (у відсотках).

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Основні фізичні величини, що використовують у хімії

У хімії використовують такі фізичні величини: маса, об'єм, кількість речовини, густина, атомна маса, відносна атомна й молекулярна (формульна) маса, молярна маса, молярний об'єм, відносна густина газів, тиск, температура, час, концентрація, швидкість хімічної реакції, електричний заряд тощо.

Для обчислення мас атомів і молекул у хімії використовують три фізичні величини: масу атома й молекули, відносну атомну й молекулярну масу, атомну й молекулярну масу.

Маса атома й маса молекули — це маси атомів і молекул, виражені в одиницях СІ, тобто в кілограмах (або грамах).

Відносна атомна маса

Атоми — надзвичайно маленькі частинки з дуже малими масами. Наприклад, маса атома

Гідрогену дорівнює $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. Користуватися такими величинами дуже незручно, а тому в хімії, як і в інших природничих науках, сьогодні використовують відносну атомну масу — фізичну величину, яка показує, у скільки разів маси атомів хімічних елементів більші від певної величини, що має назву атомної одиниці маси. Ця величина становить 1/12 маси атома нукліда Карбону ¹²C. Маса атома цього нукліда, яка дорівнює $19,93 \cdot 10^{-27}$ кг, прийнята за 12 а. о. м. Із цього випливає, що 1 а. о. м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг.

Відносні атомні маси хімічних елементів отримують при розділенні мас відповідних атомів на атомну одиницю маси. Якщо провести таке розділення, то можна визначити, що відносна атомна маса Гідрогену дорівнює 1,00797 (округлено 1), а Оксигену — 15,9994 (округлено 16) тощо.

Таким чином, **відносна атомна маса** — це фізична величина, що визначається відношен-

ням маси атома елемента до маси однієї дванадцятої маси атома нукліда Карбону ^{12}C .

Відносну атомну масу позначають символом A_r , де індекс r — перша літера англійського слова «relative», що означає «відносний». Оскільки відносна атомна маса — величина відносна, отримана відношенням двох мас, то вона не має розмірності. Приклад запису: $A_r(\text{H})=1,008$, $A_r(\text{U})=238,03$.

Відносна молекулярна (формульна) маса — це фізична величина, що визначається відношенням маси молекули до маси однієї дванадцятої маси атома нукліда Карбону ^{12}C .

Відносну молекулярну масу позначають символом M_r й аналогічно до відносної атомної маси вона не має одиниці вимірювання.

Відносну молекулярну масу обчислюють за хімічною формулою речовини як суму відносних атомних мас усіх атомів (з урахуванням їхньої кількості), що входять до складу молекули. У загальному вигляді:

$$M_r(\text{B}_b\text{C}_c\text{D}_d) = bA_r(\text{B}) + cA_r(\text{C}) + dA_r(\text{D}).$$

Наприклад:

$$\begin{aligned} M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) &= \\ &= 2A_r(\text{Na}) + A_r(\text{C}) + 13A_r(\text{O}) + 20A_r(\text{H}) = \\ &= 2 \cdot 23 + 12 + 13 \cdot 16 + 20 \cdot 1 = 286. \end{aligned}$$

Якщо речовина складається не з молекул (речовини йонної або атомної будови), то для неї замість терміна «молекулярна маса» правильно застосовувати термін «формульна маса», оскільки ці речовини не мають молекул. Зміст терміна полягає в тому, що це маса частинки, записаної певною формулою. Визначають формульну масу так само, як і молекулярну.

Атомна маса й молекулярна маса — це маса атомів і молекул, виражена в атомних одиницях маси. Її обчислюють так само, як і відносну атомну та молекулярну маси, й чисельно ці величини рівні. Єдина відмінність — атомна й молекулярна маси мають одиницю вимірювання 1 а. о. м.

Кількість речовини — це фізична величина, що визначається числом часток — структурних елементів речовини: молекул, атомів, йонів. Кількість речовини позначають латинською літерою n .

Одиниця вимірювання кількості речовини — моль. 1 моль — це така кількість речовини, що містить стільки ж структурних елементів речовини (молекул, атомів, йонів), скільки міститься атомів у зразку речовини, що містить тільки нукліди Карбону ^{12}C масою 0,012 кг.

У зразкові нукліда карбону ^{12}C масою 0,012 кг міститься $6,022 \cdot 10^{23}$ атомів Карбону. Отже, можна сказати, що 1 моль — це така кількість речовини, яка містить $6,022 \cdot 10^{23}$ структурних елементів речовини (молекул, атомів, йонів).

Стала Авогадро

Число, що дорівнює $6,022 \cdot 10^{23}$, називають сталою Авогадро. Ця величина позначається N_A й має одиницю вимірювання — моль $^{-1}$.

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Стала Авогадро — це одна з фундаментальних сталих нарівні з гравітаційною сталою, сталою Планка, швидкості світла у вакуумі тощо.

Молярна маса — це фізична величина, що дорівнює масі речовини кількістю 1 моль.

Молярну масу позначають символом M , одиниця вимірювання — кг/моль або г/моль. Молярна маса будь-якої речовини чисельно дорівнює її відносній атомній або молекулярній масі:

$$\text{оскільки } M = m_m N_A \quad (1);$$

$$M_r = \frac{m_m}{1 \text{ а. о. м}} \quad (2);$$

$$N_A \cdot 1 \text{ а. о. м.} = 1 \quad (3),$$

де m_m — маса молекули, то, підставляючи (3) в (1), одержуємо

$$M = m_a \left(\frac{1}{1 \text{ а. о. м}} \right), \text{ отже } M = M_r.$$

Молярну масу речовини з відомою формулою можна обчислити аналогічно до відносної молекулярної маси. Незважаючи на те, що чисельно молярна й молекулярна маси рівні, вони мають різне значення: відносна молекулярна маса характеризує масу однієї молекули, а молярна маса — масу речовини кількістю 1 моль.

Молярна маса речовини — це кількісна характеристика речовини, причому для речовини з певним складом вона є сталою величиною, незалежно від агрегатного стану й умов існування (температури, тиску, об'єму).

Молярний об'єм — це фізична величина, що дорівнює об'єму речовини кількістю речовини 1 моль.

Молярний об'єм позначається символом V_m і має одиницю вимірювання — м 3 /моль або л/моль. На відміну від молярної маси, молярний об'єм не є сталою величиною, він

залежить (особливо для газуватих речовин) від умов, у яких він вимірюється: агрегатного стану, температури й тиску.

Молярний об'єм будь-якої речовини, незалежно від агрегатного стану, можна обчислити за допомогою фізичного рівняння $m = \rho \cdot V$:

$$V_m = \frac{M}{\rho}.$$

Для обчислення молярного об'єму речовин, що перебувають у газоподібному стані, можна скористатися рівнянням Менделєєва — Клапейрона для ідеального газу: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, де p — тиск газу, V — його об'єм, n — кількість речовини газу, R — універсальна газова стала, T — абсолютна температура (за шкалою Кельвіна). Для газуватої речовини кількістю 1 моль ($n = 1$) одержуємо:

$$V_m = \frac{V}{n} = \frac{R \cdot T}{p}.$$

Досить часто при обчисленнях об'єми газів приводять до нормальних умов (температура 0°C або $273,15^\circ\text{K}$ і тиск 101325 Па). Отже, можна обчислити значення молярного об'єму ідеального газу за таких умов:

$$V_m = \frac{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 273,15 \text{ К}}{101325 \text{ Па}} = 0,02241 \frac{\text{м}^3}{\text{моль} \cdot \text{м}}$$

або $22,41 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$.

Поняття «молярний об'єм газу» можна застосовувати не тільки до індивідуальних газуватих речовин, але й до газових сумішей. Мова йде про об'єм суміші, що містить $6,022 \cdot 10^{23}$ молекул різних газів.

Основні фізичні величини, які використовують у хімії, пов'язані між собою такими формулами:

$$A_r = \frac{m_a}{1 \text{ а. о. м}} = \frac{m_a}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}$$

$$M_r = \frac{m_m}{1 \text{ а. о. м}} = \frac{m_m}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}$$

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m},$$

де m_a — маса атома (у кг); m_m — маса молекули (у кг); N — число структурних одиниць речовини (атомів, молекул, йонів); m — маса речовини; V — об'єм речовини.

Основні кількісні закони хімії

Закон сталості складу

Кожна чиста речовина незалежно від місця та способу її добування має сталий склад.

Наприклад, вода складається з атомів Гідрогену й Оксигену, причому масова частка атомів Гідрогену у воді становить $11,1\%$, а Оксигену — $88,9\%$. І незалежно від місця видобутку чиста вода — річкова, дощова або морська, отримана з Арктичного або Антарктичного льоду, — буде мати однаковий якісний та кількісний склад.

Закон сталості складу сформулював у 1799 році французький учений Жозеф Луї Пруст. Своє відкриття Пруст зробив, спираючись на результати кількісного аналізу оксидів, сульфідів та хлоридів металів. Унаслідок проведеного вагового аналізу оксигенових сполук Феруму, Купруму, Стануму, Меркурію та Плюмбуму він установив, що метали, які відповідають цим елементам (залізо, мідь, олово, ртуть, свинець), з'єднуються з киснем завжди в однакових пропорціях. У цих же роботах він показав, що природний купрум карбонат і купрум карбонат, отриманий хіміком у лабораторії, мають той самий сталий склад та колір. Так само нічим не відрізняється купрум оксид, отриманий з малахіту й отриманий унаслідок взаємодії міді з киснем.

Протилежних поглядів дотримувався його співвітчизник Клод Бертолле, котрий стверджував, що склад хімічних сполук може змінюватися залежно від умов їхнього добування. Він доводив, що на проходження хімічних реакцій впливає маса, леткість, розчинність, пружність тощо. Почалася наукова полеміка, яка тривала кілька років.

У той же час у полеміці взяв участь англійський учений Джон Дальтон. Після переконливих доказів Пруста й Дальтона погляди Пруста були підтримані кращими хіміками того часу, а позиції Бертолле визнані помилковими. Закон сталості складу дозволив установити кількісні співвідношення атомів хімічних елементів у сполуках і став основою визначення атомних мас елементів. Зараз закон сталості складу сприймають як звичайну річ, однак у той час відкриття цього закону було проривом у розвитку хімії як науки й стало одним з істотних доказів атомно-молекулярного вчення.

Однак ідеї Бертолле одержали нове тлумачення у ХХ столітті, коли були відкриті численні

сполуки змінного складу, до яких належали деякі оксиди, сульфіді, нітриди тощо. Після цього відкриття за пропозицією російського хіміка М. С. Курнакова сполуки зі сталим складом були названі дальтонідами, а зі змінним — бертолідами. Склад дальтонідів виражають за допомогою простих формул із цілочисловими індексами, наприклад: H_2O , SO_2 , C_2H_6 . А склад бертолідів змінюється й не відповідає стехіометричним співвідношенням. Наприклад, склад ванадій(II) оксиду зазвичай виражають за допомогою формули VO , хоча насправді його склад може змінюватися в межах від $\text{VO}_{0,9}$ до $\text{VO}_{1,3}$. При взаємодії цирконію з азотом утворюється цирконій нітрид. Окрім складу ZrN , є нітриди $\text{ZrN}_{0,59}$, $\text{ZrN}_{0,69}$, $\text{ZrN}_{0,74}$, $\text{ZrN}_{0,89}$.

У зв'язку з наявністю сполук змінного складу в сучасне формулювання закону сталості складу варто внести уточнення: *склад сполук молекулярної структури є сталим незалежно від способу добування; склад сполук із немоллекулярною структурою (атомною, йонною або металевою) не є сталим і залежить від умов добування.*

Закон кратних співвідношень

У 1803 році англійський учений Джон Дальтон на підставі своїх досліджень сформулював закон простих кратних відношень: *якщо два елементи утворюють один з одним кілька хімічних сполук різного складу, то кількості їхніх складників змінюються дискретно й на ту саму масу одного з них припадають такі маси іншого, які співвідносяться між собою, як прості цілі числа.*

Сьогодні ми можемо записати ці відношення як 1 : 1; 2 : 3; 1 : 2; 2 : 5 тощо. Наприклад, Карбон та Оксиген утворюють дві сполуки: карбон монооксид CO і карбон діоксид CO_2 . Очевидно, що з однією й тією самою масою вуглецю маси кисню, необхідні для утворення цих двох оксидів, співвідносяться як 1 : 2. При взаємодії заліза з киснем можливе утворення також двох оксидів: ферум(II) оксид FeO та ферум(III) оксид Fe_2O_3 . У цьому разі маси кисню для утворення цих двох оксидів співвідносяться як 2 : 3.

Відкриття закону дозволило Дальтону зробити такий висновок: молекули речовин складаються з певного цілого числа атомів кожного з елементів.

Закон збереження маси речовин

Загальна маса речовин, які вступають у хімічну реакцію, дорівнює загальній масі речовин, що утворюються в результаті реакції.

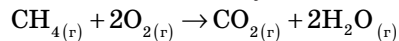
Цей закон сформулював у 1748 році видатний російський учений Михайло Васильович Ломоносов і незалежно від нього в 1789 році французький учений А. Лавуазьє. Однак роботи Ломоносова в цій галузі були опубліковані тільки на початку XX століття, тому довгий час першовідкривачем закону збереження маси в західноєвропейській науці вважали Лавуазьє, й у деяких підручниках закон збереження маси називають законом Ломоносова — Лавуазьє.

Закон збереження маси мав дуже велике значення для становлення атомно-молекулярного вчення, тому що він доводив те, що під час хімічних реакцій атоми не зникають і не з'являються з нічого. Число атомів і маса кожного атома не змінюються, тому загальна маса речовин так само не змінюється.

Закон об'ємних співвідношень

Закон об'ємних співвідношень відкрив Ж. Л. Гей-Люссак у 1808 році, тому цей закон також називають хімічним законом Гей-Люссака.

Співвідношення об'ємів газів, що вступають у хімічну реакцію й утворюються в результаті неї, є співвідношенням простих цілих чисел. Так у реакції спалювання метану в кисні



співвідношення об'ємів газів є таким:

$$V(\text{CH}_4) : V(\text{O}_2) : V(\text{CO}_2) : V(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 2 : 1 : 2.$$

Легко побачити, що співвідношення об'ємів газів дорівнює співвідношенню стехіометричних коефіцієнтів у рівнянні реакції. Звичайно ж, для виконання цього закону об'єми газів слід вимірювати в однакових умовах.

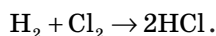
Закон Авогадро

Цей закон відкрив видатний італійський учений Амедео Авогадро в 1811 році.

В однакових об'ємах різних газів за однакових умов міститься однакова кількість молекул.

Це означає, що всі гази поведуться в певному сенсі однаково й що об'єм газу при заданих умовах не залежить від хімічної природи газу, а визначається тільки кількістю частинок. Після відкриття цього закону свій справжній сенс і наукове обґрунтування одержав закон об'ємних співвідношень. Велика заслуга Авогадро полягає в тому, що він зміг установити простий зв'язок між макроскопічною величиною, що спостерігали, — об'ємом — та мікроскопічними властивостями газоподібних речовин — числом частинок.

Аналізуючи об'ємні співвідношення Гей-Люссака й використовуючи своє відкриття, Авогадро встановив, що молекули газоподібних простих речовин (кисню, водню, азоту, хлору) є двохатомними. Якщо припустити, що водень і хлор одноатомні, то за рахунок реакції приєднання об'єм повинен зменшитися вдвічі. Але оскільки об'єм не змінюється, то молекули водню й хлору містять по два атоми, і реакція відбувається за рівнянням



Аналогічно можна встановити молекулярні формули води, амоніаку, вуглекислого газу та інших речовин.

Об'єм, який займає певна кількість речовини в будь-якому агрегатному стані, обумовлений трьома параметрами: кількістю речовини, тобто числом частинок (молекул, атомів або йонів), відстанню між молекулами й власними розмірами частинок. У твердому й рідкому агрегатних станах речовини відстань між частинками дуже маленька, тому розміри самих молекул суттєво впливають на об'єм речовини. Водночас у газоподібному стані за звичайного тиску відстань між молекулами приблизно в тисячу разів більша, ніж розміри самих молекул, тому розміри молекул можна не враховувати. Унаслідок цього об'єм газів визначається двома параметрами: числом молекул і відстанню між ними. За однакових умов (тиск і температура) відстань між молекулами в газах однакова. Звідси випливає, що об'єм газу в цьому разі визначається тільки числом молекул. Тому за однакових умов однакові об'єми різних газів містять однакову кількість частинок, і навпаки. Слід зазначити, що при низьких температурах і при високому тиску відстань між молекулами в газах зменшуються й можуть стати порівняними з розмірами молекул, тому за таких умов закон Авогадро не діє.

Висновки із закону Авогадро

1. *Молярний об'єм будь-якого газу за нормальних умов становить 22,4 л.*

(Обґрунтування цього висновку див. вище.)

2. *Співвідношення густин двох газів за однакових умов дорівнює співвідношенню їхніх молярних мас.*

Густину речовини можна обчислити за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Якщо проводити обчислення для речовини кількістю 1 моль, то маса такої кількості буде дорівнювати молярній масі речовини, а її об'єм — молярному об'єму. У цьому разі формула для густини перетвориться на наступну:

$$\rho = \frac{M}{V_m}.$$

Оскільки, згідно із законом Авогадро, молярні об'єми газів при однакових умовах рівні, то для відношення густин двох газів одержуємо:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\frac{M_1}{V_m}}{\frac{M_2}{V_m}} = \frac{M_1}{M_2}.$$

$$\text{Отже, } \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2} = D,$$

де D — відносна густина газу — фізична величина, яка дорівнює відношенню густини якої-небудь речовини до густини іншої речовини, узятій як стандартний зразок.

Оскільки відносна густина є відношенням двох величин з однаковою розмірністю, то сама відносна густина є безрозмірною величиною. Відносна густина показує, у скільки разів один газ важчий за інший за даних умов.

Кількісні характеристики речовин та їх сумішей

Масова частка елемента в речовині показує, яка частина маси речовини припадає на атоми даного елемента. Її можна обчислити як відношення атомної маси даного елемента з урахуванням числа його атомів у молекулі до відносної молекулярної маси речовини:

$$w(\text{X}) = \frac{n \cdot A_r(\text{X})}{M_r},$$

де $w(\text{X})$ — масова частка хімічного елемента X , виражена в частках одиниці;

n — число атомів елемента X , позначене індексом у формулі сполуки;

A_r — відносна атомна маса елемента X ;

M_r — відносна молекулярна маса речовини.

Фізичний зміст масової частки полягає в тому, що вона показує масу атомів даного елемента в 100 г речовини. Масова частка може виражатися в частках одиниці або відсотках. Щоб перевести частки одиниці у відсотки, слід одержане за формулою значення помножити на 100 %. Сума масових часток усіх елементів, що

містяться у складі сполуки, має дорівнювати 1 або 100 %.

Наприклад, щоб визначити масові частки хімічних елементів у вуглекислому газі CO_2 , спочатку слід обчислити молекулярну масу речовини:

$$M_r(\text{CO}_2) = A_r(\text{C}) + 2 \cdot A_r(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 = 44.$$

Потім обчислюємо масові частки Карбону й Оксигену:

$$w(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M_r(\text{CO}_2)} = \frac{12}{44} = 0,273 \text{ або } 27,3 \%;$$

$$w(\text{O}) = \frac{2 \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{CO}_2)} = \frac{2 \cdot 16}{44} = 0,727 \text{ або } 72,7 \%.$$

Масова частка речовини в суміші показує, яка частина маси суміші припадає на певну речовину. Її обчислюють як відношення маси певної речовини до маси всієї суміші:

$$w(\text{речовини X}) = \frac{m(\text{речовини X})}{m(\text{суміші})}.$$

Масову частку речовини можна виражати в частках від одиниці або у відсотках, для чого результат ділення помножують на 100 %. Звісно, сума масових часток всіх компонентів у суміші має дорівнювати 100 %.

Об'ємну частку речовини частіше за все використовують для вираження складу суміші газів. Об'ємна частка показує частину об'єму, що припадає на певну речовину. Її обчислюють, як відношення об'єму певного газу до об'єму всієї суміші:

$$\varphi(\text{газу X}) = \frac{V(\text{газу X})}{V(\text{суміші газів})}.$$

Як і для масових часток, об'ємну частку можна виражати в частках від одиниці або у відсотках, а сума об'ємних часток всіх компонентів газової суміші має дорівнювати 100 %.

Середня молярна маса суміші газів

За законом Авогадро можна визначити не тільки молярну масу газів, але й газових сумішей. Оскільки газова суміш є сумішню молекул різних речовин, то й маса всієї суміші визначається масою всіх молекул. А маса суміші, що містить 1 моль молекул, тобто середня молярна маса цієї суміші, визначається співвідношенням кількості молекул різних речовин.

Для позначення середніх величин в математиці прийнято над величиною ставити горизонтальну риску. Отже, для позначення середньої молярної маси суміші газів використовують символ \overline{M} або просто $M_{\text{ср.}}$. Для обчислення середньої молярної маси суміші двох газів використовують формулу:

$$\overline{M} = \varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2,$$

де φ — об'ємні частки компонентів суміші, а M — їхні молярні маси. Середня молярна маса має таку саму одиницю вимірювання, що й звичайна молярна маса — г/моль.

Якщо є потреба обчислити середню молярну масу суміші трьох газів, то в цій формулі додається третій доданок $\varphi_3 \cdot M_3$.

Якщо вважати повітря сумішню трьох газів (78 % азоту, 21 % кисню та 1 % аргону), то отримаємо середню молярну масу повітря $\overline{M}_{\text{пов}} = 0,78 \cdot 28 + 0,21 \cdot 32 + 0,01 \cdot 40 = 28,96$ г/моль. Саме таку молярну масу (29 г/моль) використовують для обчислення відносної густини газів за повітрям.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте формулювання закону збереження маси речовини в хімічних реакціях:

- | | |
|--|----------------------------|
| А речовина не виникає з нічого, а лише перетворюється на іншу; | А <input type="checkbox"/> |
| Б загальна маса продуктів реакції дорівнює загальній масі реагентів; | Б <input type="checkbox"/> |
| В у хімічній реакції маса перетворюється на енергію; | В <input type="checkbox"/> |
| Г у всіх хімічних реакціях може використовуватися тільки стала маса реагентів. | Г <input type="checkbox"/> |

2. Позначте формулювання закону об'ємних співвідношень:

- | | |
|---|----------------------------|
| А об'єми рідких реагентів та продуктів реакцій співвідносяться як невеликі цілі числа; | А <input type="checkbox"/> |
| Б сумарний об'єм газуватих реагентів дорівнює сумарному об'єму газуватих продуктів реакції; | Б <input type="checkbox"/> |
| В об'єми рідких і газуватих продуктів реакції співвідносяться як 1 : 2; | В <input type="checkbox"/> |
| Г об'єми газуватих реагентів та продуктів реакцій співвідносяться як невеликі цілі числа. | Г <input type="checkbox"/> |

3. Позначте сучасне формулювання Періодичного закону:

А властивості хімічних елементів та їх сполук перебувають у періодичній залежності від їхніх атомних мас;

Б властивості хімічних елементів та їх сполук перебувають у періодичній залежності від заряду ядра їхніх атомів;

В властивості хімічних елементів та їх сполук перебувають у періодичній залежності від молекулярної маси простих речовин;

Г властивості хімічних елементів та їх сполук перебувають у періодичній залежності від номера періоду Періодичної системи.

А
Б
В
Г

4. Позначте відносну молекулярну масу ортофосфатної кислоти:

А 95;

Б 105;

В 98;

Г 88.

А
Б
В
Г

5. Позначте формулу газу, що важчий за повітря:

А CO_2 ;

Б CH_4 ;

В NH_3 ;

Г C_2H_2 .

А
Б
В
Г

6. Позначте прізвище вченого, ім'ям якого названо число частинок, що містяться в будь-якій речовині кількістю 1 моль:

А Д. І. Менделєєв;

Б А. Авогадро;

В А. Лавуаз'є;

Г Е. Резерфорд.

А
Б
В
Г

7. Позначте визначення молярної маси речовини:

А найменша маса речовини, що визначає її властивості;

Б маса речовини кількістю 1 моль;

В маса однієї молекули речовини;

Г маса речовини в грамах, що бере участь у реакції.

А
Б
В
Г

8. Позначте визначення кількості речовини:

А величина, що дорівнює відношенню маси речовини до її молярної маси;

Б величина, що дорівнює масі однієї молекули речовини;

В величина, що дорівнює масі речовини, здатної існувати самостійно;

Г величина, що дорівнює числу атомів у молекулі речовини.

А
Б
В
Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

9. Установіть відповідність між масою речовини та її кількістю.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Маса речовини	Кількість речовини
1	196 г H_2SO_4 ;	А 2,0;
2	20 г NaOH ;	Б 10,0;
3	585 г NaCl ;	В 0,5;
4	20 г CaCO_3 .	Г 0,2;
		Д 0,1.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

10. Установіть значення мас речовин у порядку збільшення кількості речовини в цих зразках:

А 22 г вуглекислого газу;

Б 17 г амоніаку;

В 12 г метану;

Г 8 г кисню.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Установіть формули речовин у порядку збільшення їхньої відносної густини за повітрям:

А C_2H_2 ;

Б NH_3 ;

В SO_2 ;

Г HBr .

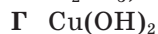
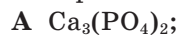
	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Установіть формули речовин у порядку збільшення масової частки Нітрогену в них:



	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

13. Розташуйте формули речовин у порядку зменшення їхньої молярної маси:



	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

14. Розташуйте елементи в порядку зростання їхніх металічних властивостей:



	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

15. У молекулі кислоти на кожні 150 атомів Гідрогену припадає 50 атомів Фосфору та 200 атомів Оксигену. Складіть молекулярну формулу цієї кислоти та вкажіть у відповіді число атомів в одній молекулі.

16. При взаємодії сірки з киснем було витрачено 16 г кисню, при цьому утворився сульфур(IV) оксид масою 32 г. Обчисліть масу сірки, що витратилась.

17. Обчисліть вміст Купруму в малахіті (у відсотках), якщо склад малахіту можна записати формулою $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$.

18. Обчисліть масу речовини кальцій ортофосфату кількістю 0,1 моль.

ТЕМА 3. ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН І ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА

(День 5—6)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте назву неметалічного елемента:

- А Ферум;
- Б Нітроген;
- В Кальцій;
- Г Аурум.

А
Б
В
Г

2. Позначте елемент, у якого найбільш виражені неметалічні властивості:

- А Нітроген;
- Б Оксиген;
- В Карбон;
- Г Силіцій.

А
Б
В
Г

3. Позначте елемент, що розташований у головній підгрупі:

- А Кальцій;
- Б Ферум;
- В Купрум;
- Г Меркурій.

А
Б
В
Г

4. Позначте елемент, що виявляє змінну валентність:

- А Li;
- Б В;
- В N;
- Г O.

А
Б
В
Г

5. Позначте ряд елементів, у якому наведено тільки елементи другої групи:

- А Алюміній, Берилій, Карбон;
- Б Літій, Нітроген, Флуор;
- В Берилій, Магній, Барій;
- Г Магній, Стронцій, Нітроген.

А
Б
В
Г

6. Позначте елемент, вища валентність якого дорівнює VI:

- А Сульфур;
- Б Оксиген;
- В Хлор;
- Г Фосфор.

А
Б
В
Г

7. Позначте елемент, що може виявляти валентність IV:

- А Оксиген;
- Б Флуор;
- В Аргентум;
- Г Сульфур.

А
Б
В
Г

8. Позначте елемент, що належить до родини халькогенів:

- А Гелій;
- Б Хром;
- В Оксиген;
- Г Нітроген.

А
Б
В
Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

9. Установіть відповідність між хімічним елементом та його типом.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Назва	Тип елемента
1 Уран;	А s;
2 Ферум;	Б p;
3 Літій;	В d;
4 Оксиген.	Г f;
	Д g.

10. Установіть відповідність між хімічним елементом і родиною елементів, до якого він належить:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Назва
елемента

- 1 Кальцій;
2 Аргон;
3 Калій;
4 Нітроген.

Назва родини

- А Лужні елементи;
Б лужноземельні елементи;
В інертні елементи;
Г пніктогени;
Д халькогени.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть елементи в порядку збільшення їхніх неметалічних властивостей:

- А Кальцій;
Б Хлор;
В Манган;
Г Флуор.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

12. Порядкові номери елементів А і Б дорівнюють відповідно n та $n + 2$. Якщо хімічний елемент А — найлегший галоген, то яким хімічним елементом буде Б? Позначте його порядковий номер.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Перші спроби класифікації хімічних елементів

Родини хімічних елементів

У міру зростання кількості відомих хімічних елементів учені намагалися виділити з їхнього числа природні родини з подібними властивостями. Калій, наприклад, за багатьма властивостями нагадує натрій. Обидві прості речовини — це легкоплавкі сріблясто-білі метали, такі м'які, що їх можна різати ножом. Вони мають високу хімічну активність — взаємодіють із киснем повітря та іншими неметалами — хлором, сіркою, а також із водою та кислотами (часто з вибухом). У сполуках Калій і Натрій одновалентні. Їхні оксиди основні, при взаємодії з водою вони утворюють луги — гідроксиди Натрію й Калію. Літій Li, Рубідій Rb, Цезій Cs і Францій Fr за своїми властивостями схожі на Натрій і Калій. Усі ці елементи називають лужними, тому що їм відповідають луги складу ROH , де R — будь-який із лужних елементів.

Кальцій Ca, Стронцій Sr і Барій Ba багато в чому подібні до лужних елементів, однак у сполуках двовалентні. Їх називають лужноземельними, тому що їхні оксиди раніше називали землями.

Серед неметалів також є групи елементів, подібні за властивостями. Хлор при взаємодії з металами утворює солі хлоридної кислоти — хлориди. Подібно до хлору з металами реагують фтор, бром та йод. Хімічні елементи, що утворюють ці прості речовини (Флуор F, Хлор Cl, Бром Br і Йод I), також об'єднують у родину галогенів.

Галогени — це найактивніші неметали. Вони легко вступають у реакції з металами й лугами, але не реагують із киснем. У сполуках з Гідрогеном і металами галогени одновалентні, а водні розчини галогеноводнів є кислотами.

Хімічні елементи Оксиген, Сульфур, Селен і Телур об'єднують у родину халькогенів. Прості речовини халькогени — неметали й взаємодіють із металами з утворенням солей. Хімічні елементи халькогени в сполуках із Гідрогеном

двовалентні, а в сполуках з Оксигеном можуть бути чотири- і шестивалентними. А елементи п'ятої групи (Нітроген N, Фосфор P, Арсен As тощо) називають пніктогенами.

Ще одну родину утворюють елементи восьмої групи: Гелій He, Неон Ne, Аргон Ar, Криптон Kr, Ксенон Xe, Радон Rn. Їх називають інертними, або благородними, елементами. Прості речовини, які вони утворюють, складаються з одноатомних молекул. Усі вони за звичайних умов є газами, які в невеликих кількостях містяться в повітрі. Донедавна вчені вважали, що інертні гази взагалі не утворюють хімічних сполук, про що свідчить їхня назва. Однак за останні кілька десятиріччів вченим вдалося здобути багато сполук Криптоні, Ксенону й Радону (переважно це оксиди та флуориди).

Тріади Деберейнера

Йоганн Деберейнер — перший учений, якому вдалося встановити деякі закономірності у властивостях хімічних елементів та їхніх сполук. Проаналізувавши відомі на той час хімічні елементи на підставі їхніх властивостей та характерних ознак, він вказав на наявність родин елементів, які містилися на той час по три елементи (тріади). Першою тріадою в 1817 році були лужноземельні металічні елементи Кальцій, Стронцій і Барій. Через 12 років Деберейнер установив іще дві тріади: лужних металічних елементів (Літій, Натрій і Калій) та халькогенів (Сульфур, Селен і Телур). Також учений помітив, що в рамках цих тріад відносна атомна маса середнього елемента приблизно дорівнює середньому арифметичному мас першого й третього. Пізніше було встановлено, що характер класифікації елементів значно складніший, але закон тріад Деберейнера підготував основу для систематизації елементів.

Октави Ньюлендса

У 1864 році Джон Ньюлендс уперше розташував відомі на той час хімічні елементи за збільшенням їхніх відносних атомних мас. Він зазначив, що в цьому ряду спостерігається періодична поява хімічно подібних елементів. Пронумерувавши елементи в цьому ряду (елементи, які мали однакові маси, мали й однаковий номер) і порівнявши номери з властивостями елементів, він зробив висновок, що кожний восьмий елемент є подібним за властивостями до першого елемента. Так само, як у музиці восьма нота в октаві є подібною до першої. Своє

відкриття вчений назвав «законом октав»: номери подібних елементів відрізняються на сім або на число, яке кратне семи.

Таким чином, Ньюлендс уперше висунув припущення про періодичність змін властивостей елементів. Однак, навіть запропонувавши введення порядкового номера елемента, Ньюлендс не зміг виявити фізичний зміст у своєму відкритті. Утім, насправді відкриття Ньюлендса на той час було однією з багатьох спроб класифікації хімічних елементів і тому не привернуло до себе особливої уваги.

Таблиця Лотара Меєра

У 1864 році свою першу таблицю опублікував німецький хімік Лотар Меєр. До неї входило 43 елементи із 63 відомі на той час. Він розташував елементи за збільшенням відношення молярної маси речовини, яка утворює елемент, до молярного об'єму. Щодо цього він спостерігав періодичну зміну, і таке розташування відповідало валентностям елементів та збільшенню їхніх відносних атомних мас. Але робота Меєра не мала систематичного характеру й не мала характеру закону. На відміну від Менделєєва, Лотар Меєр навіть не підозрював, що для деяких елементів атомні маси встановлені неправильно, що вносило певні помилки в його відкриття й не давало загального розуміння класифікації хімічних елементів.

Періодичний закон Д. І. Менделєєва

На відміну від своїх попередників, Д. І. Менделєєв був глибоко переконаний в існуванні природного взаємозв'язку між усіма хімічними елементами, як між подібними, так і між неподібними.

За основу систематизації хімічних елементів Менделєєв обрав відносну атомну масу, вважаючи, що вона є головною характеристикою хімічного елемента. Вона не змінюється при утворенні елементом простої або складної речовини. Розташовуючи символи всіх відомих на той час 63 хімічних елементів у ряд згідно з порядком зростання їхньої відносної атомної маси, він помітив, що елементи з подібними властивостями (наприклад, лужні метали) не з'являються безпосередньо один за одним, а періодично (регулярно) повторюються. Виявилось, що так само закономірно, через певний інтервал, повторюється «хімічний характер» сполук елементів.

Ці закономірності більш-менш чітко простежуються по всьому ряду елементів, розташованих за порядком збільшення їхніх атомних мас.

Аналізуючи послідовність елементів, Д. І. Менделєєв виявив, що залежність властивостей елементів та їхніх сполук від атомної маси є періодичною. У 1869 році він сформулював Періодичний закон: *властивості хімічних елементів, а також утворених ними простих і складних речовин перебувають у періодичній залежності від відносних атомних мас елементів.*

У зв'язку з відкриттям складної будови атома було змінено й формулювання Періодичного закону: *властивості хімічних елементів, а також утворених ними речовин перебувають у періодичній залежності від зарядів їхніх атомних ядер.*

Періодична система хімічних елементів

Довгоперіодний та короткоперіодний варіанти Періодичної системи

Спираючись на періодичний закон, Д. І. Менделєєв побудував класифікацію хімічних елементів, яку називають Періодичною системою. Зазвичай її подають у вигляді таблиці. Якщо записати символи елементів кожного періоду в окремий рядок так, щоб природні родини (лужні метали, галогени, інертні гази) утворювали вертикальні стовпчики, то одержимо довгоперіодний варіант періодичної таблиці. Д. І. Менделєєв частіше використовував більш компактну коротку форму періодичної таблиці. У ній великі періоди розбиті на два ряди, у кожному з яких вища валентність елементів послідовно зростає від I до VIII. Усього відомо сім періодів: три малі і чотири великі. Останній, сьомий, період не завершений — на сьогодні відкриті ще не всі елементи, які до нього входять.

Періоди

Ряд хімічних елементів, розташованих згідно зі зростанням їхніх атомних мас, який починається з Гідрогену або лужного металічного елемента й закінчується інертним газом, називають періодом. Властивості елементів, а також утворених ними простих речовин і сполук при збільшенні атомних мас у періоді поступово змінюються.

Перший період містить лише два елементи, другий і третій — по вісім. Ці періоди називають малими. У них при переході від Гідрогену або лужного металічного елемента до інертного газу вища валентність елементів поступово зростає від I (у Гідрогену й лужних металічних елементів) до VII (у галогенів). Якби вдалося одержати сполуки інертних газів Неону й Аргону, то їхня максимальна валентність дорівнювала б VIII.

На відміну від перших трьох періодів, четвертий і наступні (п'ятий, шостий, сьомий) містять по 18 і більше елементів, їх називають великими.

Однак навіть у цих великих періодах спостерігається поступова зміна властивостей. Але якщо в малих періодах перехід від типового металічного елемента до типового неметалічного елемента відбувається для семи елементів, то у великих такий самий перехід відбувається за 17 або 31 елемент, тобто у великих періодах зміна властивостей відбувається значно повільніше: властивості сусідніх елементів у великих періодах відрізняються значно менше, ніж у сусідніх елементів малих періодів.

Головні й побічні групи

Вертикальні стовпчики Періодичної системи називають групами. У короткому варіанті таблиці їхнє число дорівнює восьми. Номер групи, як правило, збігається з вищою валентністю хімічного елемента, яку він виявляє у сполуках з Оксигеном. Наприклад, Хлор і Манган розташовані в групі VII і мають вищу валентність VII, елементи V групи Фосфор і Ванадій — валентність V.

Кожну групу поділяють на дві підгрупи — **головну й побічну**. У головну підгрупу входять елементи як малих, так і великих періодів, а в побічну — тільки великих періодів.

Побічні підгрупи містять тільки металічні елементи (їх називають перехідними металами). Іноді головні підгрупи називають А-групами, а побічні — В-групами. Наприклад, Флуор розташований у групі VII А, а Манган у групі VII В.

У довгому варіанті періодичної таблиці число груп дорівнює 18. Номери груп у короткому варіанті таблиці позначають римськими цифрами, а в довгому — арабськими. У довгому варіанті таблиці головних і побічних підгруп немає, там вони утворюють окремі групи, наприклад: група 1 — лужні елементи, група 17 — галогени, група 18 — інертні елементи. Елементи побічних

підгруп займають групи від 3-ї до 12-ї. Номер групи в короткому варіанті дорівнює номеру в довгому мінус 10.

Властивості елементів у підгрупах

Підгрупи утворені елементами з подібними властивостями: родини лужних елементів, галогенів та інертних елементів якраз і представляють окремі підгрупи. Багато властивостей елементів закономірно змінюються в підгрупах зі зростанням відносної атомної маси. У головних підгрупах при збільшенні атомної маси зростають металічні властивості елементів і простих речовин, а неметалічні зменшуються. Наприклад, у підгрупі Карбону (головна підгрупа IV групи) Карбон, Силіцій і Германий є неметалічними елементами, а Станум і Плюмбум — металічними.

Подібні властивості проявляють лише ті елементи, які належать до однієї підгрупи. Властивості елементів головної та побічної підгруп однієї групи можуть істотно відрізнятися. Наприклад, до складу VII групи входять галогени — найбільш типові неметалічні елементи (го-

ловна підгрупа) та перехідні металічні елементи Манган, Технецій, Рений (побічна підгрупа).

Окрім сполук з Оксигеном, велике значення мають сполуки з Гідрогеном. Вони відомі майже для всіх елементів Періодичної системи, однак найбільш типові для неметалічних елементів. У сполуках із Гідрогеном неметалічних елементів валентність часто не збігається з валентністю у вищому оксиді. Щоб її визначити, треба від 8 відняти номер групи. Наприклад, Хлор, що розташований у VII групі, у сполуці з Гідрогеном одновалентний: $8 - 7 = 1$, тому формула цієї сполуки HCl . Елемент V групи Фосфор у сполуці з Гідрогеном тривалентний: $8 - 5 = 3$, формула речовини PH_3 . Для зручності спільні формули вищих оксидів і летких сполук із Гідрогеном винесені в окремі рядки періодичної таблиці.

У нижній частині періодичної таблиці розташовані лантаноїди та актиноїди. Ці елементи розташовані після Лантану (№57) та Актинію (№89) і формально так само належать до III групи (підгрупи Скандію). Однак розташування цих елементів у таблиці зробило б її громіздкою й незручною, тому зазвичай їх виносять за її межі.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте назву неметалічного елемента:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А Ферум;
 - Б Нітроген;
 - В Кальцій;
 - Г Аурум.
- Позначте назву елемента, що утворює амфотерні сполуки:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А Цинк;
 - Б Флуор;
 - В Магній;
 - Г Натрій.
- Позначте елемент, що розташований у побічній підгрупі:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А Натрій;
 - Б Стронцій;
 - В Аргентум;
 - Г Станум.

- Позначте елемент, що може виявляти валентність II:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А К;
 - Б Fe;
 - В F;
 - Г Al.
- Позначте елемент, що виявляє сталу валентність:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А P;
 - Б F;
 - В Cl;
 - Г Pb.
- Визначте валентність Хлору в його оксиді ClO_2 :

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А IV;
 - Б III;
 - В II;
 - Г I.
- Позначте сполуку, в якій валентність Сульфуру дорівнює чотирьом:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А SO_3 ;
 - Б SCl_6 ;
 - В SCl_2 ;
 - Г SCl_4 .

8. Укажіть назву елемента, що утворює амфотерні сполуки:

- А Калій;
Б Сульфур;
В Алюміній;
Г Магній.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

9. Позначте елемент, у якого найбільш виражені металічні властивості:

- А Калій;
Б Аурум;
В Берилій;
Г Цезій.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між назвою хімічного елемента та простою речовиною, що він утворює.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Хімічний елемент

- 1 Карбон;
2 Сульфур;
3 Оксиген;
4 Ферум.

Проста речовина

- А Озон;
Б залізо;
В вуглець;
Г магній;
Д сірка.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність зростання електронегативності елементів:

- А Флуор;
Б Цезій;
В Хлор;
Г Карбон.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Установіть елементи в порядку збільшення їхньої відносної атомної маси:

- А Au;
Б Fe;
В Cl;
Г Mn.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть елементи в порядку збільшення їх енергії йонізації:

- А Літій;
Б Магній;
В Фосфор;
Г Хлор.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Знайдіть у Періодичній системі металічний елемент, вищий оксид якого має відносну молекулярну масу 94 (з точністю до одиниць). Позначте його порядковий номер.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. Проста речовина, утворена елементом із відносною атомною масою 24, прореагувала з киснем. При цьому утворилося 10 г продукту реакції. Обчисліть масу простої речовини, що вступила в реакцію.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 4. БУДОВА АТОМА

(День 7–10)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте число електронів, що може міститися на p -підрівні електронної оболонки атомів:
- А 2;
Б 3;
В 6;
Г 8.

А
Б
В
Г

2. Укажіть електронну конфігурацію атома Хлору:
- А $1s^2 2s^2 2p^6$;
Б $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$;
В $1s^2 2s^2 2p^3 3s^2 3p^5$;
Г $1s^2 2s^2 2p^6 3p^7$.

А
Б
В
Г

3. Укажіть йони, що мають електронну конфігурацію $1s^2 2s^2 2p^6$:
- А Li^+ та Cl^- ;
Б K^+ та F^- ;
В Na^+ та Cl^- ;
Г Na^+ та F^- .

А
Б
В
Г

4. Позначте число електронів, що може міститися на d -підрівні електронної оболонки атомів:
- А 2;
Б 5;
В 8;
Г 10.

А
Б
В
Г

5. Укажіть електронну конфігурацію хлорид-іона:
- А $1s^2 2s^2 2p^6$;
Б $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$;
В $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
Г $1s^2 2s^2 2p^6 3p^7$.

А
Б
В
Г

6. Укажіть йони, що мають електронну конфігурацію $1s^2 2s^2 2p^6$:

А Be^{2+} та Cl^- ;
Б Ca^{2+} та F^- ;
В Na^+ та O^{2-} ;
Г Na^+ та Cl^- .

А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте типи енергетичних підрівнів, що містяться на третьому енергетичному рівні:
- 1 s ;
2 p ;
3 d ;
4 f ;
5 g ;
6 h .

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

А 1, 3, 5;
Б 1, 2, 3;
В 2, 3, 4;
Г 1, 2, 4

8. Позначте електронні конфігурації s -елементів:

1 $1s^2 2s^2$;
2 $1s^2 2s^2 2p^3$;
3 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$;
4 $1s^1$;
5 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$;
6 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$.

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

А 1, 4, 5;
Б 1, 3, 4;
В 1, 3, 5;
Г 1, 4, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між електронною формулою та назвою елемента:

Електронна формула

- 1 $1s^2 2s^2 2p^3$;
2 $1s^2 2s^2 2p^6$;
3 $1s^2 2s^1$;
4 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$.

Елемент

- А Натрій;
Б Нітроген;
В Фосфор;
Г Літій;
Д Неон.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

10. Установіть відповідність між числом електронів на зовнішньому енергетичному рівні і назвою хімічного елемента:

Число електронів

- 1 1;
2 3;
3 5;
4 7.

Хімічний елемент

- А Хлор;
Б Галій;
В Скандій;
Г Нітроген;
Д Цезій.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність зростання енергії йонізації хімічних елементів:

- А Al;
Б S;
В Mg;
Г Cl.

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Склад атома

Атоми складаються з позитивно зарядженого ядра та електронів. Електрон — найлегший з відомих елементарних частинок. Його маса ($9,1 \cdot 10^{-31}$ кг) у 1837 разів менша від маси найлегшого з атомів — атома Гідрогену. Електричний заряд електрона називають елементарним — він найменший серед усіх зарядів. Усі відомі позитивні й негативні заряди кратні заряду електрона, тому його абсолютну величину приймають за одиницю вимірювання. Саме в цих одиницях зазви-

чай указують заряд усіх частинок: електронів, йонів тощо. Заряд самого електрона дорівнює -1 .

Ядро атома складається із частинок двох видів — протонів і нейтронів. Протони — це позитивно заряджені частинки із зарядом $+1$, а нейтрони не мають заряду. Виходить, що весь позитивний заряд ядра створюється протонами. Їхнє загальне число дорівнює заряду ядра. Маса протона й нейтрона приблизно дорівнюють 1 а. о. м. Будь-який атом електронейтральний, тобто число протонів із зарядом $+1$ завжди дорівнює числу електронів із зарядом -1 .

Порядковий номер хімічного елемента

У всіх атомів одного й того самого хімічного елемента число протонів Z завжди однакове (і дорівнює заряду ядра), а число нейтронів N буває різним, тому маса атомів одного й того самого елемента може бути різною. Це означає, що не маса, а саме заряд ядра є основною характеристикою, за якою атоми одного виду відрізняються від атомів іншого виду.

У ході докладнішого вивчення атомів було з'ясовано, що число протонів в атомах не є довільним, а дорівнює порядковому номеру хімічного елемента в Періодичній системі хімічних елементів Д. І. Менделєєва, адже й заряд ядра також дорівнює порядковому номеру.

Приміром, порядковий номер Гідрогену дорівнює 1, адже в ядрі атома Гідрогену міститься один протон і заряд його ядра дорівнює +1. Порядковий номер Оксигену 8, оскільки в ядрах атомів Оксигену міститься по 8 протонів і заряд таких ядер +8.

Ізотопи

Нукліди й ізотопи

Атомні ядра одного й того самого хімічного елемента містять однакове число протонів, що дорівнює порядковому номеру цього елемента в Періодичній системі. Але якщо протонів в атомних ядрах певного хімічного елемента має бути строго визначене число, то число нейтронів у ядрі таких атомів може бути різним. Наприклад, у ядрі атомів Оксигену міститься 8 протонів (порядковий номер Оксигену в Періодичній системі — 8). А число нейтронів може бути 7, 8, 9 і навіть 10, адже серед атомів Оксигену можна виділити чотири різні набори протонів і нейтронів. Кожний такий набір (різновид атомних ядер) називають нуклідом.

Нуклід — це різновид атомів із певним числом протонів і нейтронів у ядрі.

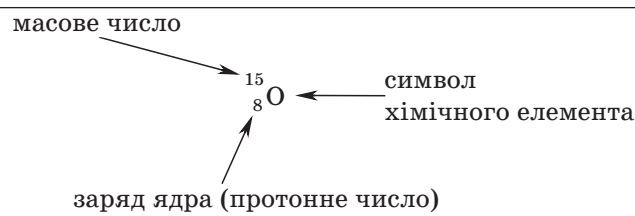
Кожний нуклід характеризують певними числами. Протонне число (або зарядове число, або атомне число) — Z — позначає число протонів у ядрі атома певного нукліда. Нейтронне число — N — указує число нейтронів у ядрі певного нукліда. Масове число — A — це сума протонного та нейтронного чисел:

Масове число = Протонне число + Нейтронне число:

$$A = Z + N.$$

Оскільки маса кожного протона й нейтрона дорівнює приблизно 1 а. о. м., а електрона — дуже мала, то масове число кожного атома приблизно дорівнює його відносній атомній масі, округленій до цілих чисел.

У хімії використовують спеціальні позначення для нуклідів: заряд ядра, тобто протонне число, пишуть ліворуч унизу від символу хімічного елемента, а масове число — ліворуч угорі, наприклад для описаних вище нуклідів Оксигену:



Іноді протонне число випускають і пишуть просто ^{15}O , оскільки й так відомо, що у всіх нуклідів Оксигену протонне число має бути 8. На письмі різні нукліди можна позначати хімічними символами, а можна використовувати назви хімічних елементів, наприклад Оксиген-15 ($^{15}_8\text{O}$), Оксиген-18 ($^{18}_8\text{O}$).

Усі нукліди, які мають однаковий заряд (протонне число) і різне нейтронне число, називають ізотопами. Оскільки нукліди з однаковим протонним числом належать до одного хімічного елемента, то: *різні нукліди одного хімічного елемента є ізотопами.*

Зазвичай нукліди хімічних елементів не мають власних назв, єдиним винятком серед них є Гідроген. Його нукліди позначаються спеціальними символами й мають різну назву. Звичайний Гідроген ^1_1H — Протій, ядра його атомів складаються тільки з одного протона. Важкий Гідроген ^2_1H — Дейтерій, у ядрах його атомів, окрім одного протона, міститься ще один нейтрон. І надважкий Гідроген ^3_1H — Тритій, у ядрах його атомів, окрім одного протона, міститься два нейтрони.

Визначення складу атомів

Знаючи порядковий номер елемента та масове число нукліда, неважко обчислити, скільки електронів, протонів та нейтронів містить

певний атом. Число електронів дорівнює числу протонів Z , що збігається з порядковим номером (зарядом ядра), а число нейтронів N дорівнює різниці між масовим числом A та зарядом ядра:

$$N = A - Z.$$

Задача. Скільки протонів, нейтронів та електронів міститься в нукліді Плюмбуму-210?

Розв'язання:

Масове число даного нукліда Плюмбуму дорівнює 210. Оскільки Плюмбум має порядковий номер 82, то в атомі нукліда Плюмбуму-210 міститься 82 протони та 82 електрони. Число нейтронів обчислимо як різницю між масовим числом і числом протонів: $N = 210 - 82 = 128$.

Відповідь: 82 протони, 128 нейтронів, 82 електрони.

Природні суміші нуклідів

Учені налічують понад 2000 нуклідів. Оскільки хімічних елементів на сьогодні існує понад 100, то багато з відомих нуклідів є ізотопами й можна сказати, що в середньому на кожний елемент припадає близько 10 нуклідів. Але, звісно ж, кожний елемент має різне число нуклідів. Рекордсменами за числом нуклідів є Ксенон і Цезій, кожний із них існує у вигляді 36 нуклідів.

У кожного елемента є природні нукліди, тобто ті, що реально можна знайти в природних умовах. Таких нуклідів налічують близько 300 (у середньому по три на кожний елемент). А інші нукліди добути штучно.

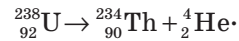
У природі кожний елемент існує у вигляді суміші кількох нуклідів, наприклад Карбон (^{12}C , ^{13}C і ^{14}C), Нітроген (^{14}N і ^{15}N), Оксиген (^{16}O , ^{17}O , ^{18}O). Рекордсменом за числом природних нуклідів (10) є Станум. Водночас деякі хімічні елементи мають тільки один природний стабільний нуклід, наприклад Флуор (^{19}F), Натрій (^{23}Na), Алюміній (^{27}Al), Фосфор (^{31}P).

Значення відносних атомних мас елементів, наведені в періодичній таблиці, не є цілими: $A_r(\text{C}) = 12,011$, $A_r(\text{Cl}) = 35,453$, тим часом як масові числа всіх нуклідів є цілими числами. Це пов'язано з тим, що більшість елементів трапляються у природі у вигляді кількох нуклідів, і значення, наведене в таблиці, є середнім, обчисленим з урахуванням процентного вмісту кожного нукліда в земній корі. Так, природний Хлор приблизно на 75% складається з атомів ^{35}Cl і на 25% з атомів ^{37}Cl , тому його атомна маса дорівнює 35,5.

$$A_r(\text{Cl}) = w(^{35}\text{Cl}) \cdot A(^{35}\text{Cl}) + w(^{37}\text{Cl}) \cdot A(^{37}\text{Cl}) = 0,75 \cdot 35 + 0,25 \cdot 37 = 35,5.$$

Стабільність нуклідів

Усі нукліди поділяють на стабільні та нестабільні. Стабільні нукліди існують нескінченно довгий час. Переважне число атомів, які нас оточують, належать до стабільних нуклідів. Нестабільні нукліди піддаються радіоактивному розпаду й утворюють атоми інших елементів. Наприклад, нуклід Урану-238 здатний випромінювати ядро атома Гелію й при цьому він перетворюється на атом Торію-234:



Такий тип розпаду називають α -розпадом, тому що під час нього утворюється ядро атома Гелію, яке називають α -частинкою. Крім α -розпаду, ще трапляється β -розпад — під час нього з ядра випромінюється електрон, який називають β -частинкою.

Більшість хімічних елементів існують у вигляді стабільних та нестабільних нуклідів. Хімічні елементи, які не мають стабільних нуклідів, називають радіоактивними. До їхнього числа належать усі елементи, які розташовані в Періодичній системі за Вісмутом, а також Технецій і Прометій. Більшість радіоактивних елементів добути штучно й у природі не існують. У Періодичній системі замість відносної атомної маси таких радіоактивних елементів зазначені масові числа найбільш стабільних нуклідів.

Час життя різних нестабільних нуклідів коливається від мільярдів років (Уран, Плутоній) до мільйонних часток секунди (більшість елементів відкриті в останні роки — Дубній, Сиборгій, Рентгеній тощо). Чим швидше відбувається розпад ядра, тим вищою є його радіоактивність.

Радіоактивне випромінювання

Процеси перетворення ядер атомів (ядерні реакції) супроводжуються випромінюванням. Розрізняють три види радіоактивного випромінювання: α -, β - і γ -випромінювання. α -Випромінювання являє собою ядра атомів Гелію ${}^4_2\text{He}$, β -випромінювання — це потік швидких електронів, а γ -випромінювання являє собою електромагнітне випромінювання, таке саме, як і звичайне світло, але невидиме для неозброєного ока й надзвичайно руйнівне. Кожному з них відповідає свій тип радіоактивного перетворення.

Радіоактивне випромінювання дуже шкідливо впливає на людський організм. Під дією радіації ушкоджуються клітини й порушується обмін речовин. Великі дози випромінювання спричинюють серйозні захворювання (лейкемію, рак, променеву хворобу) і можуть призвести до смерті організму.

Водночас радіоактивні речовини успішно застосовують у найрізноманітніших галузях людської діяльності: медицині, сільському господарстві, хімії, археології тощо. За допомогою радіонуклідів досліджують хімічні реакції, вивчають шляхи розподілу ліків в організмі, знищують клітини пухлин, вимірюють щільність ґрунту, контролюють витікання газу й нафти, визначають вік археологічних об'єктів та гірських порід. Наприклад, вік Землі (близько 5 млрд років) був визначений за вмістом нуклідів Урану та Плюмбуму в деяких гірських породах.

Рух електронів в атомі.

Орбіталі

Двоїстість поведінки електрона

Частинки з такими малими розмірами, як в електрона, мають унікальні властивості, що відрізняють їх від звичайних тіл, з якими ми маємо справу у повсякденному житті. Електрон одночасно проявляє властивості і частинки, і хвилі — говорячи науковою мовою, має двоїсту природу. Подібно до інших частинок електрон має певну масу й заряд; водночас електрон під час руху проявляє хвильові властивості. Хвиля відрізняється від частинки тим, що її положення в просторі не можна точно визначити в певний момент часу.

Завдяки такій природі одночасно визначити швидкість та напрямок руху електрона неможливо. Якщо ми знаємо, у якому напрямку рухається електрон, то не можемо визначити швидкість руху, і навпаки. Цей принцип називають принципом невизначеності Гейзенберга. Унаслідок цього ми не маємо можливості визначити, по якій траєкторії рухається електрон в атомі. Для електрона поняття «траєкторія» застосовувати не можна. Про електрон можна говорити, що в даній точці простору є певна ймовірність його існування.

В атомі електрон перебуває не в одній конкретній точці, а рухаючись, утворює електронну хмару, густина якої (електронна густина) показує, у яких місцях електрон буває частіше, а в яких — рідше. Ту частину електронної хма-

ри, у якій електрон проводить найбільший час й у якій електронна густина досить велика, називають атомною орбіталлю.

Орбіталь — це область простору, в якій ймовірність перебування електрона становить понад 90%.

Електронні хмари, утворені окремими електронами в атомі, у сумі утворюють спільну електронну хмару атома — електронну оболонку.

Типи орбіталей

Кожна орбіталь має певну форму. Орбіталі різної форми позначають різними літерами: s , p , d та f . s -Орбіталі мають форму кулі, інакше кажучи, електрон, що перебуває на такій орбіталі (його називають s -електроном), більшу частину часу проводить усередині сфери. p -Орбіталі мають форму об'ємної вісімки. Форми d - і f -орбіталей більш складні:



s -орбіталь



p -орбіталь



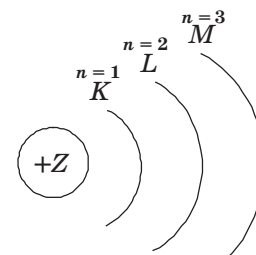
різні види d -орбіталей

різні види f -орбіталей

Структура орбіталей в атомі

Орбіталі характеризуються не тільки формою, але й енергією. Кілька орбіталей, що мають однакову або приблизно однакову енергію, утворюють енергетичний рівень, або енергетичний шар.

Кожний енергетичний рівень позначають числом n ($n = 1, 2, 3, \dots$) або великою латинською літерою (K, L, M і далі за абеткою). Для першого (найближчого до ядра) рівня $n = 1$, його позначають літерою K , для другого $n = 2$ (рівень L), для третього $n = 3$ (рівень M) тощо. Шарувату будову електронної оболонки атомів можна показати так: окружністю позначене ядро, що має певний заряд, а дугами — енергетичні рівні:

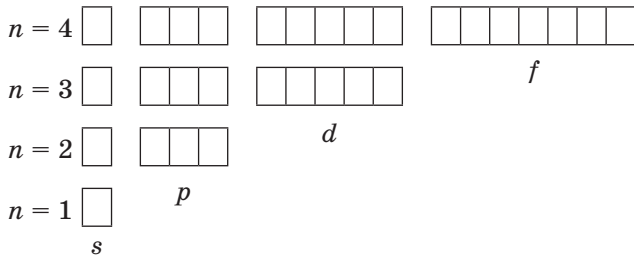


Рівень із номером n включає n^2 орбіталей. Таким чином, перший енергетичний рівень включає одну орбіталь, другий — чотири, третій — дев'ять тощо.

Кожний енергетичний рівень складається з енергетичних підрівнів, які утворені орбіталами, однаковими за формою та енергією. Число енергетичних підрівнів дорівнює номеру енергетичного рівня, тобто перший енергетичний рівень складається з одного підрівня, другий — із двох, третій — із трьох тощо. Ці підрівні позначають так само, як і орбіталі, з яких вони утворені. Отже, s -орбіталі утворюють s -підрівень, p -орбіталі — p -підрівень тощо.

Енергетичний підрівень може містити тільки певне число орбіталей. Кожний s -підрівень представлений однією s -орбітальною, p -підрівень — трьома p -орбіталами, d -підрівень — п'ятьма d -орбіталами, f -підрівень — сімома f -орбіталами. В атомі ці орбіталі розташовуються таким чином, що ядро атома збігається із центром орбіталі.

Графічно орбіталі заведено позначати квадратом. Отже, орбіталі перших чотирьох енергетичних рівнів будуть мати такий вигляд:



Як видно із цієї діаграми, перший енергетичний рівень складається з одного s -підрівня, утвореного однією s -орбітальною. Другий рівень складається з двох підрівнів (s і p), утворених однією s -орбітальною й трьома p -орбіталами. Третій рівень складається з трьох підрівнів (s , p , і d), утворених однією s -орбітальною, трьома p -орбіталами й п'ятьма d -орбіталами. На четвертому рівні додається ще сім f -орбіталей. Зверніть увагу на те, що нумерація енергетичних рівнів при графічному зображенні йде знизу вгору.

Розподіл електронів в атомі

Місткість орбіталей

На кожній орбіталі максимально можуть розміститися два електрони, які мають однакову енергію, але відрізняються особливою властиві-

стю — спіном. Спін електрона — це його внутрішня властивість, що характеризує відношення електрона до магнітного поля.

Одна орбіталь може містити такі два електрони, у яких спіни антипаралельні. Це правило називають принципом заборони Паулі: на одній орбіталі можуть перебувати не більше двох електронів, причому їхні спіни мають бути антипаралельними.

Графічно електрони зображають у вигляді стрілок, спрямованих угору або вниз, що наочно позначають напрямок спіну електрона. Стрілки, спрямовані в протилежні боки, позначають електрони з протилежними спінами:

- вільна (вакантна або незаповнена) орбіталь;
- орбіталь, що містить один електрон; такий електрон називають неспареним;
- заповнена орбіталь, що містить два електрони з протилежними спінами; такі електрони називають спареними, або електронною парою.

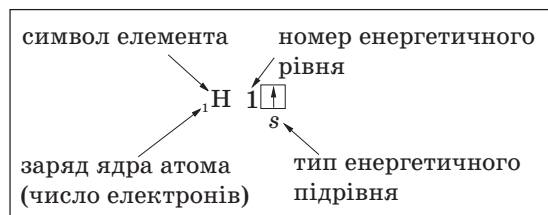
Принцип найменшої енергії

Усі хімічні властивості речовин визначаються будовою електронних оболонок атомів. Для того щоб описати електронну будову атомів, необхідно знати, як саме розподілені електрони по орбіталах.

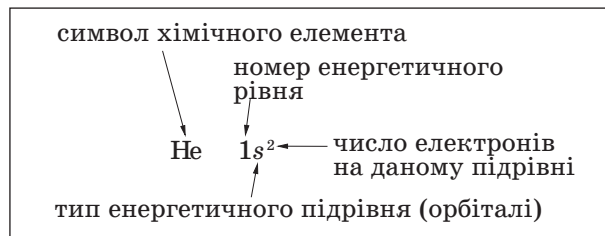
Електрони займають енергетичні рівні орбіталі послідовно, за порядком збільшення їхньої енергії. Спочатку «заселяється» перший енергетичний рівень, потім — другий, третій тощо. Цей принцип називають принципом найменшої енергії.

Число енергетичних рівнів, які заповнюються в певному атомі, визначають за номером періоду Періодичної системи, у якому розташований певний хімічний елемент. Так, в атомах хімічних елементів першого періоду заповнюється тільки перший енергетичний рівень, в атомах другого періоду — перші два енергетичні рівні, третього — три тощо.

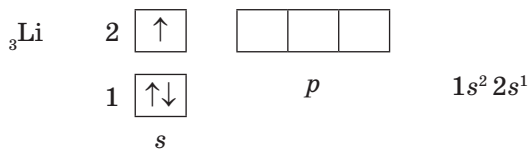
Гідроген розташований у першому періоді під номером 1. Із цього випливає, що в електронній оболонці атомів Гідрогену є тільки один електрон, який розташований на першому енергетичному рівні на єдиній s -орбіталі:



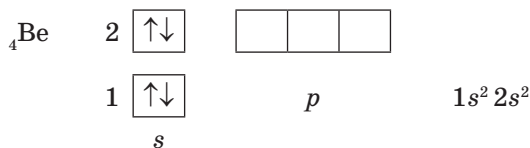
Окрім графічного зображення будови електронної оболонки, використовують також її запис у вигляді формули — електронної конфігурації, у якій наводять усі зайняті енергетичні підрівні із зазначенням числа електронів на кожному з них. Електронна конфігурація Гідрогену $1s^1$.



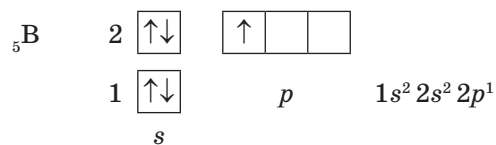
Тим часом в елементів другого періоду починає заповнюватися електронами другий енергетичний рівень. Незалежно від числа енергетичних рівнів, електрони спочатку заповнюють найбільш низький рівень, тобто в цьому разі перший, а потім уже другий. Як приклад, розгляньмо будову електронної оболонки Літію, що містить три електрони (порядковий номер — 3). Оскільки перший рівень максимально вміщає два електрони, то на другому міститься тільки один електрон. Згідно із принципом найменшої енергії, кожний електрон розташовується таким чином, щоб його енергія була найменшою, адже серед вільних орбіталей він обирає орбіталь із найбільш низькою енергією. Серед різних орбіталей s -орбіталі мають найменшу енергію, тому єдиний електрон другого енергетичного шару буде розташований на s -орбіталі, а p -орбіталі в цьому разі залишаються вільними:



Наступний електрон також має обрати ту саму орбіталь. Доти, доки не заповниться поточний підрівень, наступний заповнюватися не починає. Так, в атомі Берилію (порядковий номер — 4) повністю заповнюється s -підрівень, утворюючи електронну пару, а p -підрівень знову залишається вільним:



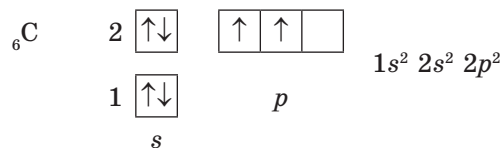
Тільки тоді, коли s -орбіталь заповнена, електрони починають розташовуватися на p -орбіталах. Так, в атомі Бору (порядковий номер — 5) на p -орбіталі вже з'являється один електрон:



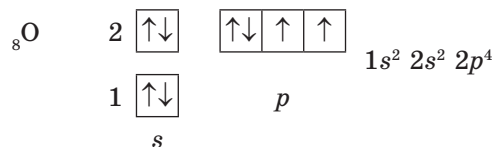
Правило Хунда

В атомі Карбону ще на один електрон більше, ніж в атомі Бору. Новий електрон може зайняти або ту саму p -орбіталь, де вже перебуває електрон, або вільну p -орбіталь. У цьому разі діє правило, згідно з яким електрон займає вільну орбіталь, якщо вона є, а вже потім утворює пари з іншими електронами. Це правило називають правилом Хунда: *у межах одного енергетичного підрівня електрони розташовуються таким чином, щоб число неспарених електронів було максимальним.*

Згідно із цим правилом, в електронній оболонці атома Карбону існує два неспарені електрони:

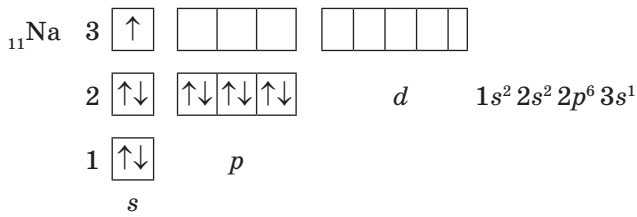


Тільки тоді, коли на p -підрівні розташується більше за три електрони, «зайвий» електрон утворює електронну пару з іншим електроном, що вже розташований на цьому підрівні.



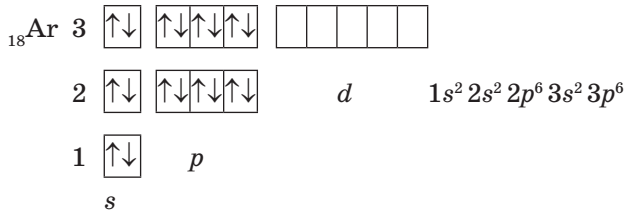
Будова електронних оболонок атомів третього та четвертого періодів

Електронні оболонки атомів інших періодів заповнюються за такими самими правилами. Так, в атомів першого елемента третього періоду — Натрію — починає заповнюватися третій енергетичний рівень:

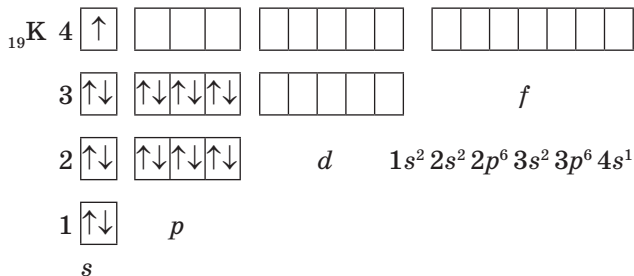


В атомі Натрію на третьому енергетичному рівні з'являється третій підрівень, що складається з d -орбіталей, але, як і p -підрівень, в атомах Натрію орбіталі d -підрівня ще не заповнюються й залишаються вакантними.

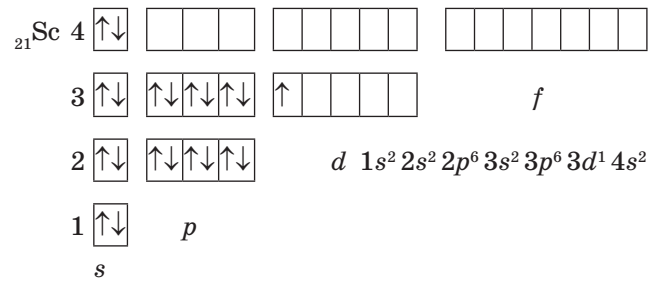
В атомах останнього елемента третього періоду — Аргону — додається ще сім електронів і стають повністю зайнятими s - і p -орбіталі:



В атомах елементів четвертого періоду починає заповнюватися електронами четвертий енергетичний рівень, незважаючи на те, що третій рівень ще не заповнений. Це пов'язано з тим, що енергія $4s$ -підрівня менша, ніж енергія $3d$ -підрівня, хоча в цьому разі d -підрівень розташований на більш близькому до ядра електронному шарі. В атомах першого елемента четвертого періоду — Калію — останній електрон розташовується на $4s$ -підрівні:



І тільки після того, як $4s$ -підрівень заповниться (це відбувається в атомах Кальцію), починає заповнюватися $3d$ -підрівень. Так, в атомах Скандію останній електрон буде розташований на $3d$ -орбіталі:



Цей підрівень продовжує заповнюватися в наступних дев'яти хімічних елементах (від Титану до Цинку), і тільки тоді, коли повністю заповниться $3d$ -підрівень, починає заповнюватися $4p$ -підрівень в елементах від Галію до Криптону.

Порівняти енергію різних електронних підрівнів можна за допомогою суми двох чисел ($n + l$). Число n — це номер енергетичного рівня, де перебувають орбіталі, а l — це число, що відповідає енергетичному підрівню (типу орбіталі). Так, s -орбіталям відповідає число $l = 0$, p -орбіталям — $l = 1$, d -орбіталям — $l = 2$, f -орбіталям — $l = 3$. Згідно із правилом Клечковського, підрівні заповнюються електронами за порядком збільшення їхньої суми ($n + l$), а якщо для двох підрівнів ця сума однакова, то заповнюється той підрівень, що перебуває на більш близькому до ядра електронному шарі. Так, для $4s$ -підрівня сума ($n + l$) дорівнює $4 + 0 = 4$, а для $3d$ -підрівня сума ($n + l$) дорівнює $3 + 2 = 5$. Отже, енергія $4s$ -підрівня менша, ніж $3d$ -підрівня, і тому він заповнюється раніше. У такий спосіб можна порівнювати енергії будь-яких енергетичних підрівнів.

Будова електронних оболонок атомів і структура Періодичної системи

Число хімічних елементів у періодах

Структура Періодичної системи повністю зумовлюється принципами будови електронної оболонки атомів. Число хімічних елементів, що містяться в кожному періоді, визначається місткістю відповідних енергетичних шарів. Число орбіталей на кожному енергетичному рівні визначається за формулю n^2 , де n — номер енергетичного рівня. Оскільки кожна

орбіталь містить щонайбільше два електрони, то максимальне число електронів на кожному енергетичному рівні буде $2n^2$.

Перший енергетичний рівень може містити максимально два електрони, тому перший період складається лише з двох елементів — Гідрогену та Гелію. В атомі Гелію перший енергетичний рівень завершений.

В атомах усіх елементів другого періоду перший енергетичний рівень також завершений і поступово заповнюється другий енергетичний рівень. Він може містити не більше ніж вісім електронів ($2 \cdot 2^2 = 8$), тому другий період включає вісім хімічних елементів. В атомі Неону, елемента, що завершує другий період, і перший, і другий енергетичні рівні виявляються завершеними.

В атомах хімічних елементів третього періоду відбувається заповнення електронами третього енергетичного рівня ($n = 3$); він може максимально містити 18 електронів ($2 \cdot 3^2 = 18$). Однак у третьому періоді є всього вісім елементів. Це пояснюється тим, що на зовнішньому рівні не може перебувати більше ніж вісім електронів. Заповнення третього енергетичного рівня до 18 електронів відбувається в атомах елементів четвертого періоду, де цей рівень уже не буде зовнішнім.

В атомі Аргону, що завершує третій період, повністю «заселені» електронами $3s$ - і $3p$ -підрівні, а $3d$ -підрівень залишається вільним. Третій рівень іще не завершений.

У четвертому періоді в атомах перших двох елементів — Калію та Кальцію — електрони заселяють четвертий енергетичний рівень ($4s$ -підрівень), а потім у наступних десяти елементів від Скандію до Цинку завершується заповнення третього енергетичного рівня ($3d$ -підрівня). За рахунок цього четвертий період уже містить 18 хімічних елементів. Незважаючи на те що четвертий енергетичний рівень може містити максимально 32 електрони ($2 \cdot 4^2 = 32$), повністю він може заповнитися тільки в елементів шостого періоду. Завдяки цьому шостий і сьомий періоди вже містять по 32 елементи.

Класифікація хімічних елементів

Атомні орбіталі поділяють за типами на s , p , d та f . За цим же принципом можна класифікувати й хімічні елементи. Якщо в атомах хімічного елемента останнім заповнюється s -підрівень, то такі елементи відносять до s -елементів. У Періодичній системі клітинки з такими елементами зазвичай зафарбовують у червоний колір. Якщо

останнім заповнюється p -підрівень, то такий елемент називають p -елементом, і його клітинку в Періодичній системі зафарбовують, як правило, у жовтий колір. d -Підрівень заповнюється в d -елементів (синій колір у Періодичній системі) і f -підрівень у f -елементів (зелений колір).

На кожному енергетичному рівні є s -підрівень, що максимально містить два електрони й серед інших підрівнів певного електронного шару завжди заповнюється першим. Це зумовлюється тим, що кожний період Періодичної системи починається з двох s -елементів.

Починаючи з другого енергетичного рівня, існує p -підрівень, що максимально містить шість електронів, адже й у кожному періоді, починаючи із другого, є по шість p -елементів. Так само кожний період, починаючи із четвертого, містить по десять d -елементів, а починаючи із шостого — ще по чотирнадцять f -елементів, які утворюють дві родини елементів — лантаноїди та актиноїди.

У d - та f -елементів відбувається заповнення підрівнів незовнішнього енергетичного рівня. Так, у d -елементів заповнюється передзовнішній d -підрівень (у d -елементів четвертого періоду, в яких зовнішнім є четвертий енергетичний рівень, заповнюється d -підрівень третього рівня — $3d$, а в d -елементів п'ятого періоду заповнюється $4d$ -підрівень тощо).

Хімічні елементи, в атомах яких відбувається заповнення електронами передзовнішнього енергетичного рівня, називають *перехідними*.

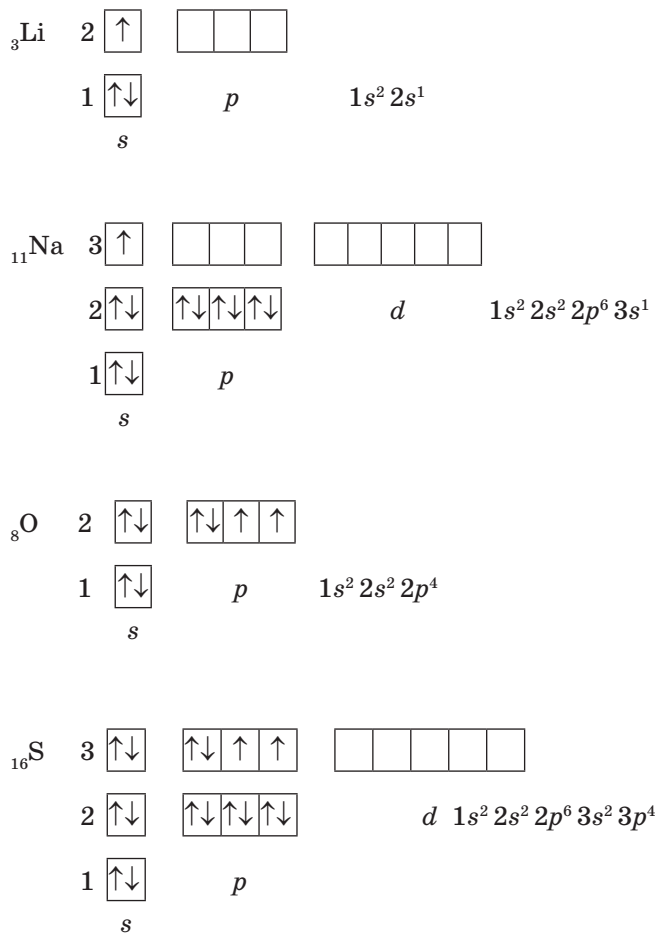
У f -елементів електронами заповнюється передзовнішній f -підрівень: у f -елементів шостого періоду (лантаноїдів) електрони заселяють f -підрівень четвертого рівня ($4f$), а у f -елементів сьомого періоду (актиноїдів) — $5f$.

Таким чином, порядок заповнення орбіталей в електронній оболонці атомів повністю відбивається на структурі Періодичної системи.

Будова електронних оболонок і групи Періодичної системи

Розгляньмо будову електронних оболонок атомів таких хімічних елементів: Літію, Натрію, Оксигену та Сульфуру. Після їх порівняння стає очевидним, що елементи однієї групи мають подібну електронну конфігурацію атомів. В атомах Літію й Натрію, які розташовані в першій групі Періодичної системи, на зовнішньому шарі міститься по одному електрону на s -орбіталах. Відмінність полягає

тільки в тому, що в атомах Літію зовнішнім є другий енергетичний рівень, а в атомах Натрію — третій. Це стосується й атомів Оксигену та Сульфуру. Ці два елементи входять до шостої групи, й на зовнішніх рівнях їхніх атомів розташовано по шість електронів, які однаково розподілені по *s*- та *p*-підрівнях, адже ці дві пари елементів є електронними аналогами.



Якщо розглянути електронні конфігурації двох *d*-елементів однієї групи Періодичної системи, то ми побачимо таку саму подібність.

На підставі електронної будови атомів можна стверджувати, що подібність елементів однієї групи Періодичної системи, у першу чергу, зумовлюється електронною аналогією. Будова зовнішнього електронного шару атомів хімічних елементів, які входять до однієї підгрупи, подібна.

Розподіл елементів по головних та побічних підгрупах також зумовлюється будовою електронних оболонок. До головних підгруп входять тільки *s*- та *p*-елементи, у яких заповнюється

зовнішній енергетичний рівень, а до побічних груп входять *d*-елементи, у яких заповнюється передзовнішній електронний шар.

Будова електронних оболонок та властивості хімічних елементів

Металічні й неметалічні елементи

Хімічні властивості елементів обумовлюються не всіма електронами, а тільки тими, які мають найбільшу енергію. Ці електрони називають валентними.

В атомах елементів головних підгруп валентними є електрони зовнішнього енергетичного рівня. Завершені внутрішні енергетичні рівні атомів суттєво не впливають на їхні хімічні властивості. Число валентних електронів дорівнює номеру групи, у якій перебуває хімічний елемент. Наприклад, атоми Гідрогену, Літію, Натрію та Калію, які розташовані в головній підгрупі I групи, мають по одному валентному електрону, а атоми елементів головної підгрупи IV групи — Карбону й Силіцію — по чотири.

Саме від числа валентних електронів залежить те, є елемент металом чи неметалом, властивості його сполук та значення валентності в цих сполуках.

Якщо в атомах елементів на зовнішньому рівні є невелике число електронів (переважно від одного до чотирьох), то елемент проявляє металічні властивості, а якщо на зовнішньому рівні є більше ніж чотири електрони, то елемент проявляє переважно неметалічні властивості. Чим більшим є число електронів на зовнішньому рівні, тим більше виражені неметалічні властивості й менше — металічні.

Зі збільшенням порядкового номера елемента в Періодичній системі число валентних електронів періодично повторюється, що призводить до періодичної зміни властивостей елементів й утворених ними речовин. Саме тому кожний період починається з металічного елемента й закінчується неметалічним.

В атомах перехідних елементів (*d*-елементів) на зовнішньому енергетичному рівні здебільшого міститься два електрони. Завдяки цьому всі

перехідні елементи відносять до металічних. Усі *f*-елементи так само відносять до металічних.

Атоми, які містять на зовнішньому рівні число електронів, проміжне між металічними й неметалічними (зазвичай це три-чотири), утворюють амфотерні сполуки.

Залежність хімічних властивостей від будови електронної оболонки

Завершені енергетичні рівні, а також зовнішні рівні, які містять вісім електронів, мають підвищену стійкість. Саме цим пояснюється хімічна інертність гелію, неону та аргону: вони взагалі не вступають у хімічні реакції. Атоми всіх інших хімічних елементів намагаються віддати або приєднати електрони, щоб їхня електронна оболонка стала стійкою, при цьому вони перетворюються на заряджені частинки.

Заряджений атом або групу атомів називають йоном. Розрізняють катіони — йони з позитивним зарядом, та аніони — негативно заряджені йони.

Розгляньмо лужний метал Натрій — елемент головної підгрупи I групи. Натрій — активний метал, він легко горить на повітрі, реагує не тільки з кислотами, але й з водою. Висока хімічна активність натрію пояснюється наявністю в його атомах одного валентного електрона. Втрачаючи цей електрон, атом Натрію перетворюється на позитивно заряджений йон Na^+ з електронною конфігурацією інертного газу Неону. Йони Na^+ входять до складу всіх сполук Натрію, наприклад, соди та кухонної солі. На відміну від атомів Натрію, йони Натрію хімічно інертні й практично нешкідливі для організму. Весь Натрій, що міститься в організмі людини (приблизно 90 г), перебуває у вигляді йонів.

Чим більше число електронів міститься на зовнішньому електронному шарі, тим складніше їх віддати, тому зі збільшенням числа електронів на зовнішньому рівні (у періодах) металічні властивості елементів зменшуються.

В атомах галогенів, які утворюють головну підгрупу VII групи, є сім електронів на зовнішньому рівні. До його завершення їм не вистачає всього одного електрона, тому для них найбільш характерний процес приєднання електрона. Так, атом Флуору, приєднуючи один електрон, перетворюється на йон F^- , що має електронну конфігурацію інертного газу й за хімічними властивостями значно відрізняється від простої речовини фтору, яка складається з молекул F_2 .

Атоми інших неметалічних елементів, так само, як і атоми галогенів, прагнуть завершити зовнішній енергетичний рівень шляхом приєднання електронів, тому що йони з електронною конфігурацією інертного газу мають підвищену стійкість. Чим більше електронів не вистачає до завершення електронного шару, тим важче їх приєднувати, адже чим менше електронів на зовнішньому рівні, тим слабше виявлені неметалічні властивості.

Отже, металічні властивості обумовлюються здатністю віддавати електрони, а неметалічні — здатністю їх приєднувати. У періоді зі збільшенням порядкового номера металічні властивості зменшуються, а неметалічні — зростають. Кожний період починається найбільш активним (серед елементів певного періоду) металічним елементом, а наприкінці періоду розташований найбільш активний неметалічний елемент (у групі VII) та інертний газ (у групі VIII).

Електронні конфігурації йонів можна вивести з електронних конфігурацій атомів, додавши до них або віднявши від них потрібне число електронів. Наприклад, електронна конфігурація атома Літію — $1s^2 2s^1$, а йона Літію Li^+ — $1s^2$, що збігається з конфігурацією атома інертного газу Гелію.

При утворенні аніонів додаткові електрони займають вільні орбіталі. Наприклад, конфігурація атома Хлору $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$, а йона Cl^- — $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, що збігається з електронною конфігурацією атома інертного газу Аргону.

Радіус атома

Розмір ядра атома порівняно з розміром атома дуже незначний, тому атомне ядро жодним чином не впливає на розмір атомів. Радіус атомів повністю зумовлюється розміром електронної оболонки, а точніше — числом електронних шарів (енергетичних рівнів).

В атомів хімічних елементів одного періоду число електронних шарів, що заповнюється, однакове, адже й радіус їхніх атомів має бути однаковим. Проте в періоді зі збільшенням порядкового номера хімічного елемента заряд ядра послідовно зростає. Електрони зі збільшенням заряду ядра притягуються до нього сильніше, і тому в періоді радіус атомів поступово зменшується.

У головних підгрупах зі збільшенням порядкового номера елемента (згори вниз) зростає

число зайнятих енергетичних рівнів. Саме тому радіус атомів хімічних елементів однієї групи збільшується.

Зміна радіусів атомів у групах пояснює зміну металічних властивостей елементів однієї групи. Чим далі від ядра розташовані валентні електрони (електрони зовнішнього енергетичного рівня), тим менше вони притягуються до ядра, адже зовнішні електрони зі збільшенням радіуса легше віддавати, і це призводить до того, що металічні властивості, які обумовлені здатністю елементів віддавати електрони, у групах зростають. Водночас неметалічні властивості елементів у групах зі збільшенням радіуса атомів (порядкового номера) зменшуються. Металічні властивості, таким чином, найбільш яскраво виражені в нижнього елемента підгрупи, а неметалічні — у верхнього.

З огляду на зміни металічних властивостей у періодах, можна стверджувати, що серед усіх хімічних елементів найбільш активним металічним елементом є Францій (оскільки Францій у природі не виявлений, а добутий штучно ядерним синтезом, то серед існуючих елементів найбільш активний металічний елемент — Цезій). А найбільш активний неметалічний елемент — Флуор.

Електронегативність хімічних елементів

Здатність атома притягувати валентні електрони інших атомів називають *електронегатив-*

ністю. Найсильніше притягують електрони атоми найбільш активних неметалічних елементів — Флуору, Оксигену, Хлору, — адже їм для завершення зовнішнього рівня не вистачає одного або двох електронів. І електрони, які вони будуть приймати, розташуються досить близько до ядра — на другому або третьому електронному шарі. Тому електронегативність цих елементів найбільша. Найлегше віддають електрони атоми активних металічних елементів, у першу чергу лужних: Літію, Натрію, Калію тощо. Вони характеризуються найменшою електронегативністю.

Оскільки електронегативність — це властивість, яка також пов'язана з прийомом—утратою електронів, то й змінюватися в Періодичній системі вона буде так само, як і металічні властивості: у періодах електронегативність збільшується зліва направо, а в групах знизу вгору, адже елемент із найбільшою електронегативністю — Флуор, а з найменшою — Цезій.

Спосіб кількісного визначення електронегативності вперше розробив американський хімік Лайнус Полінг. За шкалою Полінга, електронегативність Флуору становить 3,98 (округлено 4), на другому місці перебуває Оксиген (3,44), на третьому — Хлор (3,16). Гідроген і типові неметалічні елементи розташовані посередині шкали; значення їхніх електронегативностей приблизно дорівнюють 2. Активні металічні елементи мають значення електронегативностей менші ніж 1,6.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте прізвище вченого, який запропонував планетарну модель будови атомів:

- А Ернест Резерфорд;
Б Сванта Ареніус;
В Антуан Лавуазьє;
Г Дмитро Іванович Менделєєв.

А
Б
В
Г

2. Позначте хімічний елемент, атоми якого мають електронну конфігурацію зовнішнього електронного рівня $3s^23p^3$:

- А Нітроген;
Б Бор;

А
Б
В
Г

- В Алюміній;
Г Фосфор.

3. Позначте правильне твердження щодо радіоактивного випромінювання:

- А α -випромінювання є найпроникливішим серед усіх видів радіоактивного випромінювання;
Б при α -розпаді атома виділяється ядро атома Гелію;
В γ -випромінювання є найменш проникним серед усіх видів радіоактивного випромінювання;
Г радіоактивне випромінювання нешкідливе для здоров'я.

А
Б
В
Г

4. Позначте правильне твердження про склад атома нукліду Оксиген-18:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

- А в атомах цього нукліду електронів міститься на 2 менше, ніж протонів;
 Б атоми цього нукліду містять по 18 електронів;
 В в ядрі атома цього нукліду міститься 10 нейтронів;
 Г атоми цього нукліду містять таке саме число нейтронів, що й атоми нукліду Оксиген-16.

5. Позначте електронну конфігурацію атома Сульфуру:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

- А $1s^2 2s^2 2p^6$;
 Б $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
 В $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$;
 Г $1s^2 2s^2 2p^6 3s^6$.

6. Позначте частинку, що міститься у складі атомів і не має заряду:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

- А протон;
 Б електрон;
 В нейтрон;
 Г йон.

7. Позначте частинку, що міститься у складі речовин і має електричний заряд:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

- А атом;
 Б молекула;
 В нейтрон;
 Г йон.

8. Позначте електронну конфігурацію s-елемента:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

- А $1s^2 2s^2 2p^3$;
 Б $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$;
 В $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$;
 Г $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

9. Установіть відповідність між числом електронів на зовнішньому енергетичному рівні та назвою хімічного елемента.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- | | |
|------------------|------------------|
| Число електронів | Хімічний елемент |
| 1 2; | А Сульфур; |
| 2 5; | Б Карбон; |
| 3 4; | В Неон; |
| 4 6. | Г Фосфор; |
| | Д Кальцій. |

10. Установіть відповідність між нуклідом та вмістом нейтронів у ядрі його атомів.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- | | |
|--------------|-----------------|
| Нуклід | Число нейтронів |
| 1 Хлор-37; | А 16; |
| 2 Флуор-19; | Б 7; |
| 3 Карбон-13; | В 5; |
| 4 Фосфор-31. | Г 10; |
| | Д 20. |

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність зростання електронегативності елементів:

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- А Нітроген;
 Б Алюміній;
 В Хлор;
 Г Калій.

12. Установіть елементи в порядку зростання числа електронів на зовнішньому енергетичному рівні їх атомів:

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- А Плюмбум;
 Б Сульфур;
 В Натрій;
 Г Бром.

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

13. Обчисліть масову частку (у відсотках) нукліду ^{31}P у природній суміші фосфору, якщо вважати, що в природі існують тільки нукліди ^{31}P та ^{30}P .

14. Обчисліть відносну атомну масу нукліду Флуору, ядра якого містять таке саме число нейтронів, що і ядра нукліду Оксигену-18.

ТЕМА 5. ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК І БУДОВА РЕЧОВИНИ

(День 11–13)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть причину, завдяки якій алмаз має високу твердість:
А складається з атомів Карбону;
Б має атомні кристалічні ґратки;
В не має забарвлення;
Г має високу температуру плавлення.
2. Укажіть тип зв'язку, що утворений атомами з однаковою електронегативністю:
А ковалентний полярний;
Б ковалентний неполярний;
В йонний;
Г металічний.
3. Укажіть причину, завдяки якій вода у твердому стані є крихкою речовиною:
А складається з молекул H_2O ;
Б має молекулярні кристалічні ґратки;
В не має забарвлення;
Г має низьку температуру плавлення.
4. Укажіть тип зв'язку, що утворений атомами з невеликою різницею електронегативностей:
А йонний;
Б ковалентний неполярний;
В ковалентний полярний;
Г металічний.
5. Укажіть причину, завдяки якій вода у твердому стані є крихкою речовиною:
А складається з атомів Гідрогену й Оксигену;
Б має йонні кристалічні ґратки;
В є сполукою молекулярної будови;
Г має високу температуру плавлення.

6. Укажіть тип зв'язку, що утворюється між атомами Калію та Флуору:
А ковалентний полярний;
Б ковалентний неполярний;
В йонний;
Г металічний.

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте правильні твердження щодо ковалентного полярного зв'язку:
1 зв'язок утворюється виключно за рахунок електростатичної взаємодії атомів;
2 зв'язок утворюється за рахунок спільної електронної пари;
3 зв'язок може утворюватися між атомами p -елементів;
4 спільна електронна пара зміщена у бік одного з атомів;
5 спільна електронна пара в однаковій мірі належить обом атомам;
6 зв'язок утворюється між атомами з однаковою електронегативністю.
- Варіанти відповідей:
А 2, 3, 4;
Б 1, 2, 3;
В 4, 5, 6;
Г 1, 3, 5.

8. Позначте сполуки з ковалентним полярним зв'язком:
1 HBr ;
2 P_4 ;
3 CaO ;
4 NH_3 ;
5 $NaCl$;
6 NO_2 .
- Варіанти відповідей:
А 1, 3, 5;
Б 1, 4, 6;
В 2, 4, 6;
Г 2, 5, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між відмінностями у фізичних властивостях речовин та причинами цього:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- метаналь за звичайних умов – газ, а метанол – рідина;
- температура кипіння пентану вища, ніж метану;
- золото пластичне, а кухонна сіль крихка;
- йодидна кислота сильна, а флуоридна – ні.

- А Довжина хімічного зв'язку;
 Б наявність водневого зв'язку;
 В відмінність розмірів молекул;
 Г відмінність кристалічних ґраток;
 Д відмінність молекулярних мас речовин.

10. Установіть відповідність між відмінностями у фізичних властивостях речовин та причинами цього:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- гліцерол більш в'язкий за пропанол;
- температура кипіння етанолу більша, ніж метанолу;
- графіт проводить електричний струм, а алмаз – ні;
- радіус атома Сульфуру більший, ніж Оксигену.

- А Різне число електронних рівнів;
 Б наявність водневого зв'язку;
 В відмінність атомних мас елементів;
 Г відмінність кристалічних ґраток;
 Д відмінність молекулярних мас речовин.

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть речовини в порядку зростання їх температур плавлення:

- А алмаз;
 Б натрій хлорид;
 В ртуть;
 Г вода.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть число електронів, що віддає атом Сульфуру при окисненні натрій сульфїту.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Умови виникнення хімічного зв'язку

Хімічний зв'язок — це взаємодія атомів, здійснювана шляхом обміну електронами або їхнім переходом від одного атома до іншого.

Не всі атоми можуть взаємодіяти між собою. Буває так, що при зближенні атомів та перекиванні їхніх електронних орбіталей молекула не утворюється. Наприклад, якщо два атоми Гелію наближаються один до одного, то загальна

енергія увесь час збільшується, і молекула He_2 утворитися не може.

Електронні оболонки атомів інертних газів відзначаються особливою стійкістю, чим і пояснюється їхня хімічна інертність. Атоми всіх інших елементів при утворенні хімічного зв'язку прагнуть змінити електронну оболонку до конфігурації найближчого інертного газу, віддаючи або приєднуючи електрони. Тільки в цьому разі утворюються стійкі молекули. Це твердження називають *правилом октету Льюїса*.

Ковалентний зв'язок

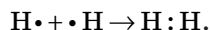
Утворення ковалентного зв'язку

При утворенні хімічного зв'язку атоми прагнуть до того, щоб на їхньому зовнішньому енергетичному рівні було два (у випадку з Гідрогеном) або вісім (октет) електронів. Цього можна досягти кількома способами. Найпоширеніший з них полягає в об'єднанні неспарених електронів у спільні електронні пари, які одночасно належать обом атомам.

Хімічний зв'язок, що виникає внаслідок утворення спільних електронних пар, називають ковалентним.

У найпростішому з відомих атомів — атомі Гідрогену — на зовнішньому електронному рівні перебуває один електрон: при зображенні утворення хімічного зв'язку заведено позначати електрони зовнішнього енергетичного рівня (валентні електрони) крапкою або хрестиком: $\text{H}\cdot$.

Такі формули називають формулами Льюїса, або електронно-крапковими формулами. За допомогою таких формул утворення молекули H_2 можна записати у вигляді схеми:



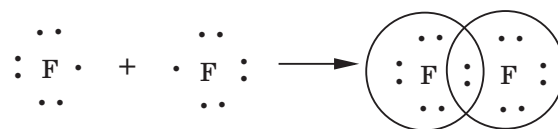
Таким чином, кожний атом Гідрогену віддає свій валентний електрон у спільне користування. При цьому утворюється спільна електронна пара, що одночасно однаковою мірою належить обом атомам Гідрогену. Кожен атом Гідрогену завдяки цьому має електронну конфігурацію інертного газу (атома Гелію), тобто повністю заповнений зовнішній електронний шар, що зумовлює стійкість молекули водню.

Спільну електронну пару, яка зумовлює хімічний зв'язок, можна позначити рискою. Таким чином, отримуємо структурну формулу водню:



Атоми неметалів другого періоду прагнуть доповнити електронну оболонку до октету. Атом Флуору містить на зовнішньому рівні сім електронів — три електронні пари та один неспарений електрон.

До завершення зовнішнього рівня атому Флуору не вистачає одного електрона, тому кожний з атомів віддає у спільне користування по одному неспареному електрону:



або $\text{F}-\text{F}$.

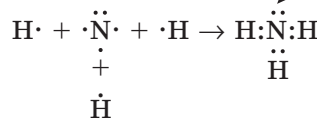
Таким чином, кожний з атомів одержує на зовнішньому рівні по вісім електронів (октет), з яких два перебувають у спільному користуванні, а шість (три пари) не беруть участі в утворенні хімічного зв'язку й належать лише одному атому (неподілені електронні пари).

Донорно-акцепторний механізм утворення ковалентного зв'язку

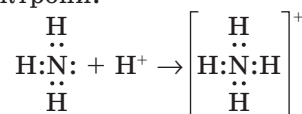
Наведений вище механізм утворення ковалентного зв'язку називають обмінним. Але ковалентний зв'язок може утворитися і в інший спосіб — донорно-акцепторний. В обмінному механізмі два атоми для утворення спільної електронної пари надають по одному електрону. Але можливі випадки, коли неподілена електронна пара одного атома стає спільною. У цьому разі цей атом стає донором електронної пари, а інший атом, у якого є вільні електронні орбіталі, стає акцептором електронної пари, тобто приймає «чужу» електронну пару на свою вільну орбіталь. У такий спосіб для обох атомів ця електронна пара стає спільною, а отже утворюється ковалентний зв'язок.

Класичним прикладом утворення ковалентного зв'язку за донорно-акцепторним механізмом є утворення йону амонію NH_4^+ . У молекулі амоніаку NH_3 атому Нітрогену належить чотири електронні пари: три з них є спільними з трьома атомами Гідрогену, а четверта — неподілена.

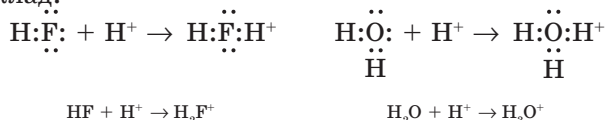
неподілена електронна пара



За участю цієї електронної пари атом Нітрогену може утворити четвертий зв'язок за донорно-акцепторним механізмом з йоном Гідрогену H^+ , на орбіталах якого взагалі відсутні електрони:



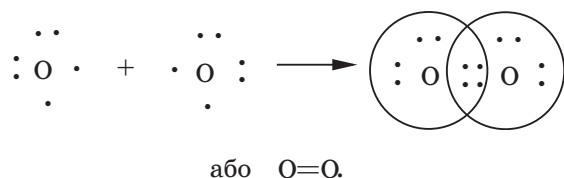
При цьому позитивний заряд буде локалізований не на атомі Гідрогену, а на всій частинці NH_4^+ . А всі утворені атомом Нітрогену чотири зв'язки однакові й не відрізняються один від одного. Тобто немає різниці, за яким механізмом утворюється ковалентний зв'язок, головне, що утворюється спільна електронна пара. Донорно-акцепторний механізм є досить поширеним, за ним утворюється багато різних сполук, наприклад:



Утворення подвійного та потрійного зв'язків

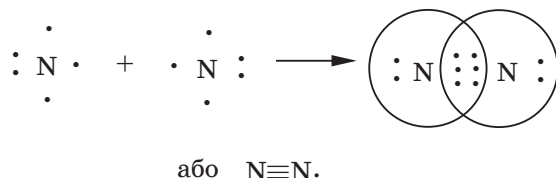
При взаємодії двох атомів, кожен з яких має кілька неспарених електронів, утворюється відразу кілька спільних електронних пар. Прикладом може слугувати молекула кисню O_2 . В атомі Оксигену на зовнішньому рівні перебуває шість електронів: дві електронні пари й два неспарені електрони.

Ці неспарені електрони беруть участь в утворенні двох спільних електронних пар:



Такий хімічний зв'язок називають подвійним і позначають двома рисками. Зв'язок, утворений однією парою електронів, називають одинарним (або ординарним, тобто звичайним).

В атомах Нітрогену на зовнішньому електронному рівні перебуває три неспарені електрони. Завдяки їм при утворенні молекули азоту N_2 утворюються три спільні електронні пари:

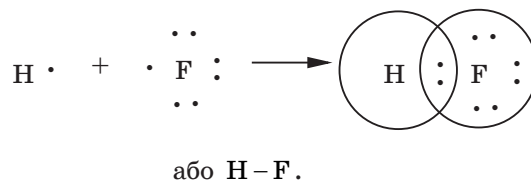


Зв'язок у молекулі азоту називають *потрійним*.

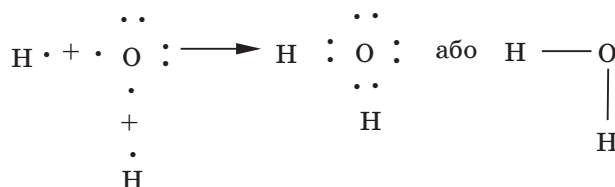
Властивість хімічного зв'язку, зумовлену числом спільних електронних пар, називають *кратністю хімічного зв'язку*. В одинарного зв'язку кратність дорівнює одиниці, у подвійного — двом тощо.

Утворення зв'язку між різними атомами

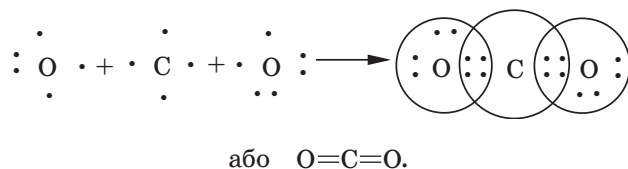
У молекулі гідроген флуориду HF атом Гідрогену за рахунок «чужого» електрона завершує перший енергетичний рівень, а атом Флуору F — другий:



Якщо в одному атомі є кілька неспарених електронів, то він може утворювати ковалентні зв'язки відразу з кількома атомами. У молекулі води атом Оксигену утворює два ковалентні зв'язки з двома атомами Гідрогену:



Між атомами різних елементів можуть також утворюватися і подвійні зв'язки. Наприклад, у молекулі вуглекислого газу CO_2 між атомами Карбону й Оксигену:



У цьому разі кожен з атомів Оксигену утворює подвійний зв'язок, а атом Карбону — два подвійні зв'язки.

Властивості хімічного зв'язку

Полярність ковалентного зв'язку

У молекулах водню, фтору й фтороводню між атомами утворюється ковалентний зв'язок за рахунок утворення спільної електронної пари. Атоми різних хімічних елементів здатні притягувати валентні електрони інших атомів. Цю властивість називають *електронегативністю*. Однакові атоми однаково притягують електрони, тому в молекулах фтору й водню спільна електронна пара однаково притягується до обох

атомів і належить їм обом однаковою мірою. Такий ковалентний зв'язок називають *неполярним*. У всіх простих речовинах, утворених неметалами (наприклад, H_2 , N_2 , O_2 , S_2), хімічні зв'язки неполярні.

Атоми Гідрогену та Флуору притягують електрони по-різному. У Флуору електронегативність більша, ніж у Гідрогену, тому атоми Флуору дужче притягують спільну електронну пару, аніж атоми Гідрогену. Це призводить до зміщення спільної електронної пари в бік атома Флуору й збільшення на ньому електронної густини. Спільна електронна пара, зокрема й електрон, що віддав у спільне користування атом Гідрогену, більше часу проводить на атомі Флуору, аніж на атомі Гідрогену. Як наслідок, на атомі Флуору з'являється частковий надлишковий негативний заряд, оскільки заряд його ядра не може компенсувати заряд нового електрона. А на атомі Гідрогену, навпаки: електронна густина зменшується, тому на ньому з'являється позитивний заряд, оскільки заряд ядра атома Гідрогену тепер не повністю компенсується електроном:



Літера δ означає, що заряд на атомах менший від заряду електрона й має нецілочисельне значення. Заряд на атомі Гідрогену точно дорівнює заряду на атомі Флуору, але з іншим знаком, і в сумі заряд молекули дорівнює нулю, тобто молекула залишається електронейтральною.

Ковалентний зв'язок, утворений між атомами різних елементів, називають *полярним* (оскільки в молекулі з'являються полюси електричного заряду). У ковалентному полярному зв'язку спільна електронна пара зміщена до того атома, який сильніше притягує електрони, тобто до атома з більшою електронегативністю. Чим сильнішим є це зміщення, тим більша полярність зв'язку. Чим більшою є різниця електронегативностей, тим сильніше спільна електронна пара зміщена до більш електронегативного атома й тим більша полярність ковалентного зв'язку.

Для того щоб зв'язок залишався ковалентним, різниця електронегативностей не повинна перевищувати 2 (за шкалою Полінга).

Довжина зв'язку

Відстань між ядрами зв'язаних атомів називають довжиною зв'язку. Атоми зближаються на таку відстань, при якій досягається найбільше перекривання їхніх електронних орбіталей,

а енергія молекули стає мінімальною. Довжина зв'язку співмірна з розмірами атомів і зазвичай становить 0,1—0,2 нм.

Довжина зв'язку залежить від радіуса атомів. Чим більші радіуси атомів, тим більшою є довжина зв'язку між ними. Так, у ряді галогенів зі збільшенням порядкового номера збільшується радіус атомів унаслідок того, що в електронній оболонці атомів галогенів збільшується число енергетичних рівнів. Тому в ряді галогеноводнів збільшується довжина зв'язку: від найменшої у фтороводню до найбільшої в йодоводню.

Довжина зв'язку залежить від кратності зв'язку. Чим більшою є кратність зв'язку, тим менша відстань між атомами. В атомів хімічних елементів другого періоду радіуси атомів приблизно однакові, але в ряді фтор F_2 — кисень O_2 — азот N_2 довжина зв'язку в молекулах істотно зменшується, тому що в молекулі фтору одинарний зв'язок, кисню — подвійний, а азоту — потрійний.

Енергія зв'язку

Енергія зв'язку — це кількість енергії, необхідна для розриву 1 моль однакових зв'язків. Енергія зв'язку (E) вимірюється в кДж/моль.

Енергія зв'язку залежить, у першу чергу, від природи атомів, що утворюють зв'язок, а також від довжини зв'язку та її кратності. Чим меншою є довжина зв'язку, тим ближче розташовані атоми й тим сильніше вони взаємодіють один з одним, тим вища енергія їхнього зв'язку. У молекулах галогеноводнів від фтороводню до йодоводню довжина зв'язку збільшується, значить енергія зв'язку зменшується: від найбільш сильної у фтороводню до найбільш слабкої в йодоводню.

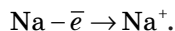
Енергія зв'язку залежить також від його кратності: потрійний зв'язок міцніший за подвійний, а подвійний міцніший, ніж одинарний.

Йонний зв'язок

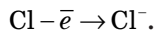
Утворення йонного зв'язку

Йонний зв'язок за механізмом утворення нагадує ковалентний, але має принципову відмінність: у речовинах з йонним зв'язком атоми жорстко не з'єднуються один з одним, а просто притягуються електростатичними взаємодіями.

Атоми лужних елементів, наприклад Натрію, у хімічних реакціях легко віддають валентні електрони й перетворюються на йони з електронною конфігурацією інертного газу:



Атоми галогенів — типові неметалічні елементи — у хімічних реакціях приймають електрони й перетворюються на йони з електронною конфігурацією найближчого інертного газу:



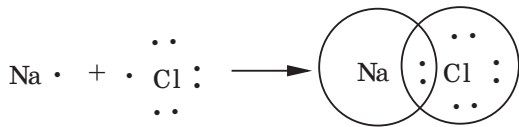
При взаємодії двох атомів, один з яких віддає електрон, а інший його приймає, електрон переходить від одного атома до іншого. Атом, що віддав електрон, перетворюється на позитивно заряджений йон (катіон), а атом, що прийняв електрон, — на негативно заряджений йон (аніон).

Між цими різнойменно зарядженими йонами виникає електростатичне притягування, сила якого залежить від зарядів йонів та їхніх радіусів.

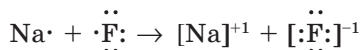
Хімічний зв'язок, що виникає в результаті притягування протилежно заряджених йонів, називається йонним.

Критерій утворення йонного зв'язку

Утворення йонного зв'язку можна також розглядати й з точки зору утворення спільної електронної пари:



Але атоми Натрію й Хлору суттєво відрізняються за електронегативністю й атом Хлору настільки сильніше притягує спільну електронну пару, що вона повністю переходить до нього, а атому Натрію вже не належить. Таким чином, електрон, що перебував на зовнішньому рівні атома Натрію, утворює спільну електронну пару й переходить у повну власність атома Хлору. Атом Натрію втрачає один електрон і перетворюється на йон, а атом Хлору, навпаки, здобуває один електрон і також перетворюється на йон, але з протилежним зарядом.



Йонний зв'язок можна розглядати як граничний випадок ковалентного полярного зв'язку, коли спільна електронна пара повністю перейшла до одного з атомів. Йонний зв'язок

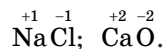
утворюється між атомами елементів із великою різницею між їхніми значеннями електронегативностей, зазвичай між атомами типових металічних і неметалічних елементів. Умовно вважають, що зв'язок є йонним, якщо різниця електронегативностей двох елементів перевищує 2. Якщо ж різниця між електронегативностями елементів менша, аніж 2, то зв'язок вважають ковалентним полярним.

Йонний зв'язок характерний для основних оксидів, лугів та солей.

Ступінь окиснення

Ступінь окиснення — це умовний заряд на атомі в молекулі або кристалі, який би виник на ньому, коли б усі полярні зв'язки, утворені ним, мали йонний характер.

На відміну від валентності, ступінь окиснення може бути позитивним, негативним або дорівнювати нулю. У найпростіших йонних сполуках ступінь окиснення збігається із зарядами йонів. Наприклад, у натрій хлориді NaCl (Na^+Cl^-) Натрій має ступінь окиснення +1, а Хлор –1, у кальцій оксиді CaO ($\text{Ca}^{+2}\text{O}^{-2}$) Кальцій виявляє ступінь окиснення +2, а Оксиген — –2. Це правило поширюється на всі основні оксиди: ступінь окиснення металічного елемента дорівнює заряду йона металу (Натрію +1, Барію +2, Алюмінію +3), а ступінь окиснення Оксигену дорівнює –2. Ступінь окиснення позначають арабськими цифрами, які ставлять над символом елемента, подібно до валентності, причому спочатку вказують знак заряду, а потім його чисельне значення:



Якщо модуль ступеня окиснення дорівнює одиниці, то число «1» можна не ставити й писати тільки знак: Na^+Cl^- .

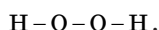
Ступінь окиснення й валентність — споріднені поняття. У багатьох сполуках абсолютна величина ступеня окиснення елементів збігається з їхньою валентністю. Однак існує чимало випадків, коли валентність відрізняється від ступеня окиснення.

У простих речовинах — неметалах існує ковалентний неполярний зв'язок, спільна електронна пара не зміщується до жодного з атомів, тому ступінь окиснення елементів у простих речовин завжди дорівнює нулю. Але атоми один з одним зв'язані, тобто проявляють певну валентність,

як, наприклад, у кисні валентність Оксигену дорівнює II, а в азоті валентність Нітрогену — III:



У молекулі гідроген пероксиду валентність Оксигену також дорівнює II, а Гідрогену — I:



Але ступінь окиснення Оксигену в цій сполуці дорівнює -1 , оскільки один з утворених Оксигеном зв'язків неполярний.

Хоча ступінь окиснення й валентність — різні поняття, іноді їх уживають одне замість іншого. Так, якщо говорять про те, що валентність Натрію в натрій хлориді дорівнює I, то мають на увазі ступінь окиснення Натрію, що дорівнює $+1$. Узагалі металічні елементи рідко утворюють ковалентні зв'язки, тому під валентністю металічних елементів у сполуках мають на увазі їхній ступінь окиснення. Наприклад, називаючи речовину ферум(III) оксидом, мають на увазі, що Ферум у цій сполуці виявляє ступінь окиснення $+3$.

Визначення можливих ступенів окиснення елементів

Ступені окиснення, які елементи можуть виявляти в різних сполуках, у більшості випадків можна визначити за будовою зовнішнього електронного рівня або за місцем елемента в Періодичній системі.

Атоми металічних елементів можуть тільки віддавати електрони, тому в сполуках вони проявляють позитивні ступені окиснення. Його абсолютне значення в багатьох випадках (за винятком *d*-елементів) дорівнює числу електронів на зовнішньому рівні, тобто номеру групи в Періодичній системі. Атоми *d*-елементів можуть віддавати також електрони з передзовнішнього рівня, а саме — з незаповнених *d*-орбіталей. Тому для *d*-елементів визначити всі можливі ступені окиснення значно складніше, ніж для *s*- і *p*-елементів. З упевненістю можна стверджувати, що більшість *d*-елементів виявляють ступінь окиснення $+2$ завдяки електронам зовнішнього електронного рівня, а максимальний ступінь окиснення в більшості випадків дорівнює номеру групи.

Атоми неметалічних елементів можуть виявляти як позитивні, так і негативні ступені окиснення, залежно від того, з атомом якого елемента вони утворюють зв'язок. Якщо елемент більш електронегативний, то він проявляє негативний ступінь окиснення, а якщо менш електронегативний — позитивний.

Абсолютне значення ступеня окиснення неметалічних елементів можна визначити за будовою зовнішнього електронного шару. Атом здатний прийняти стільки електронів, щоб на його зовнішньому рівні розташувалося вісім електронів: неметалічні елементи VII групи приймають один електрон і виявляють ступінь окиснення -1 , VI групи — два електрони й виявляють ступінь окиснення -2 тощо.

Неметалічні елементи здатні віддавати різне число електронів: щонайбільше стільки, скільки розташовано на зовнішньому енергетичному рівні. Інакше кажучи, максимальний ступінь окиснення неметалічних елементів дорівнює номеру групи. Завдяки промотуванню електронів на зовнішньому рівні атомів число неспарених електронів, які атом може віддавати в хімічних реакціях, буває різним, тому неметалічні елементи здатні виявляти різні проміжні значення ступеня окиснення.

Можливі ступені окиснення *s*- і *p*-елементів

Група ПС	I	II	III	IV	V	VI	VII
Вищий ступінь окиснення	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Проміжний ступінь окиснення				+2, 0	+3, 0	+4, +2, 0	+5, +3, +1, 0
Нижчий ступінь окиснення	0	0	0	-4	-3	-2	-1

Визначення ступенів окиснення у сполуках

Будь-яка молекула електронейтральна, тому сума ступенів окиснення атомів усіх елементів має дорівнювати нулю. Визначимо ступінь окиснення в сульфур(IV) оксиді SO_2 та у фосфор(V) сульфіді P_2S_5 .

Сульфур(IV) оксид SO_2 утворений атомами двох елементів. З них електронегативність більша в Оксигену, тому атоми Оксигену будуть мати негативний ступінь окиснення. Для Оксигену він дорівнює -2 . У цьому разі Сульфур виявляє позитивний ступінь окиснення. У різних сполуках Сульфур може виявляти різні ступені окиснення, тому в цьому разі його необхідно обчислити. У молекулі SO_2 два атоми Оксигену зі ступенем окиснення -2 , тому спільний заряд атомів Оксигену дорівнює -4 . Для того, щоб молекула була

електронейтральною, атом Сульфуру має повністю нейтралізувати заряд обох атомів Оксигену, тому ступінь окиснення Сульфуру дорівнює +4:



У молекулі фосфор(V) сульфіді P_2S_5 більш електронегативним елементом є Сульфур, тобто він виявляє негативний ступінь окиснення, а Фосфор — позитивний. Для Сульфуру негативний ступінь окиснення становить тільки -2 . Разом п'ять атомів Сульфуру несуть негативний заряд, що дорівнює -10 . Тому два атоми Фосфору мають нейтралізувати цей заряд зі спільним зарядом $+10$. Оскільки атомів Фосфору в молекулі два, то кожний повинен мати ступінь окиснення $+5$:



Складніше обчислювати ступінь окиснення не в бінарних сполуках — солях, основах та кислотах. Але для цього також слід скористатися принципом електронейтральності, а ще пам'ятати про те, що в більшості сполук ступінь окиснення Оксигену становить -2 , Гідрогену $+1$.

Розгляньмо це на прикладі калій сульфату K_2SO_4 . Ступінь окиснення Калію в сполуках може бути тільки $+1$, а Оксигену -2 :



Із принципу електронейтральності обчислюємо ступінь окиснення Сульфуру:

$$2(+1) + 1(x) + 4(-2) = 0, \text{ звідки } x = +6.$$

При визначенні ступенів окиснення елементів у сполуках слід дотримуватися таких правил:

1. Ступінь окиснення елемента в простій речовині дорівнює нулю.
2. Флуор — найбільш електронегативний хімічний елемент, тому ступінь окиснення Флуору у всіх сполуках дорівнює -1 .
3. Оксиген — найбільш електронегативний елемент після Флуору, тому ступінь окиснення Оксигену у всіх сполуках, окрім фторидів, негативний: у більшості випадків він дорівнює -2 , а в пероксидах — -1 .
4. Ступінь окиснення Гідрогену в більшості сполук дорівнює $+1$, а в сполуках з металічними елементами (гідридах) — -1 .
5. Ступінь окиснення металів у сполуках завжди позитивний.
6. Більш електронегативний елемент завжди має негативний ступінь окиснення.
7. Сума ступенів окиснення всіх атомів у молекулі дорівнює нулю.

Металічний зв'язок

Метали мають низку спільних фізичних властивостей:

- добру електропровідність;
- добру теплопровідність;
- металічний блиск;
- добру пластичність (ковкість);
- зазвичай високу твердість;
- як правило, перебувають у твердому агрегатному стані.

Такі спільні фізичні властивості металів зумовлені наявністю в металів особливого типу хімічного зв'язку — металічного. Наявність таких властивостей, як електропровідність і теплопровідність, указує на значну рухливість електронів у металах.

Атоми металів на зовнішньому електронному рівні мають невелику кількість електронів, які досить слабо взаємодіють з ядром, отже, можуть легко віддаватися. Таким чином, кожний атом металу віддає у спільне користування щонайменше по одному електрону зі свого зовнішнього електронного рівня. Усі електрони можуть вільно переміщатися по всьому металічному кристалу й утворюють так званий «електронний газ». Присутністю вільних електронів та їхнім рухом по всьому зразку металу пояснюється значна електропровідність, теплопровідність металів та їхній характерний металічний блиск.

Водневий зв'язок

Хімічний зв'язок між позитивно поляризованими атомами Гідрогену однієї молекули (або її частини) і негативно поляризованими атомами дуже електронегативних елементів, що мають неподілені електронні пари, іншої молекули (або її частини), називають **водневим**.

Водневий зв'язок може утворюватися за участю таких елементів, як Оксиген, Флуор та Нітроген. Атоми цих елементів мають високу електронегативність і характеризуються невеликими розмірами. Водневий зв'язок буде набагато слабший з атомами більшого розміру як, наприклад, атоми Хлору або Сульфуру, хоча за електронегативністю ці атоми порівнянні з Нітрогеном.

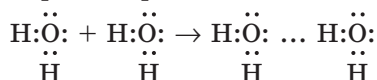
Механізм утворення водневого зв'язку має частково електростатичний характер, а частково донорно-акцепторний.

У молекулі води між атомами Оксигену і Гідрогену існує ковалентний полярний зв'язок,

завдяки чому на атомах Оксигену з'являється негативний електричний заряд, а на атомах Гідрогену — позитивний. При цьому в атома Оксигену є дві неподілені електронні пари:



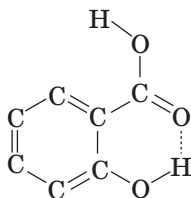
Цими електронними парами атом Оксигену має можливість утворити додатковий зв'язок з іншими частинками, у яких бракує електронів, наприклад з атомом Гідрогену іншої молекули води. Цей зв'язок називають водневим і позначають трьома крапками:



У такий спосіб кожна молекула води може утворити по чотири водневі зв'язки із сусідніми молекулами води. Це зумовлює специфічну структуру твердої води і пояснює меншу густину льоду у порівнянні з рідкою водою.

Водневий зв'язок може утворюватися не тільки між молекулами води, а й між молекулами інших речовин. Впізнати, які речовини можуть утворювати водневий зв'язок, можна за їхньою хімічною формулою. Якщо в молекулі речовини є групи —ОН або —NH₂, то з великою імовірністю такі молекули утворюють водневі зв'язки. Так, молекули спиртів та карбонових кислот, у яких наявна група —ОН, утворюють міцні водневі зв'язки між собою, а також і з молекулами води.

Водневий зв'язок може бути не тільки міжмолекулярним, а й внутрішньомолекулярним, тобто утворюватися між атомами однієї молекули, як, наприклад, у молекулі саліцилової кислоти, з якої добувають аспірин:



Водневий зв'язок не такий міцний, як ковалентний, але достатній для того, щоб утримувати молекули води на певній відстані. Завдяки додатковому зв'язуванню за рахунок водневих зв'язків у воді надзвичайно висока температура кипіння і плавлення у порівнянні з аналогічними їй речовинами. Наприклад, молекула сірководню H₂S за електронною будовою нагадує молекулу води, але в ній замість атома Оксигену міститься атом Сульфуру. Не зважаючи на те,

що молекула сірководню майже у два рази важча за молекулу води, сірководень кипить набагато легше: його температура кипіння —60,8 °С проти +100 °С у води. Це пояснюється тільки тим, що на відміну від води молекули сірководню водневий зв'язок не утворюють.

Енергія водневого зв'язку набагато менша за звичайний ковалентний зв'язок. Якщо енергія одинарного ковалентного зв'язку приблизно 250–400 кДж/моль, то енергія водневого зв'язку становить 10–30 кДж/моль.

Не зважаючи на невелику енергію водневих зв'язків вони відіграють важливу роль у формуванні фізичних властивостей речовин. Можливістю утворення водневого зв'язку з молекулами інших речовин, що також спроможні їх утворювати, пояснюється велика розчинність багатьох речовин у воді: спирту, цукру, ацетону, етанової кислоти тощо. Речовини, у яких можливий міжмолекулярний водневий зв'язок, мають температуру кипіння набагато більшу, ніж схожі на них речовини, але без водневих зв'язків. Спиральність молекул білків (вторинна структура) та будова молекул ДНК можливі виключно за рахунок утворення водневих зв'язків.

Будова твердих речовин та їхні властивості

Кристалічні й аморфні речовини

Речовини, які нас оточують, як правило, перебувають у твердому агрегатному стані. Більшість фізичних властивостей речовин зумовлюється їхньою внутрішньою будовою. За внутрішньою будовою та фізичними властивостями розрізняють два стани твердих речовин — аморфний і кристалічний.

Аморфні речовини не утворюють правильної геометричної структури, являючи собою структуру з неупорядкованим розташуванням частинок (атомів або молекул). На відміну від кристалічних речовин, які мають цілком певну температуру плавлення, аморфні речовини плавляться в широкому інтервалі температур. При нагріванні вони поступово розм'якшуються, потім починають розтікатися й, зрештою, стають рідкими. Іноді аморфні речовини розглядають як рідини з дуже великою в'язкістю. На відміну від кристалічних речовин, які характеризуються правильною повторюваністю розташування атомів на великих відстанях, в аморфних речовинах, подібно

до рідин, частинки розташовані хаотично. Прикладами аморфних речовин є скло та смоли.

Деякі речовини можуть перебувати і в кристалічному, і в аморфному станах, — наприклад, сірка, силіцій(IV) оксид тощо. Багато речовин можуть бути переведені з аморфного стану в кристалічний і навпаки. Так, аморфне скло при зберіганні «розсклянується», тобто в ньому з'являються дрібні кристалики. Унаслідок цього старе скло при нагріванні розбивається й тріскається легше й частіше, аніж щойно виготовлене. Аморфні речовини найбільше відрізняються від кристалічних за фізичними властивостями.

Залежно від характеру частинок, які утворюють кристал, і від типу хімічного зв'язку між ними розрізняють чотири типи кристалічних ґраток: металічні, йонні, молекулярні та атомні.

Металічні структури

Атоми металічних елементів досить легко віддають електрони, тому у вузлах кристалічних ґраток металів перебувають йони металів, у просторі між якими вільно пересуваються електрони, що утворюють так званий електронний газ. Розміри всіх йонів однакові, тому йони в металах розташовані максимально щільно й утворюють найпростіші кристалічні структури. Металічні структури можуть утворювати як метали, так і деякі сполуки з металічним зв'язком, наприклад нітриди Титану й Хрому.

У металічних структурах електрони вільно пересуваються по всьому кристалу й у такий спосіб зумовлюють зв'язок між усіма позитивними йонами в кристалі. Завдяки такій поведінці електронів метали виявляють добру електро- і теплопровідність. Окремі шари йонів можна легко пересувати один щодо одного, оскільки у всіх вузлах кристалічних ґраток перебувають позитивні йони, які з'єднуються завдяки притягуванню до електронного газу. Цим зумовлюється пластичність (ковкість) металів.

Йонні структури

Якщо у вузлах кристалічних ґраток розташовані йони, то такі ґратки називають йонними. Різноманітні заряджені йони, що утворюють йонні кристали, утримуються вкупі електростатичними силами. Тому структура йонних кристалічних ґраток має забезпечувати їхню електричну нейтральність. Навколо кожного йона в йонних кристалічних ґратках перебуває певна кількість інших йонів (протилежних за знаком). Так, у кристалічних ґратках натрій хлориду

кожний йон Na^+ оточений шістьма йонами Cl^- . Аналогічно, кожний йон Cl^- оточений шістьма йонами Na^+ . Йонні кристалічні ґратки характерні для речовин з йонним зв'язком.

Оскільки число зв'язків у йонних кристалах дуже велике, то всі йони міцно зв'язані один з одним. Для того щоб їх зруйнувати, необхідно витратити велику кількість енергії. Тому йонні сполуки при кімнатній температурі тверді, а плавляються й киплять лише при сильному нагріванні.

Речовини з йонними кристалічними ґратками мають порівняно високу твердість. Вони не легкі, тому не мають запаху. Але, на відміну від металічних структур, йонні кристали є крихкими, оскільки навіть невелике зміщення шарів у кристалі наближає один до одного однойменно заряджені йони, відштовхування між якими призводить до розриву йонних зв'язків і, як наслідок, до появи тріщин у кристалі або навіть до його руйнування.

Хоча в йонних кристалах є готові носії електричного заряду (катіони й аніони), у твердому стані йонні сполуки не проводять електричний струм, тому що всі йони жорстко закріплені на своєму місці й не можуть вільно пересуватися по кристалу. Але якщо нагріти й перевести йонну сполуку в рідкий стан (розплавити), то всі йони стають рухливими, і тому розплави йонних сполук добре проводять електричний струм. Електричний струм проводять не тільки їхні розплави, але й розчини. Багато йонних сполук легко розчиняються у воді.

Молекулярні структури

У вузлах молекулярних кристалічних ґраток розташовані молекули, що зв'язані між собою слабкими міжмолекулярними силами. Наприклад, лід складається з молекул води, які втримуються разом у кристалічних ґратках водневими зв'язками. Йод також існує у вигляді молекулярних кристалів. Вузли кристалічних ґраток йоду зайняті двохатомними молекулами йоду I_2 . Хлор і бром утворюють подібні структури при більш низьких температурах (за звичайних умов хлор — газ, а бром — рідина). Таку саму структуру має твердий вуглекислий газ («сухий лід»). Молекулярну структуру має ще цілий ряд неорганічних сполук (наприклад, твердий амоніак), а також більшість органічних сполук (наприклад, твердий метан, етанол, бензол, фенол, нафталін тощо). Молекулярні структури можуть утворювати речовини тільки з ковалентними зв'язками.

Окремі молекули, розташовані у вузлах кристалічних ґраток, зв'язані між собою слабкими силами, значно слабшими, аніж хімічні зв'язки в молекулі. Їх легко зруйнувати, тому речовини з молекулярними ґратками є крихкими й мають невисокі значення температур плавлення та кипіння. Чимало речовин з молекулярною структурою за звичайних умов перебувають у рідкому або газоподібному стані (хлор, хлороводень, кисень — гази; вода, фтороводень, сульфатна кислота, органічні розчинники — рідини). Деякі з молекулярних речовин при нагріванні можуть переходити з твердого в газоподібний стан, оминаючи рідкий (піддаються сублімації), наприклад йод, вуглекислий газ, нафталін.

Розчинність таких речовин у воді залежить від типу зв'язку в їхніх молекулах. Речовини з ковалентним неполярним або слабкополярним зв'язком у воді не розчиняються, а більшість речовин із ковалентним полярним зв'язком розчиняються у воді більшою або меншою мірою. Молекули речовин не містять вільних носіїв електричного заряду, тому ні в рідкому, ні у твердому стані молекулярні структури електричний струм не проводять.

Атомні структури

На відміну від йонних та металічних кристалів, що складаються з йонів, а також на відміну від молекулярних кристалів, які складаються з молекул, атомні кристали мають ґратки, побудовані з атомів, з'єднаних один з одним міцними ковалентними зв'язками. У таких структурах неможливо виділити структурну одиницю, яку можна називати молекулою, кожний кристал являє собою одну велику молекулу. Саме тому такі кристали називають ще надмолекулярними.

Усі атоми в атомних структурах міцно зв'язані один з одним ковалентними зв'язками. Щоб їх зруйнувати, необхідна дуже велика кількість енергії. Саме тому речовини з атомними кристалічними ґратками мають дуже високі температури плавлення й кипіння. Вони нерозчинні у воді та в інших розчинниках. Атоми в кристалічних ґратках розташовані тільки в чітко визначених місцях і на визначеній відстані один від одного. Зміщення атома зі свого місця призводить до руйнування ковалентного зв'язку, а для цього потрібно багато енергії. Тому речовини з атомними ґратками дуже тверді, непластичні й некрихкі.

Атомні кристалічні ґратки має алмаз — найтвердіша речовина серед усіх відомих речовин.

Атоми Карбону утворюють чотири одинарні ковалентні зв'язки, спрямовані до вершин правильного тетраедра, у центрі якого розташовується атом Карбону. Таким чином із цим центральним атомом можуть бути зв'язані чотири інші атоми Карбону. Кожний із них зв'язується ще з трьома іншими атомами Карбону і т. д. У такий спосіб утворюється тривимірні ґратки, складені тільки з атомів Карбону. Подібні ґратки утворюють атоми Силіцію та Оксигену у кварці.

Графіт також має атомні кристалічні ґратки, але, на відміну від алмазу й кварцу, у графіті кожний атом Карбону утворює три ковалентні зв'язки з трьома іншими атомами Карбону; при цьому утворюється плоска «сітка із шестикутників». Кожний із шарів, утворений атомами Карбону, характеризується ковалентними зв'язками всередині кожного шару, а шари зв'язані один з одним слабкими зв'язками. Через це шари можна легко змістити один щодо одного, доклавши зовсім невелике зусилля. Цим пояснюються, наприклад, «писальні» властивості графіту. На відміну від алмазу, графіт добре проводить електричний струм, але його електрони можуть пересуватися тільки в одному напрямку: вздовж площини шестикутників, а навпаки — у перпендикулярному напрямку — графіт майже не проводить електричний струм.

Будова простих речовин і місце елементів у Періодичній системі

Оскільки тип хімічного зв'язку залежить від електронної конфігурації атомів, то закономірності в будові атомів впливають і на будову та фізичні властивості утворених ними простих речовин.

Місце *s*- та *p*-елементів у Періодичній системі й типи кристалічних ґраток їхніх простих речовин

Період	Група							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1							H ₂	He
2	Li	Be	B	C	N ₂	O ₂	F ₂	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P ₄	S ₈	Cl ₂	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br ₂	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I ₂	Xe
Тип кристалічних ґраток	Металічні			Атомні			Молекулярні	

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть тип зв'язку, що утворений атомами з однаковою електронегативністю:
 А ковалентний полярний;
 Б ковалентний неполярний;
 В йонний;
 Г металічний.
2. Позначте ряд, у якому наведені тільки сполуки з ковалентним полярним зв'язком:
 А CaO, NaCl, N₂;
 Б F₂, O₂, S₈;
 В NCl₃, CH₄, KBr;
 Г CO₂, NF₃, H₂S.
3. Позначте число спільних електронних пар між атомами Хлору в молекулі Cl₂:
 А 1;
 Б 2;
 В 3;
 Г 4.
4. Обчисліть та позначте ступінь окиснення Мангану в калій перманганаті KMnO₄:
 А -3;
 Б +1;
 В +6;
 Г +7.
5. Позначте число спільних електронних пар між атомами Нітрогену в молекулі N₂:
 А 1;
 Б 2;
 В 3;
 Г 4.
6. Позначте ступінь окиснення Сульфуру в натрій сульфаті:
 А -2;
 Б +6;
 В -1;
 Г +4.

7. Позначте правильне твердження щодо ковалентного неполярного зв'язку:
 А спільна електронна пара зміщена в бік одного з атомів;
 Б спільна електронна пара розташовується симетрично щодо обох атомів;
 В зв'язок утворюється виключно за рахунок електростатичної взаємодії атомів;
 Г зв'язок утворюється між атомами з різною електронегативністю.
8. Позначте ряд, у якому наведено тільки сполуки з йонним зв'язком:
 А Na₂O, KCl, LiF;
 Б HF, O₂, S₈;
 В NCl₃, CCl₄, KCl;
 Г CO₂, NF₃, H₂S.
9. Позначте сполуку з ковалентним полярним зв'язком:
 А P₄;
 Б CaO;
 В NH₃;
 Г NaCl.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між речовиною та типом кристалічних ґраток.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Речовина	Кристалічні ґратки
1 Йод;	А Атомні;
2 алюміній оксид;	Б молекулярні;
3 залізо;	В йонні;
4 силіцій оксид.	Г шаруваті; Д металічні.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть речовини в порядку зростання їхніх температур плавлення:

А натрій хлорид;
 Б карбон(IV) оксид;
 В залізо;
 Г графіт.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Установіть формули речовин у порядку зростання довжини зв'язку в їх молекулах:

А F_2 ;
 Б O_2 ;
 В H_2 ;
 Г N_2 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть речовини в порядку зростання полярності їх молекул:

А амоніак;
 Б вода;
 В сірководень;
 Г фтороводень.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масову частку Фосфору (у відсотках з округленням до цілого) в його сполучі з Хлором, у якій Фосфор виявляє ступінь окиснення +3.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. Обчисліть масу вуглецю (у грамах), що має прореагувати з хлором об'ємом 33,6 л (н. у.), для одержання сполуки, у якій Карбон виявляє вищий ступінь окиснення.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 6. ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ ЇХ ПЕРЕБІГУ

(День 14–17)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте назву реакцій, що відбуваються з виділенням теплоти:

- А ендотермічні;
- Б оборотні;
- В необоротні;
- Г екзотермічні.

А

Б

В

Г

2. Позначте правильне твердження щодо каталізаторів:

- А в реакційне середовище каталізатори необхідно додавати у великих кількостях;
- Б каталізатори змінюють швидкість реакції;
- В під час реакції каталізатори не вступають у взаємодію з реагентами;
- Г під час реакцій каталізатори витрачаються, але в невеликих кількостях.

А

Б

В

Г

3. Позначте правильне твердження щодо швидкості реакції:

- А швидкість реакції не залежить від природи речовин;
- Б при підвищенні температури швидкість реакції зростає;
- В всі реакції перебігають з постійною швидкістю, що залежить тільки від температури;
- Г швидкість реакції не залежить від концентрації речовин.

А

Б

В

Г

4. Позначте правильне твердження щодо хімічної рівноваги:

- А після встановлення хімічної рівноваги реакція зупиняється;
- Б якщо система перебуває в рівноважному стані, концентрація речовин не змінюється;
- В хімічна рівновага настає тільки в необернених реакціях;
- Г стан хімічної рівноваги неможливо порушити жодними чинниками.

А

Б

В

Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

5. Позначте правильні твердження щодо закономірностей перебігу хімічних реакцій:

- 1 тепловий ефект хімічної реакції не залежить від природи речовин, що реагують, а залежить тільки від їх кількості;
- 2 реакції, що перебігають із поглинанням теплоти, називають ендотермічними;
- 3 при протіканні екзотермічних реакцій температура реакційного середовища збільшується;
- 4 у будь-якій хімічній реакції теплота має тільки поглинатися;
- 5 поглинання теплоти реагентами в ході хімічної реакції призводить до підвищення температури реакційного середовища;
- 6 у ході хімічних реакцій каталізатори беруть участь у взаємодіях, але при цьому не витрачаються.

А

Б

В

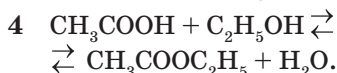
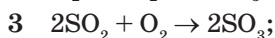
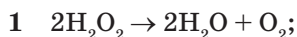
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 3, 5;
- Б 2, 3, 6;
- В 1, 3, 6;
- Г 1, 2, 5.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

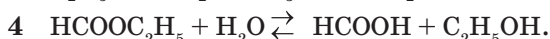
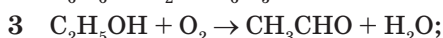
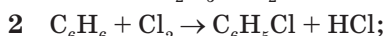
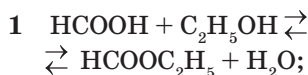
6. Установіть відповідність між реакціями та каталізатором, у присутності якого вони відбуваються:



- А Сульфатна кислота;
Б ванадій(V) оксид;
В натрій гідроксид;
Г манган(IV) оксид;
Д залізо.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Установіть відповідність між реакціями та каталізатором, у присутності якого вони відбуваються:

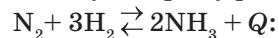


- А Натрій гідроксид;
Б сульфатна кислота;
В алюміній хлорид;
Г манган(IV) оксид;
Д мідь.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

8. Установіть чинники, що змінюють швидкість реакції синтезу амоніаку, у послідовності зростання впливу на пряму реакцію



А збільшення концентрації азоту в 2 рази;

Б збільшення концентрації водню в 2 рази;

В збільшення тиску в 2 рази;

Г підвищення температури на 20 градусів, якщо температурний коефіцієнт дорівнює 2.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

9. Обчисліть, у скільки разів збільшиться швидкість хімічної реакції при підвищенні температури від 30 до 60 °С, якщо температурний коефіцієнт цієї реакції дорівнює 2.

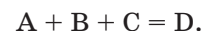
Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

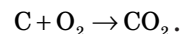
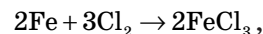
Класифікація хімічних реакцій

Класифікація за числом та складом вихідних реагентів і продуктів реакції

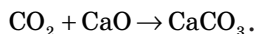
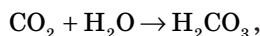
Реакція *сполучення* — реакція, внаслідок якої з кількох речовин із відносно простим складом утворюється одна велика речовина з більш складною структурою.



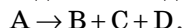
Зазвичай, такі реакції супроводжуються виділенням теплоти. Найбільш характерні реакції сполучення для взаємодії простих речовин:



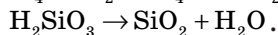
Також вони характерні й для складних сполук. Наприклад, для реакцій взаємодії оксидів з водою або основним оксидом із кислотним:



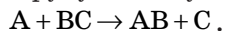
Реакції *розкладу* призводять до утворення кількох речовин з однієї складної речовини:



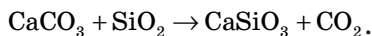
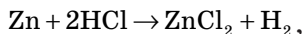
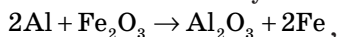
Продуктами реакції розкладу можуть бути як складні речовини, так і прості:



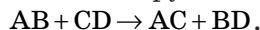
У реакціях *заміщення* атом одного елемента заміщає атом або групу атомів у складній сполуці:



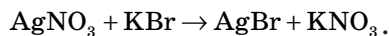
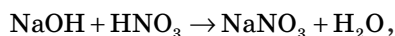
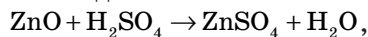
У реакціях заміщення зазвичай одна проста речовина реагує зі складною з утворенням іншої простої речовини й іншої сполуки:



До реакцій *обміну* належать реакції, у яких дві сполуки обмінюються своїми складовими частинами (атомами або групами атомів):



Це найпоширеніша група реакцій між складними речовинами, зокрема, між кислотами, основами та оксидами.



Зазвичай ці реакції відбуваються тоді, коли в результаті утворюється газувата речовина, осад або малодисоціювальна речовина, зокрема вода.

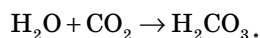
Класифікація за числом фаз, у яких перебувають учасники реакції

Реагенти, що беруть участь у хімічній реакції, можуть перебувати в однакових та різних агрегатних станах. Залежно від того, чи існує між реагентами межа поділу, реакції поділяють на дві групи.

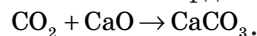
Гомогенні реакції. До них належать реакції між газуватими речовинами або між розчиненими речовинами.

Гетерогенні реакції. До них належать реакції, у яких реагенти перебувають у різних фазах (тобто між речовинами існує межа поділу). Наприклад:

Реакції між газом та рідиною:



Реакції між газами й твердими речовинами:



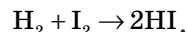
Реакції між твердими речовинами й рідиною (розчинами):



Класифікації за можливістю протікання реакції в прямому й зворотному напрямках

Оборотними називають реакції, продукти яких здатні реагувати один з одним у тих самих умовах, у яких вони отримані, з утворенням вихідних речовин. Наприклад, при нагріванні йодоводню до температури 500 °С 24 % його розпадається на йод та водень: $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$.

Якщо ж у тому самому просторі нагріті однакові кількості йоду й водню до 500 °С, то 76 % їх сполучаються й утворюють йодоводень:



Для оборотних реакцій у рівнянні прийнято записувати замість знака рівності двонаправлену стрілку. Цим підкреслюють, що в тих самих умовах проходить як пряма реакція, так і оборотна.

Необоротними називають такі хімічні процеси, продукти яких не здатні реагувати один з одним з утворенням вихідних речовин. Прикладами необоротних реакцій можуть слугувати реакції розкладу калій перманганату при нагріванні:



Органічні реакції в більшості випадків є оборотними, на відміну від неорганічних.

Класифікація за тепловим ефектом

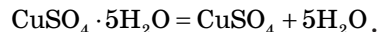
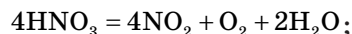
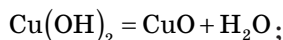
За тепловим ефектом реакції належать або до екзотермічних (реакції з виділенням теплоти) або до ендотермічних (реакції з поглинанням теплоти).

Тепловий ефект хімічної реакції. Термохімічні рівняння

Велика кількість хімічних процесів відбувається з виділенням енергії, зокрема горіння (реакція, що відбувається з виділенням теплоти й світла). Існує й чимало інших реакцій, при проходженні яких виділяється теплота.

Є реакції, у яких теплота поглинається. Їхнє здійснення потребує нагрівання. До таких

реакцій належать реакції розкладу гідроксидів, оксигеновмісних кислот, їхніх солей, кристалогідратів:



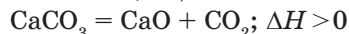
Якщо припинити нагрівання, то припиняється й реакція. З іншого боку, реакції, які протікають із виділенням теплоти, часто відбуваються мимовільно. Щоправда, у більшості випадків їх треба ініціювати (наприклад, підпалити речовину), після чого вони будуть проходити без сторонньої допомоги.

Усі реакції відбуваються з певним тепловим ефектом — або з виділенням теплоти, або з його поглинанням. Якщо кількість теплоти незначна, то помітити тепловий ефект реакції досить важко.

Показати виділення або поглинання теплоти можна в хімічному рівнянні:



(« $\Delta H < 0$ » означає, що теплота виділяється)

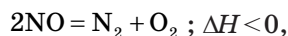


(« $\Delta H > 0$ » означає, що теплота поглинається).

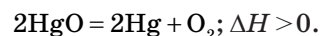
Причина виділення або поглинання теплоти під час хімічної реакції

Кожна речовина має свою внутрішню енергію, яку неможливо виміряти. Вона складається з енергій усіх частинок речовини — атомів, молекул, йонів та енергій хімічних зв'язків між ними. Енергія кожної частинки у свою чергу має кілька складників. Серед них — кінетична енергія, тому що частинка може рухатися, обертатися (якщо речовина є газом або рідиною) або коливатися (якщо речовина тверда), та енергія електронів в атомі. Якщо сумарна внутрішня енергія реагентів перевищує сумарну внутрішню енергію продуктів, то різниця енергій виділяється під час реакції у вигляді тепла, а якщо вона нижча, то відбувається поглинання теплоти. Різниця цих енергій і становить тепловий ефект реакції.

Тепловий ефект реакції залежить від кількох факторів. Один із них — це природа речовин, що беруть участь у реакції. Так, розклад нітроген(II) оксиду відбувається з виділенням теплоти:

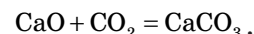


а меркурій(II) оксиду — з поглинанням теплоти:



Другий фактор — це маса речовин. Чим більша маса речовин, тим більше виділяється або поглинається теплоти.

Велика кількість реакцій, у разі зміни умов, можуть відбуватися в протилежних напрямках. Так, кальцій карбонат при нагріванні розкладається, а за звичайних умов відбувається зворотна реакція — кальцій оксид реагує з вуглекислим газом:



Ця реакція на відміну від ендотермічної реакції розкладання кальцій карбонату проходить із виділенням теплоти, тобто є екзотермічною. Значення її теплового ефекту буде таким самим, але з протилежним знаком.

Тепловий ефект прямої реакції дорівнює тепловому ефекту зворотної реакції, але має протилежний знак.

Швидкість хімічної реакції

Хімічні реакції відрізняються одна від одної тривалістю їхнього протікання. Деякі хімічні реакції відбуваються миттєво (наприклад, вибух воднево-кисневої суміші, реакції обміну з утворенням осаду), інші — досить швидко (горіння речовин), треті — повільно (більшість реакцій розкладання, корозія металів). Зустрічаються й хімічні перетворення, помітити які внаслідок їхнього повільного протікання неможливо.

Кожна реакція має певну швидкість. Швидкість хімічної реакції позначають малою латинською літерою v . Її оцінюють на підставі зміни числа частинок речовини (ΔN) реагенту або продукту за одиницю часу. Для визначення швидкості реакції визначають зміну кількості речовини (Δn) продукту реакції або реагенту в певному об'ємі реакційної суміші (V):

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot \tau}.$$

Відношення $\frac{\Delta n}{V}$ (якщо об'єм виражений у літрах) є зміною молярної концентрації речовини (ΔC_m). Розмірність швидкості реакції: $\frac{\text{моль}}{(\text{л} \cdot \text{с})}$.

Вплив концентрації реагенту на швидкість реакції

Збільшення концентрації реагенту означає зростання кількості речовини реагенту в одини-

ці об'єму реакційної суміші, а значить — і числа його частинок. Збільшується число зіткнень цих частинок із частинками іншого реагенту, а це призводить до зростання швидкості реакції. Упродовж хімічної реакції реагент поступово витрачається, його концентрація зменшується. Тому згодом зменшується й швидкість реакції.

Вплив температури на швидкість реакції

З підвищенням температури швидкість реакції завжди збільшується. При підвищенні температури збільшується швидкість руху частинок рідкої, газоватої речовини або амплітуда їхніх коливань у твердій речовині. Це призводить до збільшення частоти зіткнень частинок реагентів, а значить і до зростання швидкості реакції.

Залежність швидкості реакції від температури описує правило Вант-Гофа: швидкість більшості реакцій при підвищенні температури на кожні 10 градусів зростає у 2—4 рази (залежно від конкретної реакції).

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

У цьому рівнянні число « γ » називають коефіцієнтом Вант-Гофа, або температурним коефіцієнтом реакції. Залежно від реакції температурний коефіцієнт набуває значень від 2 до 4.

Залежність швидкості реакції від ступеня подрібнення реагентів

Зі збільшенням площі поверхні стикання частинки реагентів частіше зіштовхуються одна з одною, а значить швидкість реакції збільшується. Збільшити площу стикання реагентів можна за допомогою збільшення ступеня подрібнення речовин. Отже, чим краще подрібнені речовини, тим більша швидкість реакції між ними.

Каталіз і каталізатори

Існують речовини, що здатні самою своєю присутністю в реактивній суміші змінювати швидкість хімічної реакції. Причому ці речовини в ході реакції самі не змінюються. Такі речовини називають каталізаторами, а саме явище

зміни швидкості реакції в присутності речовини, яка після реакції залишається незмінною, — каталізом.

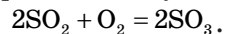
Найчастіше каталізатори використовують для прискорення швидкості реакції. Такий каталіз називають позитивним. Наприклад, у присутності сполук Купруму, Феруму, Нікелю, Мангану або Хрому реакція розкладання гідроген пероксиду відбувається значно швидше. Зазвичай дія каталізаторів є досить вибірковою, тобто для кожної реакції використовують свій каталізатор, що найкраще підходить для певної реакції.

Під дією каталізаторів швидкість реакції може й уповільнюватися. Таку дію називають негативним каталізом, а каталізатори — «інгібіторами». Інгібітори використовують для того, щоб сповільнити швидкість небажаних реакцій, наприклад для поліпшення схоронності при тривалому зберіганні нестійких речовин (реактивів, ліків тощо).

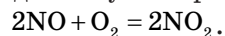
Механізм дії каталізаторів

Хоча каталізатор і не витрачається в процесі реакції, він бере участь у реакції як реагент, але одночасно відбувається інша реакція, у результаті якої він утворюється знову.

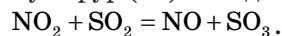
Розгляньмо поведінку каталізатора на прикладі реакції сірчистого газу з киснем:



При будь-яких температурах і тисках вона відбувається з маленькою швидкістю й не доходить до кінця. Для цієї реакції використовують різні каталізатори, зокрема нітроген(II) оксид. Ця сполука швидко вступає в реакцію з киснем:

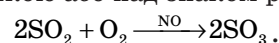


Нітроген(IV) оксид, який утворюється, одразу ж реагує із сульфур (IV) оксидом:



У результаті цієї реакції виділяється нітроген монооксид, тобто відбувається поновлення каталізатора.

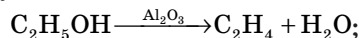
Каталізатор не записують у хімічному рівнянні як реагент чи продукт реакції, а зазначають над стрілкою або над знаком рівності:



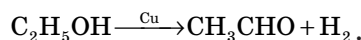
Механізми більшості хімічних перетворень за участю каталізаторів ще не досліджені. Ці дослідження ускладнюються внаслідок великих швидкостей реакцій та нестійкості проміжних сполук. Над проблемою пошуку каталізаторів для різних реакцій працюють численні наукові

лабораторії. Учені поки що не створили теорії, яка б дозволяла вгадувати речовини, що можуть каталізувати ту чи іншу реакцію.

Іноді заміна каталізатора призводить до зміни продуктів хімічної реакції. Так, у присутності алюміній оксиду спирт розкладається на етилен та воду:



а в присутності міді — на оцтовий альдегід і водень:



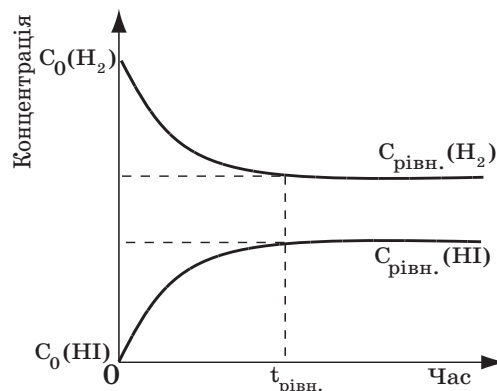
Каталізатори мають неабияке значення для сучасної промисловості, техніки й технології. За їхньою участю здійснюють близько 90 % хімічних перетворень. Наприклад, реакція азоту з воднем, у результаті якої утворюється амоніак NH_3 , реакції, які відбуваються при переробці нафти. Процес гідролізу крохмалю для добування цукрів проводять у присутності кислот (каталізатором реакції є катіони Гідрогену H^+). Багато хімічних реакцій без каталізаторів були б неможливими або відбувалися б при дуже високих температурах. Каталізатори широко використовують у транспорті, де працюють двигуни внутрішнього згоряння. Ці речовини містяться в спеціальних патронах, які приєднують до вихлопних труб. Завдяки каталізаторам чадний газ (продукт неповного згоряння бензину), реагуючи з киснем, перетворюється на безпечний вуглекислий газ.

Усі хімічні процеси в живому організмі відбуваються за участю каталізаторів. Ці речовини називають ферментами. В організмі налічують кілька тисяч ферментів, і кожний із них каталізує «свою» реакцію.

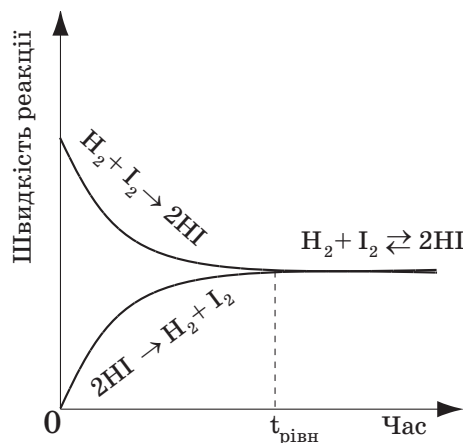
Хімічна рівновага

Оборотні реакції ніколи не відбуваються до кінця. Розглянемо взаємодію водню з йодом з утворенням йодоводню. Нехай у початковий момент часу в посудині перебувають лише реагенти — водень та йод — і концентрації їх макси-

мальні. Молекули H_2 і I_2 починають взаємодіяти одна з одною — відбувається пряма реакція. Швидкість цієї реакції в початковий момент часу є максимальною і зменшується в міру того, як вихідні речовини витрачаються:



І навпаки, зворотна реакція в початковий момент часу взагалі не відбувається, а зі зростанням концентрації продукту реакції — йодоводню — її швидкість збільшується. Нарешті, у якийсь момент часу швидкості прямої і зворотної реакцій стають рівними, а концентрації реагентів і продукту реакції перестають змінюватися із часом (такі концентрації називають рівноважними). Наступає хімічна рівновага.



Хімічна рівновага — стан, при якому кількості всіх речовин, що беруть участь в оборотній реакції, не змінюються з часом.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте реакцію розкладу:

- А $\text{CaCO}_3 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{CO}_2$;
 Б $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$;
 В $2\text{NaNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$;
 Г $\text{Pb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{PbO}_2$.

А
 Б
 В
 Г

2. Позначте реакцію сполучення:

- А $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$;
 Б $2\text{CuO} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{O}_2$;
 В $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$;
 Г $\text{Ca} + 2\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2$.

А
 Б
 В
 Г

3. Позначте реакцію обміну:

- А $2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$;
 Б $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$;
 В $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$;
 Г $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.

А
 Б
 В
 Г

4. Позначте тип реакцій, що відбуваються з поглинанням теплоти:

- А ендотермічні;
 Б обернені;
 В необернені;
 Г екзотермічні.

А
 Б
 В
 Г

5. Позначте правильне твердження щодо закономірностей перебігу хімічних реакцій:

- А тепловий ефект хімічної реакції не залежить від природи речовин, що реагують, а залежить тільки від їх кількості;
 Б реакції, що відбуваються з поглинанням теплоти, називають екзотермічними;
 В при перебігу екзотермічних реакцій температура реакційного середовища збільшується;
 Г у будь-якій хімічній реакції теплота має тільки поглинатися.

А
 Б
 В
 Г

6. Позначте, які фактори спричиняють збільшення швидкості хімічної реакції:

- А подрібнення реагентів;
 Б зниження температури середовища;
 В проведення реакції в більшій посудині;
 Г видалення продуктів реакції з реакційного середовища.

А
 Б
 В
 Г

7. Позначте правильне твердження щодо реакції розкладання:

- А з однієї речовини утворюються дві і більше речовин;
 Б із двох речовин утворюється одна речовина;
 В число речовин реагентів і продуктів реакції не змінюється;
 Г атом простої речовини заміщує інший атом у складній речовині.

А
 Б
 В
 Г

8. Позначте речовини, що можуть утворюватися в реакціях сполучення:

- А одна проста речовина;
 Б одна складна речовина;
 В дві прості речовини;
 Г дві складні речовини.

А
 Б
 В
 Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

9. Установіть відповідність між схемою хімічної реакції та її типом.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Схема реакції

- 1 $\text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$;
 2 $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{FeO}$;
 3 $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
 4 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Тип реакції

- А Розкладу;
 Б заміщення;
 В ізомеризація;
 Г обмін;
 Д сполучення.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності відповідно до наведеного завдання.

10. Установіть чинники, що змінюють швидкість реакції синтезу йодоводню, у міру зростання впливу на пряму реакцію $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$:

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- А збільшення концентрації водню у 2 рази;
 Б підвищення температури на 20 градусів, якщо температурний коефіцієнт дорівнює 3;
 В збільшення концентрації йоду в 3 рази;
 Г збільшення концентрації водню в 4 рази.

11. Установіть послідовність у порядку збільшення прискорення хімічних реакцій:

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- А температурний коефіцієнт 2, нагрівання від 20 °С до 30 °С;
 Б температурний коефіцієнт 3, нагрівання від 30 °С до 40 °С;
 В температурний коефіцієнт 3, нагрівання від 40 °С до 60 °С;
 Г температурний коефіцієнт 2, нагрівання від 50 °С до 70 °С.

12. Установіть маси речовин у порядку збільшення об'ємів газуватих продуктів реакції, що утворюються при розкладанні вказаних речовин:
 А 31,6 г калій перманганату;
 Б 9,6 г озону;
 В 80,8 г калій нітрату;
 Г 20 г кальцій карбонату.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

13. Обчисліть, у скільки разів збільшиться швидкість реакції між воднем і киснем при нагріванні від 20 до 60 °С, якщо температурний коефіцієнт цієї реакції дорівнює 2.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

14. Обчисліть температурний коефіцієнт реакції, якщо при 80 °С вона закінчується за 320 с, а при 110 °С — за 40 с.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕМА 7. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗЧИНІВ

(День 18–20)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте речовину, що не розчинна у воді:
- А калій бромід;
Б аргентум нітрат;
В кальцій ортофосфат;
Г натрій сульфат.
- А
Б
В
Г

2. Укажіть символ, яким позначається масова частка речовини:
- А *w*;
Б *N*;
В *V*;
Г *v*.
- А
Б
В
Г

3. Позначте речовину, що розчинна у воді:
- А калій бромід;
Б аргентум сульфат;
В кальцій ортофосфат;
Г магній карбонат.
- А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

4. Позначте речовини, розчинення яких у воді супроводжується хімічною реакцією:
- 1 хлороводень;
2 сульфур(VI) оксид;
3 карбон(IV) оксид;
4 натрій хлорид;
5 алюміній сульфат;
6 сульфур(IV) оксид.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 2, 3, 6;
Б 1, 2, 3;
В 1, 4, 5;
Г 2, 5, 6.

5. Позначте назви речовин, що є кристалогідратами:
- 1 мідний купорос;
2 вапняк;
3 кальцинована сода;
4 кристалічна сода;
5 гіпс;
6 кухонна сіль.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 2, 3, 6;
Б 1, 5, 6;
В 1, 4, 5;
Г 2, 3, 5.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

6. Установіть відповідність між назвою речовини та її формулою:
- | | А | Б | В | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
- Назва речовини*
- 1 мідний купорос;
2 кристалічна сода;
3 гіпс;
4 залізний купорос.
- Формула*
- А $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;
Б $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
В $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;
Г $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$;
Д $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

7. Установіть відповідність між масами компонентів розчинів та масових часток розчиненої речовини в утворених розчинах:

Маси речовин у розчині

- 1 95 г води та 5 г NaCl;
- 2 20 г води та 5 г NaCl;
- 3 9 г води та 1 г NaCl;
- 4 75 г води та 25 г NaCl.

Масова частка солі в розчині

- А 0,20;
- Б 0,05;
- В 0,10;
- Г 0,25;
- Д 0,46.

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

8. Установіть сполуки за порядком збільшення їхньої розчинності у воді:

- А O_2 ;
- Б He;
- В HCl;
- Г CO_2 .

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

9. Укажіть число молекул води, що містяться у складі однієї формульної одиниці кристалогідрату, якщо при прожарюванні певної кількості його було одержано натрій сульфат масою 21,3 г та вода масою 27 г.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Поняття про розчини

Розчини є одним із різновидів дисперсних систем (від латин. *disperse* — розсіювати, розсіпати). Усі дисперсні системи складаються з дисперсійного середовища (розчинника) та дисперсної фази (розчиненої речовини). Залежно ж від того, у якому агрегатному стані й у якому ступені роздрібнення (дисперсності) речовини входять до складу дисперсних систем, їх можна поділити на тверді, рідкі або газоподібні розчини, справжні, колоїдні розчини, суспензії, зависі тощо.

Класифікація розчинів за розмірами розчинених частинок (за ступенем роздрібнення дисперсної фази)

За розмірами частинок розчини поділяють на суспензії, колоїдні розчини та справжні розчини. Окрім різниці в розмірах частинок, ці розчини відрізняються ще й стійкістю в часі.

Отже, зрозуміло, що звичайні розчини (справжні розчини) являють собою суміш роз-

чинника та розчиненої речовини, у якій речовина подрібнена на окремі молекули (або йони). Але якщо суспензії досить легко відрізнити від справжніх розчинів за мутністю, то колоїдні розчини на перший погляд відрізнити досить важко. Однак колоїдні розчини легко визначити за допомогою простого досліду: усі колоїдні розчини мають обов'язково виявляти ефект Тіндалля. Ефект Тіндалля полягає в тому, що коли в затемненій кімнаті через склянку з колоїдним розчином пропустити промінь світла, то збоку цей промінь дуже добре видно. Ефект Тіндалля ми спостерігаємо досить часто, коли дивимося на промінь світла, який пробивається через фіранки в затемнену пильну кімнату або на сніг, що падає, у світлі автомобільних фар або вуличних ліхтарів вечірньої пори. Справжні розчини ефекту Тіндалля не виявляють, тобто промінь світла, пропущений крізь склянку з таким розчином, збоку побачити неможливо.

Розчини

Зависі	Колоїдні розчини	Справжні розчини
Розмір частинок $10^{-7} \text{ м} < r < 10^{-5} \text{ м}$ (речовина перебуває у вигляді невеликих частинок)	Розмір частинок $10^{-9} \text{ м} < r < 10^{-7} \text{ м}$ (речовина перебуває у вигляді агрегатів кількох молекул)	Розмір частинок $r \approx 10^{-9} \text{ м}$ (речовина перебуває у вигляді окремих молекул або йонів)
Непрозорі	Прозорі	Прозорі
Завислі частинки не проходять крізь паперовий фільтр	Завислі частинки проходять крізь паперові фільтри, не проходять крізь пергаментні фільтри	Фільтруванням розділити неможливо
Нестійкі в часі, досить швидко завислі частинки осідають на дні або спливають на поверхню	Відносно стійкі, однак згодом старіють. Можуть існувати від кількох годин до кількох століть	Стійкі в часі, не старіють, можуть існувати нескінченно довго, якщо не відбувається хімічних реакцій
Мутні	Виявляють ефект Тіндалля	Оптично порожні
Приклади: завись мулу в річці, завись вапна, емульсії масла у воді (молоко)	Приклади: чай, кава	Приклади: розчин солі, цукру

**Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом дисперсної фази
або дисперсійного середовища**

Дисперсійне середовище	Дисперсна речовина		
	Тверда	Рідка	Газувата
Тверде	Тверді розчини або тверді золі (сплави металів, скла)	Гель (желе, желатин)	Тверді піни (пемза, пінопласт)
Рідке	Зависі (мул у річковій воді), суспензії (кава), золі	Емульсії: вода в маслі (бензин, розведений водою), масло у воді (молоко)	Гідрозолі, рідкі піни (збігні вершки, мильна піна)
Газувате	Аерозолі, дим, пил	Аерозолі, тумани	Суміші газів

Найчастіше трапляються розчини, у яких дисперсійним середовищем (розчинником) є рідина й, зокрема, вода.

Справжні розчини

Отже, до справжніх розчинів відносять розчини на основі рідких розчинників, у яких речовина подрібнена до молекулярного рівня.

Розчини — це однорідні (гомогенні) суміші змінної структури, що складаються з кількох компонентів та продуктів їхньої взаємодії.

Компонент розчину, що перебуває в тому ж агрегатному стані, що й розчин, називають розчинником (або дисперсійним середовищем), а інші компоненти називають розчиненими речовинами (або дисперсійною фазою). Якщо розчин складається із суміші двох рідин, то розчинником називають ту речовину, якої більше.

А якщо одним із компонентів є вода, то, незалежно від її вмісту, зазвичай у таких випадках розчинником називають воду.

Слід також зазначити, що, хоча розчини й називають сумішами, їх треба відрізняти від звичайних механічних сумішей. Так само, як і суміші, розчини не мають постійного складу (як і у випадку хімічних сполук), і їх можна розділити на індивідуальні речовини (якщо не відбувається необоротних хімічних процесів). Тим не менше основною ознакою, яка характеризує розчини, є однорідність. Окрім того, на відміну від звичайних сумішей, розчинами притаманні взаємодії між частинками розчинника й розчиненої речовини. На підставі цього можна стверджувати, що газоподібні розчини є механічними сумішами газів.

Механізм розчинення та теплові ефекти при розчиненні

Процес розчинення безперечно можна назвати і фізичним, і хімічним процесом. З одного боку, при розчиненні речовини відбувається її роздрібнення, що робить його схожим на фізичний процес. З іншого боку, при розчиненні обов'язково спостерігається поглинання або виділення теплоти й у деяких випадках відбувається утворення нових речовин. Однак процес розчинення не відносять ні до того, ні до іншого. Його називають фізико-хімічним процесом. І це стане більш зрозуміло, якщо розглянути процес розчинення.

Розгляньмо процес розчинення кристала натрій хлориду у воді. Молекула води являє собою диполь, у якого є позитивно й негативно заряджені полюси. Унаслідок цього, при потраплянні кристала солі у воду, цей кристал оточують молекули води, які відповідним чином орієнтуються навколо позитивно й негативно заряджених йонів. І, звісно ж, молекули води починають притягувати йони до себе. Коли сила притягання йонів до молекул води стає більшою, аніж сила притягання до кристала, то йон в оточенні молекул води переходить у розчин.

Йони або молекули, оточені молекулами розчинника, називають сольватами або, у випадку водних розчинів, гідратами.

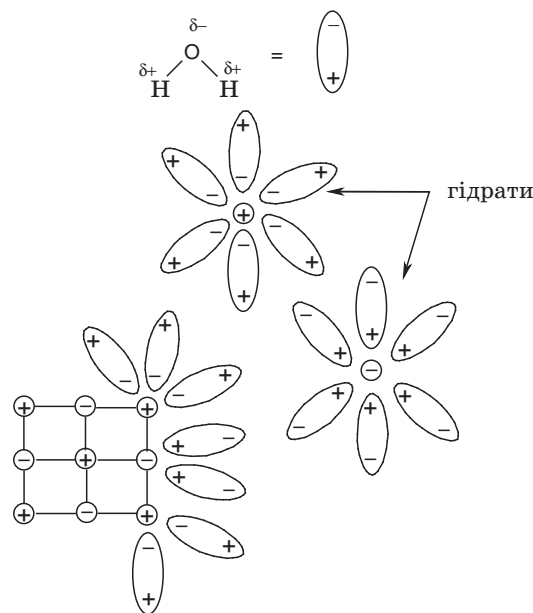
Отже, у процесі розчинення можна виділити три стадії:

- 1) взаємодія частинок розчинюваної речовини з молекулами розчинника — *сольватація* (у випадку водних розчинів — *гідратація*);

- 2) руйнування структури розчинюваної речовини — руйнування кристалічних ґраток — *йонізація*;

- 3) розподіл сольватованих частинок в об'ємі розчинника — *дифузія*.

У результаті першого процесу відбувається виділення теплоти за рахунок утворення нових зв'язків між частинками, а в результаті другого — поглинання тепла (енергія витрачається на руйнування зв'язків між частинками в кристалічних ґратках). У зв'язку із цим загальний тепловий ефект процесу розчинення дорівнює сумі двох теплових ефектів названих процесів: якщо при гідратації виділяється енергії більше, ніж витрачається на руйнування кристалічних ґраток, то внаслідок розчинення енергія виділяється й розчин нагрівається (процес екзотермічний), і навпаки (ендотермічний).



$$Q_{\text{розчинення}} = Q_{\text{гідратації}} - Q_{\text{крис. ґратки}}$$

якщо $Q_{\text{гідратації}} < Q_{\text{крис. ґратки}}$, то $Q_{\text{розчинення}} < 0$
(теплота поглинається)

якщо $Q_{\text{гідратації}} > Q_{\text{крис. ґратки}}$, то $Q_{\text{розчинення}} > 0$
(теплота виділяється)

Розчинність. Кристалогідрати

Розчинність — це властивість речовини розчинятися у воді або в якомусь іншому розчиннику.

За розчинністю речовини поділяють на розчинні, малорозчинні й нерозчинні. Однак слід зазначити, що абсолютно нерозчинних речовин не існує. Будь-яка речовина, навіть така як скло чи золото, у дуже малих кількостях розчиняється у воді.

Є речовини, що необмежено змішуються одна з одною, наприклад етанол і ацетон необмежено розчиняються у воді. З них можна приготувати розчини з будь-якою концентрацією. Однак для більшості речовин існує певна межа розчинності. У деяких ця межа велика, наприклад цукор, сіль, мідний купорос — добре розчинні речовини. В інших розчинність набагато менша — гіпс, плюмбум сульфат, бензен — це малорозчинні речовини. А деякі речовини мають узагалі незначну розчинність — рослинне масло, срібло, гас, скло, інертні гази — це практично нерозчинні речовини.

Коли концентрація речовини в розчині вже збільшуватися не може, то розчин стає насиченим.

Насиченим називають розчин, який перебуває в динамічній рівновазі з надлишком розчиненої речовини.

Щоб приготувати насичений розчин, треба додавати речовину у воду при певній температурі, перемішуючи її доти, доки вона перестане розчинятися, тобто надлишок речовини залишиться нерозчиненим. У цьому разі між розчином і надлишком речовини виникає динамічна рівновага: скільки частинок речовини переходить у розчин, стільки ж і викристалізовується. У насиченому розчині при певній температурі міститься максимально можлива кількість розчиненої речовини.

Відповідно, якщо концентрація речовини менша за межу її розчинності, то такі розчини називають *ненасиченими*, а якщо більша — *пересиченими*. Пересичені розчини дуже нестійкі. Пересичені розчини можуть утворюватися, якщо насичений розчин обережно охолоджувати. При цьому розчинність речовини зменшується й надлишок її має випасти у вигляді осаду. Однак за відсутності центрів кристалізації осад не утворюється й, відповідно, розчин стає пересиченим. Легке струшування посудини або введення в розчин кристалика речовини (центра кристалізації) спричиняє випадання в осад надлишку розчиненої речовини. Пересичені розчини можуть утворювати сахароза, глаубєрова сіль, натрій ацетат, бура.

Кількісно розчинність виражають складом насиченого розчину. Найчастіше для кількісного опису розчинності використовують так званий коефіцієнт розчинності (або просто розчинність) — масу речовини, яка здатна розчинитися в 100 г води за певної температури. Наприклад, розчинність купрум(II) сульфату при +20 °C дорівнює 20,7 г. Це означає, що в 100 г води при цій температурі може розчинитися не більше за 20,7 г купрум(II) сульфату. Надлишкова стосовно цієї кількості речовина не розчиниться й залишиться у вигляді осаду. Деякі речовини (такі як сульфатна кислота, етанол тощо) можуть необмежено розчинятися у воді. Однак таких речовин не так уже й багато (порівняно із числом речовин, які можуть розчинятися у воді). Розчинність багатьох речовин у воді встановлена й зведена в спеціальні таблиці. Спроценою подібною таблицею є таблиця розчинності кислот, солей та основ.

Чим можна пояснити різну розчинність речовин у воді? Для цього необхідно розглянути причину розчинення. Молекула води являє собою диполь, тобто частинку, на різних кінцях якої є різнойменні заряди. Завдяки цьому молекули води можуть взаємодіяти із частинками йонних кристалів (йонами) або полярними молекулами. На підставі цього логічно припустити, що речовини з неполярними молекулами майже не розчиняються у воді, що ми й спостерігаємо: сахароза (полярна речовина) добре розчиняється у воді, сірка або бензен (неполярні речовини) майже не розчиняються у воді.

Але якщо воду розглядати як полярний розчинник, то виникає справедливе твердження, що існують також і неполярні розчинники. У принципі, будь-яку рідину можна розглядати як розчинник.

Усі розчинники можна класифікувати як полярні, малополярні й неполярні. Ця характеристика розчинників багато в чому визначається молекулою розчинника. До полярних розчинників належать: вода, спирти, ацетон, гліцерин тощо. До неполярних: бензен, гексан, октан тощо. До малополярних розчинників можна віднести естери органічних кислот. Такі речовини застосовуються як клей для пластмасових виробів (бутилацетат), харчова есенція із запахом дюшесу (ізоамілацетат) тощо.

Ще в алхімічний період становлення хімії був відкритий один із головних принципів, яким визначається розчинність речовин: подібне розчиняється в подібному.

Виходячи із цього принципу, можна пояснити, чому деякі речовини розчиняються в одному розчиннику й не розчиняються в іншому. Речовин, які розчинялися б абсолютно у всіх розчинниках — не існує. Так, полярні речовини добре розчиняються в полярних розчинниках, гірше розчиняються в малополярних і практично не розчиняються в неполярних. Наприклад, цукор добре розчиняється у воді й узагалі не розчиняється в бензені. І навпаки, неполярні речовини розчиняються в неполярних розчинниках і погано — у полярних. Наприклад, сірка не розчиняється (і навіть не змочується) у воді й добре розчиняється в бензені.

Кристалогідрати

Дуже часто при кристалізації деякі речовини не встигають (або їм це енергетично невигідно) позбутися своєї оболонки з молекул води й кристалізуються разом із водою. Такі речовини називають *кристалогідратами*. Існування кристалогідратів є одним із доказів існування процесу сольватації. Наприклад, при розчиненні білого порошку купрум(II) сульфату у воді утворюється розчин синього кольору. Такого кольору розчинні надають гідратовані йони Купруму Cu^{2+} . При випарюванні цього розчину в осад випадають кристали синього кольору, до складу яких входить вода. Воду, яка входить до складу кристалів, називають кристалізаційною.

Кристалічні речовини, до складу яких входить певне число молекул кристалізаційної води, називають кристалогідратами.

Однак слід зазначити, що, на відміну від розчинів, у кристалогідратах кожен частинку речовини оточує тільки певна, властива цій речовині, кількість молекул води. У зв'язку із цим склад таких речовин можна однозначно встановити й записати хімічною формулою. Так, кристалогідрат купрум(II) сульфату має склад $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Багато кристалогідратів мають власні назви. Наприклад, п'ятиводний купрум(II) сульфат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ називають мідним купоросом, десятиводний натрій сульфат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — глауберовою сіллю, семиводний ферум(II) сульфат $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — залізним купоросом, двохводний кальцій сульфат $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — гіпсом тощо.

Залежність розчинності речовин від їхньої природи, температури й тиску

Як і будь-який фізико-хімічний процес, процес розчинення підлягає певним закономірностям. Вище ми вже розглядали вплив температури й тиску на швидкість хімічних процесів. Аналогічно можна припустити, що ці параметри так само впливають на розчинність речовин.

Так, розчинність твердих і рідких речовин з підвищенням температури збільшується, а зі зниженням — зменшується. Для газуватих речовин характерна зворотна залежність: із підвищенням температури їхня розчинність зменшується, а зі зниженням — збільшується.

На розчинність речовин також впливає й зовнішній тиск. Оскільки при розчиненні твердих і рідких речовин загальний об'єм суттєво не змінюється, то зміна тиску на розчинність таких речовин майже не впливає. А при розчиненні газів загальний об'єм змінюється істотно, унаслідок чого при підвищенні тиску розчинність газів збільшується, а при зниженні — зменшується.

Взаємний вплив розчинювальних речовин

Якщо у воді вже розчинена яка-небудь речовина, то в цьому розчині гази розчиняються гірше, ніж у чистій воді. Найбільший вплив на розчинність газів у воді справляють розчинені електроліти. Так, розчинність кисню у воді в присутності натрій хлориду значно менша, ніж у чистій воді, причому розчинність суттєво зменшується з підвищенням концентрації солі. Сьогодні це явище називають *законом Сеченова*.

Зменшення розчинності в присутності інших речовин характерне не тільки для газів. Наприклад, якщо до насиченого розчину калій хлориду додати невелику кількість натрій хлориду, то розчинність калій хлориду зменшується й частина речовини випадає в осад. Це явище називають *висолюванням*.

Зниження розчинності речовин у розчинах електролітів обумовлене гідратацією йонів, що спричинює зменшення концентрації вільних молекул води. Частина молекул води, яка вже зв'язана з йонами електроліту, не може вступати в процес сольватації інших частинок і, відповідно, не є розчинником для інших речовин.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте правильне твердження щодо теплового ефекту процесу розчинення:
- А при розчиненні теплота поглинається; А
- Б при розчиненні теплота виділяється; Б
- В виділення чи поглинання тепла залежить від речовини, що розчиняється; В
- Г при розчиненні речовин тепловий ефект відсутній. Г
2. Позначте, як змінюється швидкість розчинення при подрібненні речовини, що розчиняється:
- А дуже дрібні речовини не розчиняються; А
- Б збільшується; Б
- В зменшується; В
- Г не змінюється. Г
3. Позначте, як змінюється величина розчинності речовин при їх подрібненні:
- А дуже дрібні речовини не розчиняються; А
- Б збільшується; Б
- В зменшується; В
- Г не змінюється. Г
4. Позначте, у якій рідині найчастіше трапляються розчини в природі:
- А бензин; А
- Б спирт; Б
- В нафта; В
- Г вода. Г
5. Позначте правильне твердження щодо речовин, які називають нерозчинними:
- А речовини, що зовсім не розчиняються; А
- Б їх розчинність не перевищує 0,01 г в 100 г води; Б
- В речовини, що не змішуються з водою; В
- Г їх розчинність перевищує 1 г в 100 г води. Г

6. Позначте правильне твердження щодо речовин, які називають малорозчинними:
- А речовини, які розчиняються повільно; А
- Б їх розчинність не перевищує 0,01 г в 100 г води; Б
- В речовини, що погано змішуються з водою; В
- Г їх розчинність не перевищує 1 г в 100 г води. Г
7. Позначте правильне твердження щодо виразу «насичений розчин»:
- А вміст речовини в розчині дуже великий; А
- Б вміст речовини в розчині дуже малий; Б
- В вміст речовини в розчині максимальний за даної температури; В
- Г за даної температури речовина розчиняється повільно. Г
8. Позначте правильне твердження щодо виразу «розбавлений розчин»:
- А вміст речовини в розчині дуже великий; А
- Б вміст речовини в розчині дуже малий; Б
- В розчин, у який додали воду; В
- Г розчин, у який уже неможливо додати води. Г
9. Позначте правильне твердження щодо виразу «концентрований розчин»:
- А вміст речовини в розчині дуже великий; А
- Б вміст речовини в розчині дуже малий; Б
- В вміст речовини в розчині максимальний за даної температури; В
- Г за даної температури речовина розчиняється повільно. Г
10. Позначте речовини, розчинення яких у воді супроводжується хімічною реакцією:
- А хлороводень; А
- Б сульфур(VI) оксид; Б
- В натрій хлорид; В
- Г алюміній сульфат. Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

11. Установіть відповідність між назвою речовини та її можливістю до розчинення у воді:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 1 кальцій гідроксид; А розчинна;
 2 алюміній сульфід; Б малорозчинна;
 3 калій хлорид; В нерозчинна;
 4 аргентум ортофосфат. Г не існує в розчині; Д не зміщується з водою.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть назви речовин у порядку збільшення їхньої розчинності у воді:

- А калій сульфат;
 Б кальцій сульфат;
 В цукор;
 Г ферум(III) гідроксид.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть назви речовин у порядку збільшення їхньої розчинності у воді:

- А аргентум сульфат;
 Б аргентум бромід;
 В етанол;
 Г алюміній сульфат.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Укажіть число молекул води, що міститься у складі однієї формульної одиниці кристалогідрату, якщо при прожарюванні цього кристалогідрату масою 28,6 г було одержано натрій карбонат масою 10,6 г.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

15. Укажіть число молекул води, що містяться у складі однієї формульної одиниці кристалогідрату манган(II) сульфату, якщо при прожарюванні цього кристалогідрату масою 13,85 г його маса зменшується на 6,3 г.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕМА 8. КІЛЬКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗЧИНІВ

(День 21–24)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть символ, яким позначається масова частка речовини:

А w ;
Б N ;
В V ;
Г v .

А
Б
В
Г

2. Позначте масу купрум(II) хлориду, яку необхідно додати до води масою 240 г, щоб одержати розчин цієї солі масою 300 г:

А 300 г;
Б 240 г;
В 60 г;
Г 540 г.

А
Б
В
Г

3. Позначте масу розчину, що утворюється при розчиненні у воді масою 170 г кухонної солі масою 40 г:

А 210 г;
Б 170 г;
В 130 г;
Г 40 г.

А
Б
В
Г

4. Укажіть, у яких масових співвідношеннях слід змішати натрій хлорид та воду, щоб отримати розчин із масовою часткою солі 10 %:

А 1 : 100;
Б 1 : 10;
В 1 : 9;
Г 10 : 100.

А
Б
В
Г

5. Позначте масову частку солі в розчині, що отриманий розчиненням солі масою 5 г у воді масою 45 г:

А 10 %;
Б 5 %;
В 11 %;
Г 45 %.

А
Б
В
Г

6. Позначте масу речовини, що необхідно розчинити у воді масою 50 г, щоб отримати розчин цієї речовини з масовою часткою 20 %:

А 20 г;
Б 10 г;
В 25 г;
Г 12,5 г.

А
Б
В
Г

7. Позначте масову частку розчину, добутого розчиненням у воді масою 150 г солі масою 50 г:

А 7 %;
Б 5 %;
В 33 %;
Г 25 %.

А
Б
В
Г

8. Позначте масу натрій хлориду, що слід додати до розчину масою 150 г з масовою часткою натрій хлориду 2 %, щоб збільшити масову частку до 5 %:

А 7 г;
Б 4,5 г;
В 4,7 г;
Г 7,5 г.

А
Б
В
Г

9. Укажіть, у яких масових співвідношеннях слід змішати натрій хлорид та воду, щоб отримати розчин із масовою часткою солі 10 %:

А 1 : 100;
Б 1 : 10;
В 1 : 9;
Г 10 : 100.

А
Б
В
Г

10. Укажіть, у яких масових співвідношеннях слід змішати калій сульфат та воду, щоб отримати розчин із масовою часткою солі 20 %:

А 2 : 100;
Б 2 : 10;
В 1 : 4;
Г 20 : 100.

А
Б
В
Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

11. Установіть відповідність між масами компонентів розчинів та масовими частками розчиненої речовини в утворених розчинах.

Маси речовин у розчині

- 1 95 г води та 5 г NaCl;
2 20 г води та 5 г NaCl;
3 9 г води та 1 г NaCl;
4 75 г води та 25 г NaCl.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Масова частка солі в розчині

- А 0,20;
Б 0,05;
В 0,10;
Г 0,25;
Д 0,46.

12. Установіть відповідність між описом розчину та вмістом розчиненої речовини в ньому.

Розчин

- 1 200 г розчину з $w = 5\%$;
2 300 г розчину з $w = 15\%$;
3 150 г розчину з $w = 7\%$;
4 400 г розчину з $w = 8\%$.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Вміст розчиненої речовини

- А 32 г;
Б 10 г;
В 20 г;
Г 10,5 г;
Д 45 г.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до завдання.

13. Розташуйте розчини в порядку збільшення масової частки розчиненої речовини:

- А 50 г розчину, в якому міститься 5 г речовини;
Б 80 г розчину, в якому міститься 2 г речовини;
В 40 г розчину, в якому міститься 5 г речовини;
Г 150 г розчину, в якому міститься 30 г речовини.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Коефіцієнт розчинності купрум(II) сульфату при $30\text{ }^\circ\text{C}$ дорівнює 25 г на 100 г води. Обчисліть масову частку (у відсотках) насиченого розчину за цієї температури.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Способи кількісного вираження складу розчинів

Для кількісного опису складу розчину часто вживають величини: масова частка розчиненої речовини й молярність розчину.

Масова частка розчиненої речовини (w) — це величина, що дорівнює відношенню маси розчиненої речовини до маси розчину.

$$w = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{розчину}}} \text{ або } w = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{розчину}}} \cdot 100\%.$$

Масова частка — величина безрозмірна й зазвичай виражається у відсотках.

Слід пам'ятати, що маса розчину дорівнює сумарній масі розчинника і розчиненої речовини:

$$m(\text{розчину}) = m(\text{речовини}) + m(\text{води}).$$

Знаючи масу розчину і масову частку розчиненої речовини, можна обчислити масу речовини:

$$m(\text{речовини}) = w(\text{речовини}) \cdot m(\text{розчину}).$$

Знання масової частки розчиненої речовини часто використовують для обчислень, пов'язаних з приготуванням розчинів із чистої речовини та води, розбавлення розчинів певної концентрації тощо. Але на практиці зручніше вимірювати об'єм розчину, а не його масу. Ці величини зв'язані через густину ρ :

$$\rho = \frac{m(\text{розчину})}{V(\text{розчину})}.$$

Густину розчинів зазвичай виражають у г/мл ($1\text{ мл} = 1\text{ см}^3$, $1\text{ л} = 1\text{ дм}^3 = 1000\text{ см}^3$). Значення густини чисельно дорівнює масі розчину (в грамах), що він займає об'ємом 1 мл. Густина води дорівнює 1 г/мл, тобто 1 мл води має масу 1 г.

Молярність розчину (C) — це величина, що дорівнює відношенню кількості розчиненої речовини до об'єму розчину.

$$C = \frac{n_{\text{речовини}}}{V_{\text{розчину}}}$$

Одиниця вимірювання молярності розчину — моль/л. Позначається $C = 1$ моль/л; $C = 0,02$ моль/л або $C = 1$ М; $C = 0,02$ М. Молярність розчину часто називають також молярною концентрацією.

Беручи до уваги кількісний опис складу розчину також часто вживають терміни «концентрований» та «розбавлений розчин». Поняття концентрований та розбавлений розчин не має жодної кількісної характеристики. Найчастіше розчин, у якому менше ніж 10 % розчиненої речовини, називають розбавленим, а якщо більше ніж 50 % — концентрованим.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте масу води, що міститься у водному розчині натрій сульфату масою 120 г, у якому міститься 20 г солі:

А 120 г
Б 100 г;
В 140 г;
Г 20 г.
2. Укажіть, у яких масових співвідношеннях слід змішати калій сульфат та воду, щоб отримати розчин із масовою часткою солі 20 %:

А 2 : 100;
Б 2 : 10;
В 1 : 4;
Г 20 : 100.
3. Позначте масу сульфатної кислоти, що міститься в її розчині масою 240 г з масовою часткою кислоти 15 %:

А 235 г;
Б 255 г;
В 240 г;
Г 36 г.
4. Позначте масову частку купрум(II) сульфату, якщо його розчин масою 60 г містить сіль масою 5 г:

А 5 %;
Б 8,3 %;
В 7,6 %;
Г 10 %.
5. Позначте масову частку розчину, добутого додаванням солі масою 5 г до розчину тієї самої солі масою 100 г з масовою часткою 10 %:

А 14 %;
Б 15 %;
В 12 %;
Г 10 %.
6. Позначте назву речовини, що є кристалогідратом:

А мідний купорос;
Б вапняк;
В кальцинована сода;
Г кухонна сіль.
7. Позначте назву речовини, що є кристалогідратом:

А їдкий натр;
Б цукор;
В кристалічна сода;
Г мармур.
8. Позначте значення, що відповідає запису « $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ »:

А склад розчину соди;
Б склад кристалогідрату соди;
В навколо формульної одиниці соди в розчині перебуває 10 молекул води;
Г при прожарюванні кристалічної соди можна добути речовини тільки такого складу.

9. Купрум(II) сульфат існує в природі у вигляді кристалогідрату $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Позначте кількість води (моль), що міститься в цьому кристалогідраті кількістю 0,6 моль:
- А 5 моль;
 Б 3 моль;
 В 0,6 моль;
 Г 0,5 моль.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між масами компонентів розчинів та масовими частками розчиненої речовини в утворених розчинах.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Маси речовин у розчині

- 1 66,5 г води та 3,5 г солі;
 2 42,5 г води та 7,5 г солі;
 3 90 г води та 10 г солі;
 4 240 г води та 60 г солі.

Масова частка солі в розчині

- А 15 %;
 Б 20 %;
 В 5 %;
 Г 25 %;
 Д 10 %.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до завдання.

11. Розташуйте розчини в порядку збільшення масової частки розчиненої речовини:
- А 100 г води та 5 г речовини;
 Б 80 г води та 10 г речовини;
 В 50 г води та 5 г речовини;
 Г 20 г води та 5 г речовини.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Розташуйте розчини в порядку збільшення маси розчиненої речовини:

- А 50 г розчину з масовою часткою 10 %;
 Б 80 г розчину з масовою часткою 2 %;
 В 90 г розчину з масовою часткою 5 %;
 Г 100 г розчину з масовою часткою 3 %.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Розташуйте розчини в порядку збільшення масової частки розчиненої речовини:

- А 150 г розчину, в якому міститься 5 г речовини;
 Б 180 г розчину, в якому міститься 15 г речовини;
 В 270 г розчину, в якому міститься 20 г речовини;
 Г 400 г розчину, в якому міститься 25 г речовини.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Розчинність калій хлорату при 70 °С дорівнює 30,2 г, а при 30 °С — 10,1 г у 100 г води. Обчисліть масу калій хлорату, що виділиться з 70 г насиченого при 70 °С розчину, якщо він охолоне до 30 °С.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 9. ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ

(День 25—28)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть речовину, за допомогою якої можна визначити сульфат-іони у розчині:
- А калій перманганат;
Б лакмус;
В барій нітрат;
Г купрум(II) гідроксид.
- А
Б
В
Г

2. Позначте йони, що містяться в розчині натрій ортофосфату:
- А Na^+ та PO_4^{2-} ;
Б Na^+ та PO_3^{2-} ;
В Na^+ та PO_4^{3-} ;
Г Na^{3+} та PO_4^{3-} .
- А
Б
В
Г

3. Позначте йони, що містяться в розчині літій сульфату:
- А Li^+ та SO_4^{2-} ;
Б Li^+ та SO_3^{2-} ;
В Li^+ та SO_4^- ;
Г Li^{2+} та SO_4^{2-} .
- А
Б
В
Г

4. Укажіть ознаку якісної реакції на сульфат-іони:
- А утворення білого осаду;
Б виділення бурого газу;
В обезбарвлення розчину;
Г поява темно-синього забарвлення розчину.
- А
Б
В
Г

5. Позначте йони, що містяться в розчині натрій сульфату:
- А Na^+ та SO_4^- ;
Б Na^+ та SO_3^{2-} ;
В Na^+ та SO_4^{2-} ;
Г Na^{2+} та SO_4^{2-} .
- А
Б
В
Г

6. Укажіть символ, яким позначається ступінь дисоціації електроліта в розчині:
- А N ;
Б ω ;
В α ;
Г n_E .
- А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте пари реагентів, взаємодія яких відповідає скороченому рівнянню реакції $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$:
- 1 хлоридна кислота та калій гідроксид;
2 нітратна кислота та купрум(II) гідроксид;
3 сульфатна кислота та натрій гідроксид;
4 сульфатна кислота та алюміній гідроксид;
5 сульфатна кислота та кальцій хлорид;
6 нітратна кислота та літій гідроксид.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 3, 5;
Б 1, 3, 6;
В 2, 4, 6;
Г 3, 4, 5.

8. Позначте назви кислот, що дисоціюють ступінчасто:
- 1 ортофосфатна;
2 нітратна;
3 сульфідна;
4 хлоридна;
5 карбонатна;
6 бромідна.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 3, 5;
Б 1, 3, 6;
В 2, 4, 6;
Г 2, 4, 5.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між назвою речовини та її характеристикою:

Назва речовини

- 1 натрій хлорид;
- 2 етанова кислота;
- 3 ортофосфатна кислота;
- 4 цукор.

Характеристика

- А слабкий електроліт;
- Б сильний електроліт;
- В неелектроліт;
- Г електроліт середньої сили;
- Д дуже слабкий електроліт.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

10. Установіть відповідність між електролітом та зарядом йонів, на які він дисоціює:

Електроліт

- 1 натрій сульфат;
- 2 натрій ортофосфат;
- 3 магній сульфат;
- 4 кальцій хлорид.

Заряди йонів

- А +2 та -1;
- Б +1 та -2;
- В +1 та -3;
- Г +2 та -2;
- Д +2 та -3.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть електроліти за порядком збільшення числа частинок, на які він дисоціює:

- А амоній хлорид;
- Б натрій ортофосфат;
- В алюміній сульфат;
- Г кальцій хлорид.

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. У розчині етанової кислоти масою 200 г з масовою часткою кислоти 6 % міститься $4,22 \cdot 10^{-3}$ моль катіонів Гідрогену. Обчисліть ступінь дисоціації кислоти (у відсотках) в цьому розчині.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Електроліти та електролітична дисоціація

Усі речовини можна розділити на електроліти та неелектроліти. *Електроліти* — це речовини, розчини або розплави яких проводять електричний струм. Розчини й розплави неелектролітів електричний струм не проводять.

До електролітів відносять речовини з йонною будовою, а також речовини з полярним ковалентним зв'язком: більшість солей, кислот, основ та деякі оксиди. До неелектролітів відно-

сять багато органічних сполук, зокрема цукор, спирт тощо.

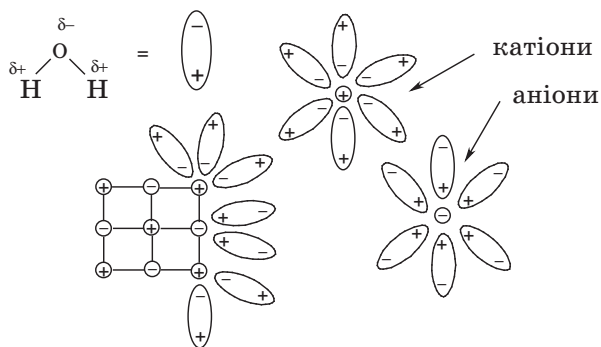
Відомо, що переносниками електричного струму можуть бути заряджені частинки — електрони або йони. Електронна провідність властива речовинам із металічним зв'язком (металам та деяким бінарним сполукам). Такі провідники називають провідниками першого роду. Йонна провідність властива багатьом хімічним сполукам з йонною будовою, наприклад розплавам багатьох солей, а також водним і неводним розчинам електролітів. Провідники, у яких носіями заряду є йони, називають провідниками другого

роду. Для того щоб пояснити йонну провідність розчинів електролітів, слід розглянути механізм електролітичної дисоціації.

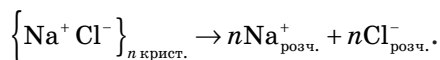
Механізм електролітичної дисоціації

Насамперед треба відзначити принципову різницю причин йонної провідності й, відповідно, електролітичної дисоціації, сполуки з йонним та ковалентним полярним зв'язками.

У йонних сполуках (зокрема й натрій хлориді) існують уже «готові» йони, які розташовуються у вузлах кристалічних ґраток. При підвищенні температури йонних сполук рухливість йонів прискорюється й при досягненні точки плавлення йони залишають свої місця й отримують можливість вільно пересуватися. При розчиненні відбувається процес гідратації йонів у кристалічних ґратках й подальшого розпаду кристала під дією розчинника на гідратовані йони.



Таким чином, електролітична дисоціація йонних сполук є фактично процесом руйнування кристалічних ґраток, який можна описати таким рівнянням:

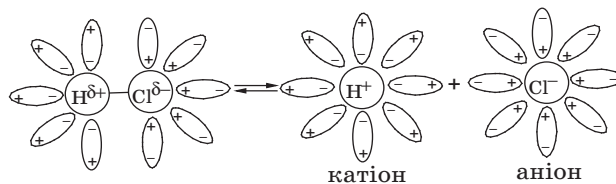


Утім, для спрощення електролітичну дисоціацію описують так:

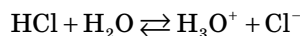


Процес електролітичної дисоціації сполук із ковалентним полярним зв'язком відбувається трохи інакше, головним чином за рахунок того, що в таких сполуках, незважаючи на те, що окремі атоми мають заряд, повноцінні йони ще не сформовані. Процес дисоціації сполук із ковалентним полярним зв'язком можна пояснити на прикладі хлороводню.

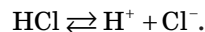
При потраплянні молекули хлороводню у воду, як і належить, відбувається її гідратація. Причому за рахунок заряду атомів Хлору й Гідрогену молекули води орієнтуються навколо молекули хлороводню у певний спосіб:



Молекули води за рахунок взаємодії з атомами Хлору та Гідрогену додатково поляризують зв'язок, що існує між ними. При цьому спільна електронна пара між атомами Гідрогену й Хлору додатково зміщується в бік хлору й ковалентний полярний зв'язок перетворюється на йонний. Унаслідок цього молекула хлороводню під дією молекул води розпадається на катион Гідрогену та аніон Хлору. У вигляді рівняння процес дисоціації хлороводню можна записати так:



або спрощено:



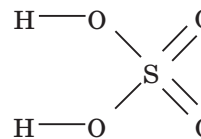
Сполуки з ковалентними неполярними або малополярними зв'язками під дією молекул розчинника не йонізуються, і тому їхні розчини не проводять електричний струм і вони не є електролітами.

Отже, електролітична дисоціація — це процес розпаду молекул на йони (позитивно заряджені катиони й негативно заряджені аніони) при розчиненні за рахунок додаткової поляризації ковалентного полярного зв'язку під дією молекул розчинника.

На підставі цього можна припустити, яким чином дисоціюють молекули різних електролітів.

Дисоціація кислот

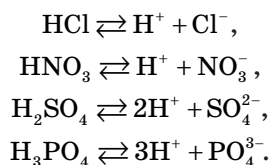
За структурною формулою сульфатної кислоти можна визначити, що найбільш полярним зв'язком є зв'язок між атомами Гідрогену й Оксигену.



Отже, у розчині буде розриватися саме цей зв'язок. Зв'язок між Сульфуром та Оксигеном є слабополярний (різниця електронегативностей

дуже мала), отже, при дисоціації розриватися він не буде.

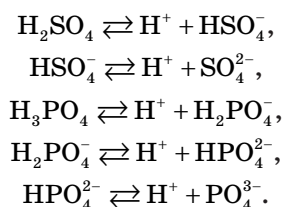
При дисоціації кислот утворюються катіони Гідрогену й аніони кислотних залишків. Рівняння електролітичної дисоціації кислот має такий вигляд:



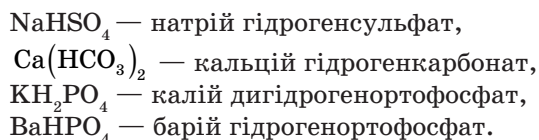
Отже, з погляду теорії електролітичної дисоціації Арреніуса, кислотами називають сполуки, під час дисоціації яких утворюються йони Гідрогену.

Загальні властивості розчинів кислот обумовлені саме катіонами H^+ , а концентрація цих йонів є кількісною мірою кислотності середовища.

Слід також зазначити, що дисоціація багатосилових кислот відбувається ступінчасто, тобто йони Гідрогену відщеплюються від молекул багатосилових кислот по одному:

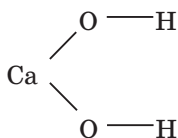


При ступінчастій дисоціації сульфатна кислота утворює різні аніони: HSO_4^- — гідрогенсульфат-іон із зарядом -1 та SO_4^{2-} — сульфат-іон із зарядом -2 , а ортофосфатна кислота три аніони: H_2PO_4^- — дигідрогенортофосфат-іон, HPO_4^{2-} — гідрогенортофосфат-іон, PO_4^{3-} — ортофосфат-іон. Завдяки цьому багатосилові кислоти можуть утворювати не тільки середні, але й кислі солі:



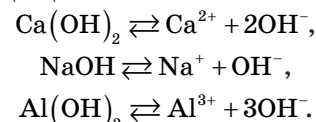
Дисоціація основ

За структурною формулою кальцій гідроксиду можна визначити, що максимальну полярність має зв'язок між атомами Кальцію й Оксигену.



Отже, у розчині буде розриватися саме цей зв'язок. Зв'язок між Гідрогеном та Оксигеном є менш полярним (різниця електронегативностей менша), отже, при дисоціації він розриватися не буде.

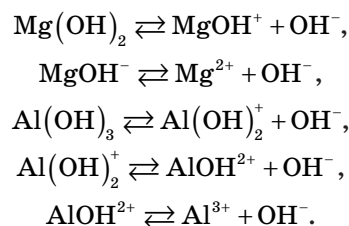
При дисоціації основ утворюються катіони металів і гідроксид-аніони. Рівняння електролітичної дисоціації основ має такий вигляд:



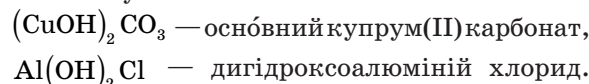
Згідно з теорією електролітичної дисоціації Арреніуса, основами називають сполуки, при дисоціації яких утворюються гідроксид-іони.

Загальні властивості розчинів основ обумовлені наявністю гідроксид-іонів OH^- , а концентрація цих йонів є кількісною мірою основності середовища.

Дисоціація багатокислотних основ (окрім гідроксидів Барію, Стронцію й Кальцію) також відбувається ступінчасто, тобто гідроксид-іони відщеплюються по одному:

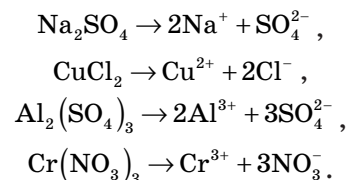


Завдяки ступінчастій дисоціації гідроксидів можливе існування основних солей:



Дисоціація солей

При дисоціації солей утворюються катіони металів та аніони кислотних залишків. Рівняння електролітичної дисоціації солей має такий вигляд:



Розчини середніх солей не містять однакових йонів, тому не проявляють спільних властивостей, як розчини кислот або основ.

Окрім середніх солей, дисоціація яких описана вище, ще існують кислі та основні солі. При дисоціації кислих солей у розчинах також

з'являються йони Гідрогену, а при дисоціації основних солей — гідроксид-іони. Наприклад,



З погляду сучасних уявлень про теорії кислот і основ, у теорію Арреніуса не вписуються багато речовин, які є кислотами або основами, зокрема й такі речовини, як амоніак NH_3 або анілін $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$.

Сильні та слабкі електроліти

Усі електроліти поділяють на сильні та слабкі. Сильні електроліти в розчинах дисоціюють повністю, а слабкі — частково, тобто частина молекул залишається в недисоційованому стані. До сильних електролітів відносять усі солі (за незначним винятком), луги (гідроксиди лужних елементів, а також Барію, Стронцію й Кальцію) та деякі кислоти (HCl , HBr , HI , HNO_3 , H_2SO_4 (розб.)). Інші електроліти відносять до слабких.

Силу електролітів можна пояснити ступенем йонності зв'язку, що підлягає розриву при дисоціації. Оскільки в солях між йонами металів та кислотних залишків зв'язок йонний, то майже всі солі належать до сильних електролітів. Аналогічний підхід справедливий також і для кислот та основ. Але якщо в основ полярність зв'язку між атомом металу й гідроксильною групою визначається тільки електронегативністю атома металу, то для кислот полярність зв'язку між атомами Оксигену та Гідрогену залежить від якісного й кількісного складу кислотного залишку.

У кислот, що не містять атоми Оксигену загального складу HX , сила кислот залежить від розміру атома X . Чим більший радіус атома, тим більша довжина зв'язку H-X , а отже, тим простіше його розірвати й тим більшою є сила кислоти. Таким чином, у ряді галогеноводневих кислот зі збільшенням порядкового номера галогену сила кислоти збільшується: плавикова кислота є слабкою, а йодоводнева кислота — сильною, тобто сила кислот змінюється в ряді:

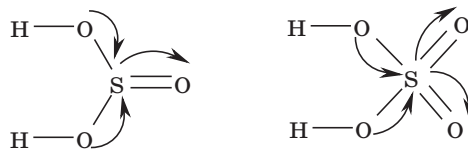


Силу оксигеновмісних кислот можна визначити за формулою $\text{E}(\text{OH})_m \text{O}_n$. Якщо $n < 2$ — кислота слабка, якщо n більше або дорівнює 2 — сильна.

Залежність сили кислот від складу кислотного залишку

Кислота	Формула		n	Характер кислоти
	$\text{H}_m \text{EO}_{n+m}$	$\text{E}(\text{OH})_m \text{O}_n$		
Сульфатна	H_2SO_4	$\text{S}(\text{OH})_2 \text{O}_2$	2	Сильна
Сульфитна	H_2SO_3	$\text{S}(\text{OH})_2 \text{O}$	1	Слабка
Нітратна	HNO_3	$\text{N}(\text{OH})\text{O}_2$	2	Сильна
Нітритна	HNO_2	$\text{N}(\text{OH})\text{O}$	1	Слабка
Карбонатна	H_2CO_3	$\text{C}(\text{OH})_2 \text{O}$	1	Слабка
Ортофосфатна	H_3PO_4	$\text{P}(\text{OH})_3 \text{O}$	1	Слабка
Гіпохлоритна	HClO	$\text{Cl}(\text{OH})$	0	Слабка
Хлоритна	HClO_2	$\text{Cl}(\text{OH})\text{O}$	1	Слабка
Хлоратна	HClO_3	$\text{Cl}(\text{OH})\text{O}_2$	2	Сильна
Перхлоратна	HClO_4	$\text{Cl}(\text{OH})\text{O}_3$	3	Сильна

Взаємозв'язок сили кислоти із числом атомів Оксигену, які не входять до складу гідроксильних груп, можна пояснити в такий спосіб. Атом Оксигену, як найбільш електронегативний, притягує до себе спільні електронні пари. У результаті електронна густина від атома Оксигену в групі OH зміщується в бік кислототвірного елемента, й зв'язок між атомами Оксигену та Гідрогену в гідроксильній групі стає більш полярним.



Чим більше число атомів Оксигену, які не входять до групи OH , тим полярніший зв'язок і сильніша кислота.

Ступінь дисоціації

Для кількісного опису сили електролітів використовують поняття «ступінь дисоціації».

Ступенем дисоціації α називають відношення числа молекул, що розпалися на йони (продисоційованих), до загального числа розчинених молекул.

$$\alpha = \frac{\text{число молекул, що розпалися на йони}}{\text{загальне число молекул у розчині}} = \frac{N_{\text{дис.}}}{N_0} = \frac{n_{\text{дис.}}}{n_0}.$$

Різні електроліти дисоціюють на йони різною мірою. Як впливає з наведеного рівняння, ступінь дисоціації може змінюватися від 0 до 1. Ступінь дисоціації часто виражають у відсотках.

Ступінь дисоціації також є характеристикою, за якою можна визначити, є електроліт сильним чи слабким. Так, якщо ступінь дисоціації електроліту в 0,1 М розчині більший за 30 %, то його відносять до сильних електролітів, а якщо менший за 3 % — до слабких. Електроліти, у яких ступінь дисоціації має проміжні значення, відносять до електролітів середньої сили.

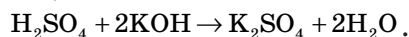
Йонні рівняння реакцій

Оскільки електроліти в розчинах утворюють йони, то для відображення змісту реакцій часто використовують так звані йонні рівняння, тому що в розчинах відбуваються реакції не між молекулами, а між йонами. Реакції, чиїм змістом є обмін йонами між реагентами, називають реакціями йонного обміну.

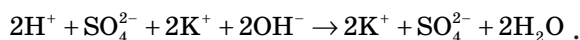
Складання йонних рівнянь реакцій

При складанні йонних рівнянь реакцій слід дотримуватися такого алгоритму:

1. Скласти *молекулярне рівняння* реакції (усі речовини — реагенти й продукти — записують у вигляді молекул) і розставити в ньому коефіцієнти:

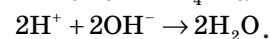


2. Скласти *повне йонне рівняння* реакції. Для цього замість запису молекул усіх речовин, які є сильними електролітами, слід записати йони, у вигляді яких вони існують у розчинах, з урахуванням розставлених коефіцієнтів. Так, у даному разі сильними електролітами є всі речовини, окрім води. Тому замість молекули сульфатної кислоти записуємо йони, на які вона дисоціює в розчині, тобто H^+ і SO_4^{2-} , замість калій гідроксиду — K^+ та OH^- , замість калій сульфату — K^+ і SO_4^{2-} . Вода є дуже слабким електролітом, тому її записують у молекулярній формі. Одержуємо:

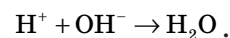


3. Скласти *скорочене йонне рівняння* реакції (іноді його називають йонно-молекулярним рівнянням реакції). Для цього в повному йонному рівнянні необхідно скоротити в лівій і правій

частинах рівняння однакові йони. У нашому випадку однаковими є йони SO_4^{2-} та K^+ . Одержуємо:



У разі потреби можна ще скоротити кратні коефіцієнти в рівнянні:



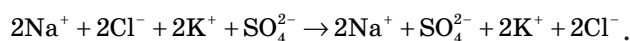
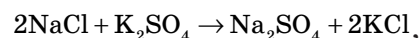
Умови протікання реакцій обміну в розчинах

Протилежно заряджені йони в розчинах притягуються й можуть утворювати продукти реакції. Згідно із теорією дисоціації, можливі два варіанти протікання реакцій обміну в розчинах:

а) утворені речовини — сильні електроліти, добре розчинні у воді й повністю дисоціюють на йони;

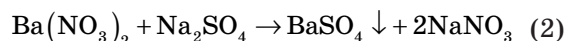
б) одна (або кілька) з утворених речовин — газ, осад (речовина, яка погано розчиняється у воді) або слабкий електроліт (добре розчинний у воді).

Розгляньмо перший випадок — натрій хлорид та калій сульфат — і запишімо молекулярне та йонне рівняння із цими речовинами:

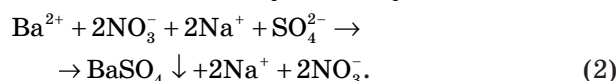
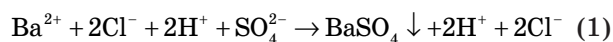


І натрій сульфат, і калій хлорид є добре розчинними сполуками й сильними електролітами, тому в цьому разі при складанні скороченого йонного рівняння всі йони скорочуються. Це свідчить про те, що при змішуванні розчинів натрій хлориду та калій сульфату реакція не відбувається, а утворюється суміш йонів Na^+ , K^+ , Cl^- і SO_4^{2-} .

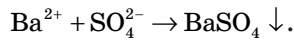
Другий випадок розгляньмо на прикладі двох реакцій:



У йонній формі рівняння (1) та (2) матимуть такий вигляд:



Барій сульфат є практично нерозчинним і вилучається зі сфери реакції, тому його записують у молекулярній формі. Однакові йони в обох частинах рівнянь скорочуються, й обидва рівняння перетворюються на однакові скорочені йонні рівняння:



Очевидно, що при взаємодії інших сульфатів із будь-якою розчинною сіллю Барію реакція буде описуватися таким самим скороченим йонним рівнянням. Отже, йонне рівняння, на відміну від молекулярного, належить не до однієї якої-небудь реакції між конкретними речовинами, а до цілої групи аналогічних реакцій.

Отже, якщо в результаті реакції одна з речовин вилучається зі сфери реакції, то реакція обміну відбувається повністю. Це можливо, якщо одним із продуктів реакції є: 1) слабо-розчинний газ, який виділяється з розчину; 2) слабкорозчинна речовина, що випадає в осад; 3) слабкодисоційована речовина (слабкий електроліт) — слабкі кислоти, вода. В іншому разі реакція не відбувається, а утворюється суміш йонів.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте частинки, що здатні переносити електричний заряд у розчинах:
 - А протони;
 - Б йони;
 - В молекули;
 - Г атоми.
- Позначте назву речовин, розчини або розплави яких не здатні проводити електричний струм:
 - А електроліти;
 - Б неелектроліти;
 - В солі;
 - Г кислоти.
- Позначте причину, завдяки якій розчини кислот кислі на смак:
 - А мають назву кислоти;
 - Б забарвлюють лакмус у червоний колір;
 - В здатні розчинятися у воді;
 - Г при дисоціації у розчинах з'являються йони Гідрогену.
- Позначте правильне твердження про індикатори:
 - А вимірюють температуру тіла;
 - Б змінюють свій колір залежно від кислотності середовища;
 - В показують температуру плавлення тіла;
 - Г змінюють свій колір залежно від концентрації солей.

- Позначте, які йони утворюються при дисоціації кислот:
 - А катіони металічних елементів;
 - Б гідроксид-іони;
 - В катіони Гідрогену;
 - Г аніони Оксигену.
- Позначте, які йони утворюються при дисоціації основ:
 - А катіони металічних елементів;
 - Б аніони кислотних залишків;
 - В катіони Гідрогену;
 - Г аніони Оксигену.
- Позначте, які йони утворюються при дисоціації солей:
 - А катіони металічних елементів;
 - Б гідроксид-іони;
 - В катіони Гідрогену;
 - Г аніони Оксигену.
- Позначте пару реагентів, взаємодія яких відповідає скороченому рівнянню реакції $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$:
 - А хлоридна кислота та калій гідроксид;
 - Б нітратна кислота та купрум(II) гідроксид;
 - В сульфатна кислота та алюміній гідроксид;
 - Г сульфатна кислота та кальцій хлорид.
- Позначте назву кислоти, що дисоціює ступінчасто:
 - А нітратна;
 - Б хлоридна;
 - В бромідна;
 - Г ортофосфатна.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між назвою речовини та її характеристикою.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Назва речовини

- 1 Етанол;
- 2 калій гідроксид;
- 3 флуоридна кислота;
- 4 карбонатна кислота.

Характеристика

- А Слабкий електроліт;
- Б сильний електроліт;
- В неелектроліт;
- Г електроліт середньої сили;
- Д дуже слабкий електроліт.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть електроліти в порядку збільшення числа частинок, на які вони дисоціюють:

- А алюміній нітрат;
- Б калій хлорид;
- В натрій сульфат;
- Г хром(III) сульфат.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Установіть послідовність збільшення кількості хлорид-іонів у розчинах об'ємом 1 л, що містять вказану кількість солей:
- А 0,005 моль CaCl_2 ;
 - Б 0,02 моль MgCl_2 ;
 - В 0,05 моль KCl ;
 - Г 0,01 моль AlCl_3 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність збільшення кількості нітрат-іонів у розчинах об'ємом 1 л, що містять вказану кількість солей:
- А 0,01 моль $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$;
 - Б 0,02 моль $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$;
 - В 0,02 моль NaNO_3 ;
 - Г 0,05 моль NH_4NO_3 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масу йонів Натрію (у грамах) у розчині натрій сульфату об'ємом 1 л, якщо в ньому міститься 0,11 моль сульфат-іонів.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

15. У розчині натрій і калій бромідів містяться бромід-іони кількістю 3 моль і йони Калію кількістю 1 моль. Обчисліть кількість йонів Натрію (моль) у цьому розчині.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕМА 10. ОКИСНО-ВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ

(День 29—32)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть схему, що відповідає перетворенню $Mg^0 \rightarrow Mg^{+2}$:

- А $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 + 2e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$;
Б $1s^2 2s^2 - 2e \rightarrow 1s^2$;
В $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 + 4e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
Г $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 - 2e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$.

А
Б
В
Г

2. Укажіть схему, що відповідає перетворенню $N^0 \rightarrow N^{+3}$:

- А $1s^2 2s^2 2p^3 - 3e \rightarrow 1s^2 2s^2$;
Б $1s^2 2s^2 2p^3 + 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$;
В $1s^2 2s^2 2p^5 + e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$;
Г $1s^2 2s^2 2p^3 - 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$.

А
Б
В
Г

3. Укажіть схему, що відповідає перетворенню $N^0 \rightarrow N^{+3}$:

- А $1s^2 2s^2 2p^3 - 3e \rightarrow 1s^2 2s^2$;
Б $1s^2 2s^2 2p^3 + 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$;
В $1s^2 2s^2 2p^5 + e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$;
Г $1s^2 2s^2 2p^3 - 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$.

А
Б
В
Г

4. Укажіть схему, що відповідає перетворенню $Ca^0 \rightarrow Ca^{+2}$:

- А $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 + 2e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
Б $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 + 4e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
В $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 - 2e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
Г $1s^2 2s^2 - 2e \rightarrow 1s^2$.

А
Б
В
Г

5. Обчисліть та позначте ступінь окиснення Мангану в калій перманганаті $KMnO_4$:

- А -3;
Б +6;
В +1;
Г +7.

А
Б
В
Г

6. Укажіть схему, що відповідає перетворенню $P^0 \rightarrow P^{+5}$:

- А $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 + 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
Б $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 - 5e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$;
В $1s^2 2s^2 2p^3 + 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$;
Г $1s^2 2s^2 + 6e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$.

А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте формули сполук, які можуть виступати окисниками:

- 1 $KMnO_4$;
2 HCl ;
3 HNO_3 ;
4 F_2 ;
5 NH_3 ;
6 Na_2S .

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 3;
Б 1, 4, 6;
В 1, 3, 4;
Г 2, 5, 6.

8. Позначте формули сполук, які можуть виступати відновниками:

- 1 $KMnO_4$;
2 HCl ;
3 HNO_3 ;
4 F_2 ;
5 NH_3 ;
6 Na_2S .

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 3;
Б 1, 4, 6;
В 1, 3, 4;
Г 2, 5, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між окисно-відновним процесом та його записом електронними формулами:

- 1 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 + 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
 2 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 - 5e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$;
 3 $1s^2 2s^2 2p^3 + 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$;
 4 $1s^2 2s^2 2p^5 + 1e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$.

- А $N^0 \rightarrow N^{-3}$;
 Б $F^0 \rightarrow F^{-1}$;
 В $Li^0 \rightarrow Li^+$;
 Г $P^0 \rightarrow P^{-3}$;
 Д $P^0 \rightarrow P^{+5}$.

10. Установіть відповідність між окисно-відновним процесом та числом електронів, що бере в ньому участь:

- | Процес | Число електронів |
|-----------------------------------|------------------|
| 1 $N^{+3} \rightarrow N^{-2}$; | А 2; |
| 2 $S^{-2} \rightarrow S^{+6}$; | Б 5; |
| 3 $N^{+4} \rightarrow N^{+5}$; | В 8; |
| 4 $Cl^{+7} \rightarrow Cl^{+1}$. | Г 1; |
| | Д 6. |

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповіді розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть символи елементів у порядку збільшення числа електронів, які можуть віддавати атоми цього елемента при окисненні до вищого ступеня окиснення:

- А Br;
 Б Al;
 В S;
 Г Si.

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Укажіть число електронів, що віддає один атом Сульфуру при взаємодії алюміній сульфід з киснем.

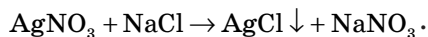
Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Окисно-відновні реакції

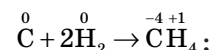
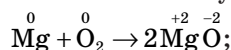
За зміною ступенів окиснення елементів, що містяться у складі реагентів та продуктів реакції, усі хімічні реакції можна розділити на дві групи, а саме на:

1) Реакції, що відбуваються *без зміни ступенів окиснення* всіх елементів. До таких реакцій належать, зокрема, реакції йонного обміну в розчинах та деякі інші:

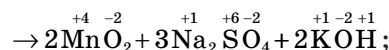
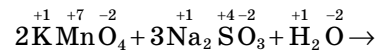
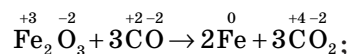


2) Реакції, що відбуваються *зі зміною ступенів окиснення* всіх або деяких (або навіть одного) елементів, наприклад:

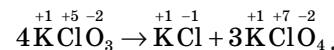
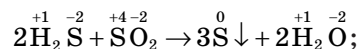
— усі елементи змінюють ступені окиснення:



— деякі елементи змінюють ступені окиснення:



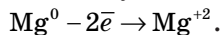
— один елемент змінює ступінь окиснення:



Хімічні реакції, що відбуваються зі зміною ступенів окиснення елементів, що входять до складу реагентів, називають окисно-відновними реакціями (ОВР).

Будь-який окисно-відновний процес обов'язково складається з двох протилежних процесів — окиснення та відновлення.

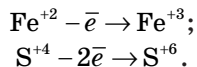
Окиснення — це процес віддачі електронів атомом, йоном або молекулою. Якщо атом віддає електрон, то він здобуває позитивний заряд:



Якщо негативно заряджена частинка віддає електрон, то вона може перетворюватися на нейтральний атом або позитивно заряджену частинку:



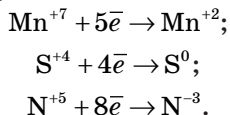
Якщо ж позитивно заряджена частинка віддає електрони, то вона збільшує свій позитивний заряд:



Відновлення — це процес прийому електронів атомом, йоном або молекулою. Якщо нейтральний атом приймає електрони, то він перетворюється на негативно заряджену частинку:



Якщо позитивно заряджена частинка приймає електрони, то вона зменшує свій позитивний заряд і залежно від числа прийнятих електронів може перетворитися на позитивно заряджену частинку з меншим позитивним зарядом, нейтральний атом або негативно заряджену частинку:



Частинку (атом, молекулу або йон), що приймає електрон, називають *окисником*, а частинку, що віддає електрони, — *відновником*. Окисник у процесі реакції відновлюється, а відновник — *окиснюється*. Оскільки в результаті реакції одна частинка віддає електрони, то обов'язково має бути частинка, яка ці електрони приймає, тому процеси окиснення й відновлення нерозривно пов'язані й не можуть протікати незалежно один від одного. Із цієї ж точки зору в окисно-відновному процесі обов'язково мають брати участь окисник і відновник, ОВР не може протікати між двома окисниками або між двома відновниками.

При складанні окисно-відновних процесів також слід пам'ятати про правила зазначення заряду частинок. Якщо зазначається заряд реально існуючого йона, що, наприклад, утворюється при дисоціації у воді, то спочатку зазначають величину заряду, а вже потім його знак.

Якщо ж заряд зазначається для якого-небудь «гіпотетичного» йона, що в реальних системах не існує, а входить тільки до складу більш складних частинок, то спочатку вказують знак заряду, а вже потім його величину, тобто в цьому разі вказують ступінь окиснення елемента. Наприклад, при дисоціації натрій сульфату у воді утворюються йони Натрію із зарядом +1 і сульфат-іони із зарядом -2. У цьому разі частинки реально існують у розчинах, тому їх позначають, як Na^+ (Na^{+1}) і SO_4^{2-} . Але до складу сульфат-іона входять атоми Сульфуру зі ступенем окиснення +6 і атоми Оксигену зі ступенем окиснення -2. Ці частинки не існують окремо, а тільки в складі більш складного йона, тому їх можна назвати «гіпотетичними» йонами, й, окрім того, через те, що між цими атомами зв'язок не йонний, а ковалентний, реальні заряди на цих атомах не дорівнюють відповідно +6 і -2, але для складання ОВР це не має значення, й вказують ступені окиснення атомів. Тому ці частинки позначають так: S^{+6} та O^{-2} .

Окисники й відновники

Розгляньмо, які речовини можуть бути окисниками та відновниками.

Окисники

Окисниками можуть бути частинки, що здатні приймати електрони. До таких частинок належать: 1) нейтральні атоми та молекули неметалів; 2) позитивно заряджені йони металів, складні йони та молекули, що містять атоми елементів із вищим або проміжним ступенем окиснення.

Нейтральні атоми як окисники

Типовими окисниками є атоми елементів, на зовнішньому електронному рівні яких міститься від 4 до 7 електронів. Зі збільшенням числа електронів на зовнішньому рівні атомам необхідно прийняти менше електронів до утворення стійкого октету. Тому чим більше електронів на зовнішньому рівні, тим сильніше виражені окисні властивості атомів. Серед простих речовин найсильнішими окисниками є речовини, утворені елементами 6 та 7 груп Періодичної системи. Атоми цих елементів приймають один або два електрони. Найслабшими окисниками є атоми 4 групи, вони приймають чотири електрони.

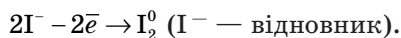
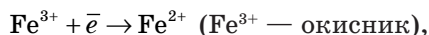
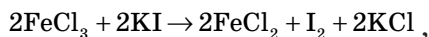
Нагадаємо, що в групах Періодичної системи окисні властивості зменшуються зі зростанням атомних радіусів (зі збільшенням атомного номера), а в періодах зі збільшенням атомного номера окисні властивості збільшуються, тому *серед простих речовин найсильніший окисник — фтор*.

Катіони як окисники

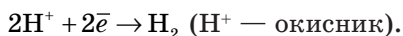
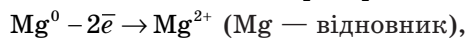
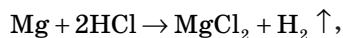
Позитивно заряджені йони металічних елементів тією чи іншою мірою мають окисну здатність, тобто здатні приймати електрони — відновлюватися. Серед них найсильнішими окисниками є йони металічних елементів із найвищим ступенем окиснення.

Наприклад, для йонів металів Fe^{2+} , Cr^{3+} характерні відновні властивості, а для йонів Cu^{2+} , Fe^{3+} — окисні (оскільки ці метали в даному разі перебувають у вищому ступені окиснення).

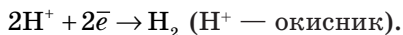
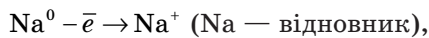
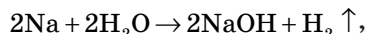
Так, у реакції $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ відновником є йон Fe^{2+} , а в реакції $\text{FeCl}_3 + \text{KI}$ окисником є Fe^{3+} :



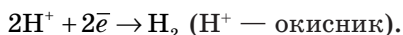
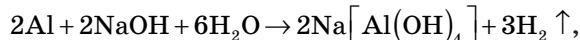
Також дуже часто в ролі окисника виступають заряджені йони гідрогену H^+ , наприклад у реакціях металів із водними розчинами багатьох кислот:



Аналогічно в реакціях активних металів з водою:



Або водними розчинами лугів:



Аніони як окисники

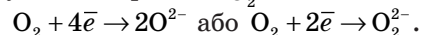
Типовими окисниками є аніони, до складу яких входять атоми перехідних металічних елементів із вищим ступенем окиснення, наприклад: KMnO_4 (Mn^{+7}), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (Cr^{+6}) тощо.

Сильними окисниками є також йони або молекули, що містять неметалічні елементи з позитивним ступенем окиснення (вищим або проміжним), наприклад нітратна кислота HNO_3 (N^{+5}),

концентрована сульфатна кислота H_2SO_4 (S^{+6}), бертолетова сіль KClO_3 (Cl^{+5}) тощо.

Найпоширеніші окисники, які часто використовують у техніці або в лабораторіях:

1. Кисень (O_2) використовують у багатьох хімічних виробництвах. Ще більш сильним окисником є інша алотропна модифікація Оксигену — озон. У реакціях атоми Оксигену приймають два електрони, утворюючи найчастіше частинку O^{2-} або, рідше, O_2^{2-} :



2. Нітратна кислота HNO_3 є одним із найсильніших окисників. Вона окиснює багато металів, а в суміші з хлоридною кислотою (царська горілка) здатна окиснювати навіть малоактивні метали, наприклад золото. У реакціях може відновлюватися до нітроген діоксиду NO_2 , нітроген монооксиду NO , азоту N_2 , амоніаку NH_3 .

3. Концентрована сульфатна кислота H_2SO_4 належить до числа досить сильних окисників, особливо при нагріванні. Проявляючи окисні властивості, сульфатна кислота найчастіше відновлюється до сульфур діоксиду SO_2 , а з більш сильними відновниками може відновлюватися до сірки S або до сірководню H_2S .

4. Манган(IV) оксид MnO_2 використовують у лабораторних умовах при добуванні хлору з хлоридної кислоти. У реакціях відновлюється до йона Мангану Mn^{2+} .

5. Калій перманганат KMnO_4 є дуже сильним окисником і широко використовується в лабораторіях. Продукти відновлення KMnO_4 залежать від середовища, у якому відбувається реакція. У лужному відновлюється до калій манганату K_2MnO_4 , у нейтральному — до манган(IV) оксиду MnO_2 , у кислому — до йона Мангану Mn^{2+} .

6. Калій хромат K_2CrO_4 та калій дихромат $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ широко використовують у лабораторіях. Продуктом відновлення є йон Хрому Cr^{3+} .

7. Галогени (F_2 , Cl_2 , Br_2) та оксигеновмісні сполуки Хлору й Броду, наприклад KClO_4 , KClO_3 , KClO , NaBrO_3 , NaBrO .

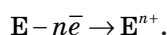
Відновники

Відновниками можуть бути частинки, що здатні віддавати електрони. До таких частинок належать: 1) нейтральні атоми металічних елементів та, у деяких випадках, неметалічних елементів; 2) негативно заряджені йони неметалічних елементів; 3) позитивно заряджені

йони металічних елементів у проміжному ступені окиснення; 4) складні йони та молекули, що містять атоми елементів у проміжному ступені окиснення.

Нейтральні атоми як відновники

Відновниками є атоми, на зовнішньому енергетичному рівні яких є від 1 до 3 електронів. До цієї групи відновників належать метали. Відновні властивості можуть виявляти й неметали, наприклад водень, вуглець, бор тощо. У хімічних реакціях усі вони віддають електрони за такою схемою:



Сильними відновниками є атоми, що мають великі атомні радіуси. До них належать атоми елементів двох перших груп Періодичної системи (лужні й лужноземельні металічні елементи), а також Al, Fe та Zn.

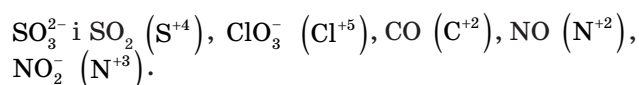
У групах Періодичної системи відновна здатність нейтральних атомів зростає зі збільшенням радіуса атома. Так, у ряді Na — Fr більш слабким відновником є Na, а більш сильним — Fr. У періодах зі збільшенням атомного номера відновна здатність зменшується, а отже, найсильнішим відновником з-поміж усіх елементів Періодичної системи є Францій.

Аніони як відновники

Сильними відновниками можуть бути також негативно заряджені йони неметалів E^{n-} , які зазвичай перебувають у нижчому ступені окиснення, оскільки за певних умов вони можуть віддавати не тільки слабо утримувані надлишкові електрони, але й електрони зі свого зовнішнього рівня. При цьому, чим активніший неметал як окисник, тим слабша відновна здатність його аніонів. І навпаки, чим менш активний неметал як окисник, тим більш активним відновником є його аніон.

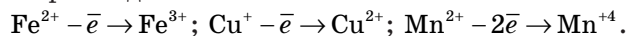
При однаковій величині заряду негативно заряджених йонів відновна здатність зростає зі збільшенням радіуса атома. Наприклад, у групі галогенів йон I^- має найбільшу відновну здатність порівняно з йонами Br^- , Cl^- і F^- , причому F^- відновних властивостей у хімічних реакціях взагалі не виявляє.

Також відновні властивості можуть виявляти оксигеновмісні аніони й молекули, у складі яких містяться атоми металічних та неметалічних елементів у проміжному ступені окиснення, наприклад MnO_2 (Mn^{+4}), MnO_4^{2-} (Mn^{+6}),



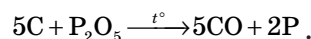
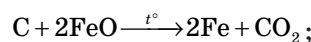
Катіони як відновники

Відновні властивості можуть виявляти йони металічних елементів із нижчою валентністю, наприклад:

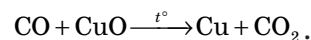
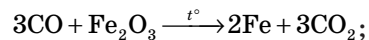


Найпоширеніші відновники, які часто використовують у техніці або в лабораторіях:

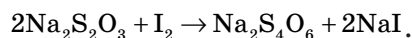
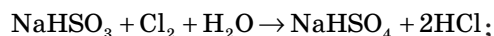
1. Вуглець широко використовують для відновлення металів та неметалів з оксидів:



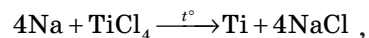
2. Карбон(II) оксид відіграє важливу роль у металургії при відновленні металів з їхніх оксидів:



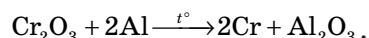
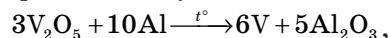
3. Натрій сульфід Na_2SO_3 , натрій гідрогенсульфід $NaHSO_3$ і натрій тіосульфат $Na_2S_2O_3$ широко використовують як відновники: другий — у текстильній промисловості, а третій — у фотографії й дуже часто з аналітичною метою для кількісного визначення йоду:



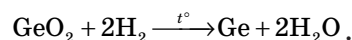
4. Активні метали, наприклад натрій, використовують у промисловості для добування простих речовин, утворених елементами підгрупи Титану:



а алюміній широко використовують у реакціях алюмінотермії для добування металів:



5. Водень. Сьогодні водень використовують у промислових масштабах для добування чистого вольфраму, молібдену, германію:



Як бачимо, дуже багато речовин залежно від умов можуть виявляти або окисні, або відновні

властивості. Найчастіше, якщо така речовина взаємодіє з більш сильним окисником, вона виявляє відновні властивості, а якщо з більш сильним відновником, то — окисні. Іноді визначити, які властивості (окисні чи відновні) більш характерні для речовини, досить складно без певного досвіду.

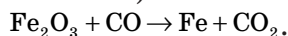
Складання рівнянь окисно-відновних реакцій

При складанні рівнянь ОВР дуже часто користаються методом *електронного балансу*. Його використовують для добору стехіометричних коефіцієнтів у рівняннях ОВР.

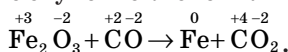
Суть методу визначення стехіометричних коефіцієнтів у рівняннях ОВР полягає в тому, щоб визначити ступені окиснення атомів елементів, які беруть участь в ОВР, і зрівняти число прийнятих та відданих електронів. При складанні електронного балансу можна дотримуватися такого алгоритму:

1. Записати реагенти й продукти реакції в молекулярному вигляді.
2. Визначити ступені окиснення всіх елементів, які входять до складу реагентів та продуктів реакції.
3. Визначити, які елементи змінюють ступені окиснення.
4. Записати рівняння окиснення та відновлення із зазначенням числа прийнятих і відданих електронів.
5. Обчислити найменше спільне кратне для чисел відданих і прийнятих електронів й обчислити коефіцієнти, на які необхідно помножити рівняння окиснення та відновлення.
6. Записати сумарне рівняння окиснення й відновлення.
7. Розставити коефіцієнти у вихідному молекулярному рівнянні.

Розгляньмо простий приклад відновлення ферум(III) оксиду чадним газом (карбон монооксидом). Продуктом реакції є залізо та карбон діоксид (вуглекислий газ):

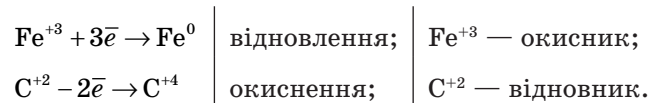


Обчислимо ступені окиснення всіх елементів:



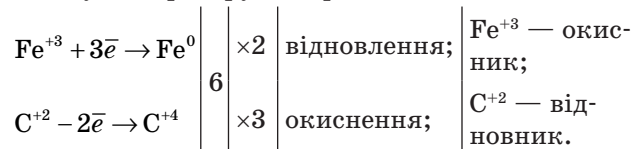
Ступені окиснення змінюють елементи Ферум (від +3 до 0) та Карбон (від +2 до +4). За змі-

ною ступеня окиснення цими елементами, запишемо рівняння окиснення та відновлення:



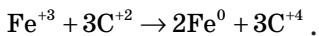
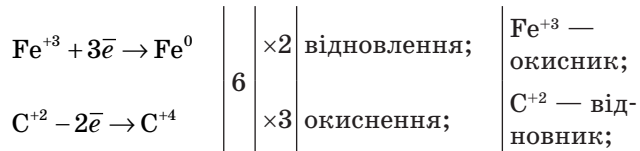
При складанні рівнянь окиснення та відновлення іноді складно визначити число прийнятих або відданих електронів. Для цього можна згадати закон збереження заряду: сумарні заряди лівої й правої частин рівнянь мають бути однаковими. При цьому не можна також забувати про те, що електрон має заряд -1 . Таким чином, щоб визначити число електронів у першому рівнянні (відновлення), можна скласти математичний вираз, позначивши число електронів символом x : $+3 + x \cdot (-1) = 0$. Розв'язуючи це рівняння, знаходимо, що $x = 3$, отже, щоб заряд $+3$ перетворився на 0 , необхідно прийняти 3 електрони. Таку саму операцію виконуємо стосовно другого рівняння: $+2 + x \cdot (-1) = +4$. У цьому разі $x = -2$, отже, для того щоб заряд $+2$ перетворився на $+4$, необхідно віддати 2 електрони (про необхідність віддавати електрони свідчить від'ємний знак значення x).

Наступним етапом буде визначення найменшого спільного кратного для чисел відданих і прийнятих електронів. Для чисел 3 та 2 найменшим спільним кратним є число 6 . Тепер, щоб визначити коефіцієнт, на який необхідно помножити рівняння окиснення й відновлення, поділимо найменше спільне кратне на число електронів, які беруть участь у кожному рівнянні. У рівнянні відновлення беруть участь 3 електрони, отже, це рівняння треба помножити на $\frac{6}{3} = 2$. У рівнянні окиснення беруть участь 2 електрони, отже, його треба помножити на $\frac{6}{2} = 3$. Отримане найменше спільне кратне та коефіцієнти записуємо праворуч від рівнянь:

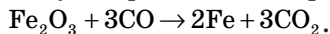


Тепер підсумуємо рівняння окиснення та відновлення з урахуванням коефіцієнтів: усі члени першого рівняння множимо на 3 , а другого — на 2 . Очевидно, що після множення в першому рівнянні приймається 6 електронів, а в друго-

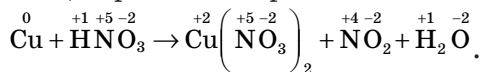
му — віддається 6 електронів. Після підсумовування вони скорочуються, тому в сумарному рівнянні їх можна не вказувати. Власне, суть електронного балансу полягає в тому, щоб визначити коефіцієнти, при множенні на які число прийнятих електронів буде дорівнювати числу відданих. Після всіх зазначених операцій одержуємо:



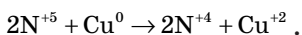
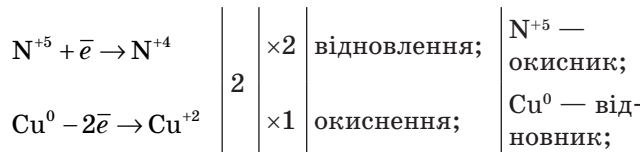
Залишається остання операція: перенести коефіцієнти із сумарного рівняння в молекулярне рівняння реакції. Для цього необхідно коефіцієнти перед відповідними частинками поставити перед записом молекул, у складі яких містяться елементи із цими ж ступенями окиснення. Так, Fe^{+3} міститься у складі ферум(III) оксиду, тому перед Fe_2O_3 необхідно поставити коефіцієнт 2, але оскільки до складу Fe_2O_3 уже входить два атоми Феруму, то коефіцієнт тут не потрібний; C^{+2} міститься у складі карбон(II) оксиду, тому перед CO ставлять коефіцієнт 3. Аналогічно переносять і решту коефіцієнтів і одержують:



Часто бувають випадки, коли в рівнянні є сполуки, до складу яких не входять елементи, що змінюють ступінь окиснення. У цьому разі коефіцієнти перед такими сполуками ставлять в останню чергу. Розгляньмо випадок взаємодії міді з концентрованою нітратною кислотою:

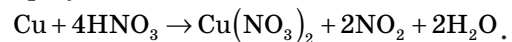


У цьому разі змінюють ступені окиснення Купрум і Нітроген. Складемо для них електронний баланс:



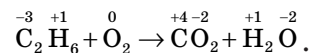
У цьому разі перед сполуками, до складу яких входить Купрум (Cu і $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$), стоїть коефіцієнт 1, а перед сполуками з Нітрогеном (HNO_3 та NO_2) — 2. Але, як видно з рівняння, не всі атоми Нітрогену змінюють ступені окиснення: частина їх без змін входить до складу купрум(II) нітрату

й для обчислення коефіцієнта перед нітратною кислотою їх також треба враховувати. Оскільки перед атомами Купруму коефіцієнт одиниця, то для утворення однієї «молекули» купрум(II) нітрату витрачається два атоми Нітрогену. До цього слід додати ще два атоми Нітрогену, які витрачаються на утворення нітроген діоксиду, й тоді перед HNO_3 треба поставити коефіцієнт 4. Після цього обчислюємо коефіцієнт перед H_2O . Серед реагентів Гідроген входить тільки в нітратну кислоту. З урахуванням коефіцієнта перед нею в реакції беруть участь 4 атоми Гідрогену, отже перед водою має стояти коефіцієнт 2. Виходячи із цього, одержуємо:

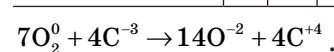
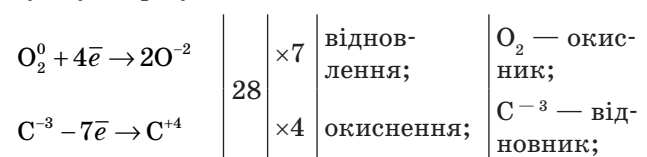


Якщо після всіх міркувань ви все ж таки маєте сумнів у правильності розставлених коефіцієнтів, то їх можна перевірити за допомогою так званої контрольної суми. Зазвичай таку перевірку проводять за числом атомів Оксигену, тому що він входить до більшості сполук: сума атомів Оксигену у всіх реагентах має дорівнювати сумарному числу атомів Оксигену в продуктах реакції. У цьому разі і в реагентах, і в продуктах реакції сума атомів Оксигену дорівнює 12, отже, коефіцієнти розставлені правильно.

Окрім того, слід сказати ще про одну особливість складання рівнянь окиснення та відновлення. Часто серед продуктів або реагентів зустрічаються прості речовини, які складаються з двохатомних молекул (O_2 , Cl_2 , Br_2 тощо). Тільки в цьому випадку в рівняннях окиснення й відновлення ці речовини записують у вигляді молекул. Наприклад, розгляньмо взаємодію етену з киснем:



У цьому разі ступені окиснення змінюють атоми Карбону й Оксигену. Однак оскільки в реакції бере участь кисень, то в напівреакції відновлення слід записувати молекулу кисню. Але індекс при атомі Карбону в етені при складанні напівреакції окиснення не враховується. У підсумку одержуємо:



При доборі коефіцієнтів у молекулярному рівнянні слід враховувати, що в молекулі етену

містяться два атоми Карбону. Окрім того, у продуктах реакції атоми Оксигену входять в обидва продукти, отже коефіцієнт перед H_2O ставлять за залишковим принципом: перед CO_2 , виходячи із сумарного рівняння, необхідно поставити коефіцієнт 4, отже, на карбон(IV) оксид витрачається 8 атомів Оксигену, тоді на воду залишається 6 і перед H_2O ставлять коефіцієнт 6:

$$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}.$$

Звісно ж, розглянуті приклади є досить простими, й у наведених рівняннях реакцій коефіцієнти можна розставити й без застосування електронного балансу, але існує досить багато реакцій, у яких без балансу розставити коефіцієнти складно.

Електроліз розплавів електролітів

Сукупність ОВР, що відбуваються на електродах у розчинах та розплавах електролітів при пропусканні через них електричного струму, називають електролізом. За етимологією слова можна сказати, що електроліз (від електро... і грец. *лізіс* — розклад) — це розклад під дією електричного струму.

При проведенні електролізу на електроди накладається зовнішнє електричне поле, під дією якого відбуваються реакції. Під час електролізу електрична енергія перетворюється на хімічну.

На катоді джерела струму відбувається процес передачі електронів катіонам із розчину або розплаву, тому катод є відновником. На аноді відбувається віддача електронів аніонами, тому анод є окисником.

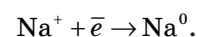
Під час електролізу як на аноді, так і на катоді можуть відбуватися конкуруючі реакції. При проведенні електролізу з використанням інертного (який не витрачається) електрода (наприклад, графіту або платини), як правило, у розчинах конкуруючими є два окисні і два відновні процеси: на аноді — окиснення аніонів і гідроксид-іонів, а на катоді — відновлення катіонів солей та йонів Гідрогену H^+ .

При проведенні електролізу з використанням активних (що витрачаються) електродів процеси ускладнюються: на аноді відбувається, окрім окиснення аніонів та гідроксид-іонів, також

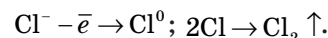
окиснення матеріалу анода (анодне розчинення); на катоді, окрім відновлення катіонів солей та йонів H^+ , відбувається відновлення катіонів металу, що утворилися при розчиненні анода.

Для того щоб вибрати найбільш імовірний процес, необхідно виходити з тези, що протікає та реакція, яка вимагає найменшої затрати енергії. Це означає, що відновлюються найбільш активні окисники, а окиснюються найбільш активні відновники.

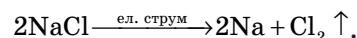
Розгляньмо на прикладі розплаву натрій хлориду. У розплаві натрій хлориду наявні йони натрію Na^+ і хлорид-іони Cl^- . Йони Натрію прямують до негативно зарядженого катода, на якому відбувається реакція:



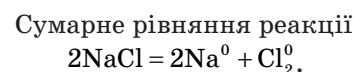
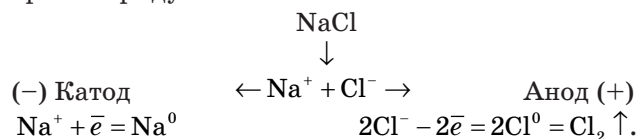
У свою чергу, хлорид-іони прямують до позитивно зарядженого анода, на якому віддають свої електрони, унаслідок чого відбувається реакція:



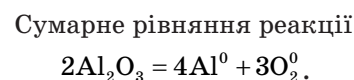
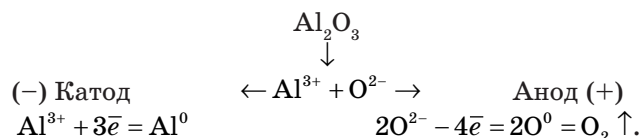
Сумарне рівняння реакції електролізу натрій хлориду має такий вигляд:



Схематично процес електролізу розплаву натрій хлориду можна записати так:



Електроліз розплавів використовують для добування високоактивних металів, які неможливо отримати за допомогою електролізу розчинів. Також широко розповсюджений електроліз алюміній оксиду, за допомогою якого в промисловості добувають алюміній:



КОНТРОЛЬНИЙ ВАРІАНТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте ознаку окисно-відновних реакцій:
 А атоми деяких елементів змінюють ступінь окиснення;
 Б у реакції обов'язково бере участь кисень;
 В у реакції обов'язково бере участь водень;
 Г продукти реакції кислі на смак.
2. Позначте назву процесу прийому електронів:
 А окиснення;
 Б відновлення;
 В сполучення;
 Г розкладання.
3. Позначте назву процесу втрати електронів:
 А окиснення;
 Б відновлення;
 В сполучення;
 Г розкладання.
4. Позначте назву частинки, що приймає електрони:
 А аніон;
 Б катіон;
 В окисник;
 Г відновник.
5. Позначте назву частинки, що втрачає електрон:
 А аніон;
 Б катіон;
 В окисник;
 Г відновник.
6. Позначте, що має статися з атомом Оксигену, щоб утворився йон O^{2-} :
 А він має віддати 2 електрони;
 Б прийняти 1 електрон;
 В віддати 1 електрон;
 Г прийняти 2 електрони.

7. Позначте, що має статися з йоном Fe^{2+} , щоб утворився йон Fe^{3+} :
 А він має віддати 1 електрон;
 Б віддати 3 електрони;
 В прийняти 1 електрон;
 Г прийняти 2 електрони.
8. Позначте формулу сполуки, що може виступати окисником:
 А NH_3 ;
 Б Na_2S ;
 В HNO_3 ;
 Г Ca.
9. Позначте формулу сполуки, що може виступати відновником:
 А $KMnO_4$;
 Б HNO_3 ;
 В F_2 ;
 Г NH_3 .
10. Позначте формулу сполуки, що може виступати і окисником, і відновником:
 А F_2 ;
 Б $KMnO_4$;
 В Na_2SO_3 ;
 Г Na_2S .

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

11. Установіть відповідність між хімічною формулою речовини і ступенем окиснення металічного елемента в ній.
- | | А | Б | В | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Формула речовини	Ступінь окиснення
1 $Ba(ClO_3)_2$;	А +1;
2 Na_2S ;	Б +2;
3 $Al(NO_3)_3$;	В +3;
4 $(NH_4)_2Cr_2O_7$.	Г +5;
	Д +6.

Наведені варіанти відповіді розташуйте у правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть символи елементів

у порядку збільшення числа електронів, що можуть віддавати атоми цього елемента під час окиснення до вищого ступеня окиснення:

А О;

Б К;

В Сl;

Г С.

	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

13. Установіть процеси в порядку збільшення числа електронів, що беруть у них участь:

А $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$;

Б $\text{Cl}^0 \rightarrow \text{Cl}^{-1}$;

В $\text{Br}^{-1} \rightarrow \text{Br}^{+1}$;

Г $\text{N}^{-3} \rightarrow \text{N}^{+4}$

	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть число електронів, що віддає один атом Фосфору при згорянні фосфіну PH_3 у надлишку кисню.

15. Складіть електронний баланс для реакції $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$ та вкажіть число електронів, що беруть участь у процесах відновлення з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів.

ОСНОВНІ КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК (8 ДНІВ)

ТЕМА 11. ОКСИДИ

(День 33—34)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть ряд речовин, у якому наведено лише кислотні оксиди:
- А K_2O , MgO , Fe_2O_3 ;
Б Al_2O_3 , SiO_2 , NO_2 ;
В SO_2 , SO_3 , CO_2 ;
Г N_2O , CO , CaO .

2. Укажіть речовини, при взаємодії яких одна з одною виділяється оксид:
- А алюміній гідроксид та натрій гідроксид;
Б аргентум нітрат та натрій хлорид;
В кальцій карбонат та етанова кислота;
Г калій хлорид та натрій нітрат.

3. Укажіть назву елемента, що утворює кислотні оксиди:
- А Калій;
Б Сульфур;
В Алюміній;
Г Магній.

4. Укажіть ряд речовин, у якому наведено тільки основні оксиди:
- А N_2O , CO , CaO ;
Б K_2O , MgO , BaO ;
В Al_2O_3 , SiO_2 , NO_2 ;
Г SO_2 , SO_3 , CO_2 .

5. Позначте формулу оксиду, в якому Нітроген має валентність III:
- А NO ;
Б N_2O_3 ;
В NO_2 ;
Г N_2O_5 .

6. Позначте речовину, що реагує із сульфур(VI) оксидом:
- А кальцій хлорид;
Б метан;
В калій сульфат;
Г кальцій оксид.

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте речовини, що взаємодіють із карбон(IV) оксидом:
- 1 калій оксид;
2 кисень;
3 калій нітрат;
4 калій хлорид;
5 кальцій гідроксид;
6 вода.

Варіанти відповідей:

- А 1, 5, 6;
Б 1, 4, 5;
В 2, 3, 4;
Г 2, 4, 6.

8. Позначте формули кислотних оксидів:
- 1 Na_2O ;
2 CO_2 ;
3 SiO_2 ;
4 K_2O ;
5 SO_2 ;
6 PbO .
- Варіанти відповідей:
- А 1, 4, 6;
Б 2, 3, 5;
В 2, 5, 6;
Г 1, 2, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між реагентами та продуктами реакцій:

- 1 кальцій карбонат + хлоридна кислота;
- 2 кальцій гідроксид + хлоридна кислота;
- 3 кальцій оксид + сульфур(VI) оксид;
- 4 кальцій оксид + сульфур(IV) оксид.

- А кальцій хлорид + вода;
 Б кальцій сульфід;
 В кальцій хлорид + карбон(IV) оксид + вода;
 Г кальцій сульфат;
 Д кальцій сульфат + вода.

10. Установіть відповідність між реагентами та продуктами реакцій:

- 1 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{SO}_4$;
- 2 $\text{CaO} + \text{CO}_2$;
- 3 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- 4 $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$.

- А $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;
 Б $\text{CaSO}_4 + 2\text{HCl}$;
 В $\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 Г CaCO_3 ;
 Д $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність добування нітроген(IV) оксиду:

- А NH_3 ;
 Б NO ;
 В NO_2 ;
 Г N_2 .

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Укажіть число атомів Оксигену, що міститься у складі однієї формульної одиниці ферум оксиду, якщо масова частка атомів Феруму в ньому дорівнює 70 %.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Поняття про оксиди

Оксиди — це різновид бінарних сполук. Бінарні сполуки поділяють на певні типи за елементом, який стоїть у хімічній формулі на другому місці. Сполуки з Оксигеном називають «оксидами»: від назви хімічного елемента «Оксиген». Друга частина слова «оксид» — частка «ид» — походить від латинського слова *eidos* — «різновид». Аналогічно називають інші типи бінарних сполук: сульфіді (сполуки із Сульфуром), хлориди (сполуки із Хлором), карбіді (сполуки з Карбоном) тощо.

Оксиди — це складні речовини, що складаються з атомів двох хімічних елементів, один з яких Оксиген.

Кількісний склад та назви оксидів

Залежно від валентності хімічного елемента, який утворює оксид, склад оксидів може бути описаний за допомогою формул: E_2O , EO , E_2O_3 , EO_2 , E_2O_5 , EO_3 , E_2O_7 , EO_4 . Символ елемента Оксигену завжди записують на другому місці.

Назви оксидів складаються з двох слів: перше — назва хімічного елемента, який утворює оксид, у називному відмінку, а друге — слово «оксид». Якщо елемент виявляє постійну валентність, то в назві оксиду його валентність не вказують:

Na_2O — натрій оксид;

MgO — магній оксид;

Al_2O_3 — алюміній оксид.

Якщо елемент може виявляти різні валентності й утворювати кілька оксидів, то в назві оксиду після назви елемента вказують значення його валентності римською цифрою в дужках:

- CO — карбон(II) оксид;
- CO₂ — карбон(IV) оксид;
- SO₂ — сульфур(IV) оксид;
- SO₃ — сульфур(VI) оксид.

Будова та фізичні властивості оксидів

Серед оксидів трапляються речовини і молекулярної, і немоллекулярної будови. Структура оксидів зумовлює і їхні фізичні властивості. У більшості випадків оксиди неметалічних елементів мають молекулярну будову, а оксиди металічних елементів — немоллекулярну будову.

Оксиди металічних елементів мають немоллекулярну будову. Це тверді речовини з високою температурою плавлення й кипіння. У більшості випадків вони не розчиняються у воді. Крім оксидів активних металічних елементів (лужних та лужноземельних металів), які активно реагують із водою.

Оксиди неметалічних елементів у більшості випадків мають молекулярну будову. Їхні температури плавлення й кипіння невеликі. Оксиди неметалічних елементів трапляються у твердому, рідкому й газоподібному станах. Силіцій оксид (атомні кристалічні ґратки) та фосфор(V) оксид (молекулярні кристалічні ґратки) — тверді речовини. Газуватих оксидів значно менше. Усі вони є речовинами з молекулярною будовою й утворені неметалічними елементами. Серед них нітроген(IV) оксид і нітроген(II) оксид, карбон(IV) оксид і карбон(II) оксид, сульфур(IV) оксид тощо. Кілька оксидів за звичайних умов перебувають у рідкому стані. Це також оксиди неметалічних елементів: H₂O, N₂O₃, SO₃, Cl₂O₃, Cl₂O₇, Mn₂O₇ (хоча останній є оксидом металічного елемента, але він також має молекулярну будову).

Застосування оксидів

У природі існує близько трьохсот оксидів. Багато з них використовують на практиці. Оксиди багатьох металічних елементів є сировиною для добування металів — заліза, алюмінію, свинцю, міді тощо. Кварц та кварцовий пісок є сировиною для виробництва скла. Скло із чистого кварцу є дуже цінним матеріалом, оскільки воно пропускає ультрафіолетове випромінювання (лампи з кварцового скла використовують

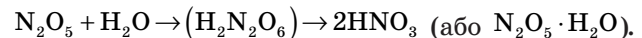
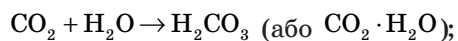
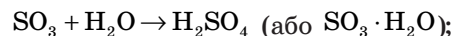
у солярії). Окрім того, пісок та багато інших оксидів є цінними будівельними матеріалами. Алюміній оксид утворює дуже твердий мінерал корунд, який використовують як абразивний матеріал для обробки металічних, керамічних та інших поверхонь. Багато оксидів є основою різних фарб: ферум(III) оксид — коричневої (вохра), хром(III) оксид — зеленої, титан(IV) оксид і цинк оксид — білої (титанові та цинкові білила).

Класифікація оксидів

Кислотні оксиди

Оксиди можна назвати родоначальниками деяких інших класів сполук. Залежно від елемента, який утворює оксид, з них можуть утворюватися кислоти або основи. За цим принципом оксиди поділяють на чотири групи: кислотні, основні, амфотерні та несолетворні.

Усі кислотні оксиди, за винятком силіцій оксиду SiO₂, реагують із водою. Продукти реакції також виявляють кислотні властивості і є кислотами:



Оксиди, яким відповідають кислоти, називають кислотними оксидами.

Більшість кислотних оксидів — це оксиди неметалічних елементів. Але кислотні оксиди здатні утворювати й металічні елементи, якщо ці елементи можуть виявляти дуже високі валентності, вищі аніж 4. Так, до кислотних оксидів належать CrO₃, Mn₂O₇.

Кислотні оксиди ще називають ангідридами кислот. Слово «ангідрид» буквально означає безводнена кислота (від *an* — «без» та грец. *gidor* — «вода»). Слова «ангідрид» та «кислотний оксид» — синоніми. Кожній оксигеновмісній кислоті відповідає кислотний оксид.

Кислоти й відповідні ангідриди

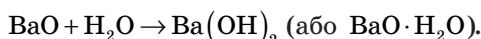
Кислоти	Кислотний оксид (ангідрид)	Кислота	Кислотний оксид (ангідрид)
H ₂ SiO ₃	SiO ₂	HClO ₄	Cl ₂ O ₇
H ₂ SO ₄	SO ₃	H ₂ CrO ₄	CrO ₃
H ₃ PO ₄	P ₂ O ₅	HMnO ₄	Mn ₂ O ₇

Основні оксиди

Оксиди, яким відповідають основи, називають основними оксидами.

До основних оксидів належать оксиди металічних елементів. Це, як правило, оксиди одно-, дво- і тривалентних металів.

Більшість основних оксидів із водою не взаємодіють. У реакцію з водою вступають лише ті оксиди, яким відповідають луги:



Основні оксиди й відповідні основи

Основні оксиди	Відношення до води	Основи
Na_2O	Взаємодіють із водою	NaOH
K_2O		KOH
SrO		$\text{Sr}(\text{OH})_2$
BaO		$\text{Ba}(\text{OH})_2$
Ag_2O	Не взаємодіють із водою	AgOH
CuO		$\text{Cu}(\text{OH})_2$
Fe_2O_3		$\text{Fe}(\text{OH})_3$

Несолетворні оксиди

Відомі оксиди, яким не відповідає ані кислота, ані основа, їх називають несолетворними. До них належать карбон(II) оксид CO , нітроген(II) оксид NO , нітроген(I) оксид N_2O та деякі інші. Вони являють собою гази, малорозчинні у воді, і не вступають із нею в хімічні реакції. Усі інші оксиди (кислотні й основні) називають солетворними.

Амфотерні оксиди

Поняття про амфотерність

Іноді трапляються сполуки, які можуть проявляти і кислотні, і основні властивості.

Речовини, які можуть виявляти кислотні й основні властивості залежно від сполуки, з якою вони взаємодіють, називають амфотерними.

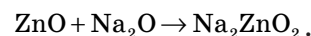
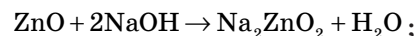
Амфотерність виявляють оксиди й гідроксиди деяких хімічних елементів із валентностями II, III й IV. Найважливіші серед них —

Берилій(II), Цинк(II), Станум(II), Плюмбум(II), Алюміній(III), Хром(III), Титан(IV).

Амфотерні оксиди

Амфотерні оксиди виявляють ті ж властивості, що й звичайні основні оксиди при взаємодії з кислотними речовинами. При взаємодії з основними речовинами вони вступають у реакції як кислотні оксиди, тобто взаємодіють з основними оксидами й основами з утворенням солей. Амфотерні оксиди взаємодіють з основами та основними оксидами при сплавлі, без участі води, і утворюють солі, які містять звичайний кислотний залишок, що відповідає цьому оксиду.

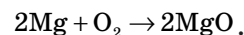
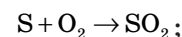
При сплавленні цинк оксиду з натрій гідроксидом або натрій оксидом утворюється натрій цинкат, тільки в першому випадку ще утворюється вода:



Добування оксидів

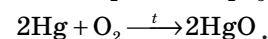
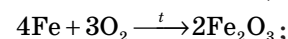
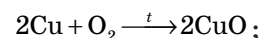
Із простих речовин

Найбільш простий спосіб добування оксидів — це взаємодія простих речовин із киснем:



Майже всі прості речовини взаємодіють із киснем. Багато з них взаємодіють досить бурхливо, з виділенням великої кількості теплоти й світла, тобто горять.

Більшість металів взаємодіють із киснем досить повільно. Наприклад, мідь, залізо або ртуть необхідно прожарювати тривалий час, щоб вони повністю прореагували. З такими речовинами реакція проходить значно краще, якщо для неї брати чистий кисень:

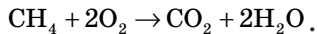


Деякі прості речовини взагалі не реагують із киснем. Серед металів — це платина й золото, а серед неметалів — інертні гази (неон, аргон тощо) і галогени (хлор, бром, йод).

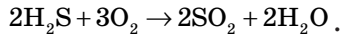
Добування зі складних речовин

Велика кількість складних речовин також здатні горіти в кисні. Під час горіння складної

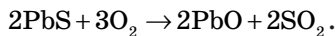
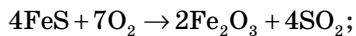
речовини утворюються оксиди всіх елементів, з яких складається ця речовина. Наприклад, унаслідок горіння метану CH_4 утворюються два оксиди: карбон(IV) оксид та гідроген оксид:



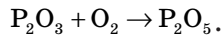
Сірководень H_2S — газ із запахом гнилих яєць — згорає в кисні також з утворенням двох оксидів: сульфур(IV) оксиду та гідроген оксиду:



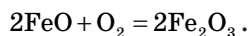
Для промисловості велике значення мають реакції згорання сульфідів металів, тому що під час цих реакцій утворюються два цінні оксиди — сульфур(IV) оксид та оксиди металічних елементів. Останні використовують для добування чистих металів:



З киснем також можуть взаємодіяти деякі оксиди. Елементи зі змінною валентністю здатні утворювати кілька оксидів. У цьому разі оксид із нижчою валентністю елемента може взаємодіяти з киснем з утворенням оксиду з вищою валентністю. Наприклад, Фосфор здатний утворювати фосфор(III) оксид (нижчий оксид) та фосфор(V) оксид (вищий оксид). У цьому разі нижчий оксид P_2O_3 здатний взаємодіяти з киснем з утворенням вищого оксиду P_2O_5 :

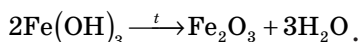
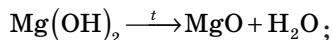


Аналогічно ферум(II) оксид може взаємодіяти з киснем з утворенням ферум(III) оксиду:

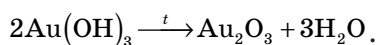


Дегідратація гідратів оксидів

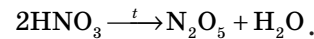
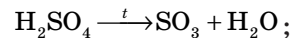
Оксиди можна добувати також розкладанням (дегідратацією) гідратів оксидів: гідратів кислотних оксидів (кислот) та гідратів основних оксидів (гідроксидів):



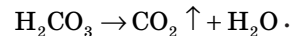
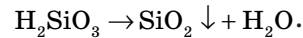
Такі реакції відбуваються при прожарюванні майже всіх гідроксидів, за винятком гідроксидів лужних елементів (Натрію та Калію). У такий спосіб можна добути оксиди навіть тих елементів, які у вигляді простих речовин не реагують із киснем, наприклад Ауруму:



Дегідратацію оксигеновмісних кислот (гідратів кислотних оксидів) проводять нагріванням у присутності фосфор(V) оксиду (речовини, що «жадібно» поглинає воду):

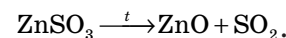
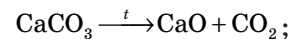


Такі кислоти, як карбонатна H_2CO_3 , сульфитна H_2SO_3 та силікатна H_2SiO_3 , легко перетворюються на оксиди навіть при незначному нагріванні:

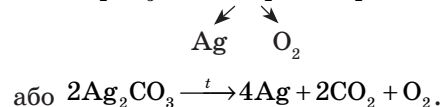
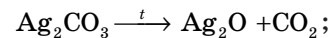
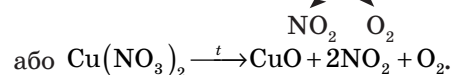
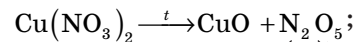


Термічний розклад солей

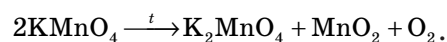
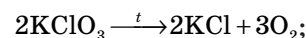
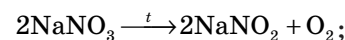
Оксиди також утворюються при розкладанні деяких солей оксигеновмісних кислот. При прожарюванні багатьох таких солей утворюються два оксиди: основний і кислотний (ангідрид кислоти, залишок якої утворює сіль).



Такі реакції відбуваються у тому випадку, якщо один із продуктів реакції (оксидів) є легким, наприклад SO_2 , CO_2 , SO_3 . А солі, утворені нелеткими оксидами, при прожарюванні не розкладаються, а лише плавляться. Якщо оксид, що утворюється при розкладанні, сам є термічно нестійкий, то утворюються ще й продукти його розпаду, наприклад:



Розкладанню при прожарюванні не піддаються солі Натрію та Калію. При нагріванні вони починають плавитися, а якщо й розкладаються, то за іншим принципом. Деякі із цих реакцій використовують у лабораторії для добування кисню:



Хімічні властивості оксидів

Основні	Амфотерні	Кислотні
Взаємодіють із кислотами з утворенням солі та води: $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Взаємодіють із кислотами та основами з утворенням солі й води: $\text{ZnO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{ZnO} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Взаємодіють з основами з утворенням солі та води: $\text{SO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Оксиди лужних та лужноземельних елементів взаємодіють із водою з утворенням лугів: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2.$ Інші з водою не взаємодіють: $\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} \neq$	З водою не реагують	Взаємодіють із водою з утворенням кислот (за винятком силіцій оксиду): $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4;$ $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} \neq$
Взаємодіють із кислотними оксидами з утворенням солі: $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$	Взаємодіють із кислотними та основними оксидами й один з одним: $\text{ZnO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3;$ $\text{ZnO} + \text{CaO} \rightarrow \text{CaZnO}_2;$ $\text{ZnO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{AlO}_2)_2$	Взаємодіють з основними оксидами з утворенням солі: $\text{CaO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4$

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте елементи, що утворюють переважно кислотні оксиди:

А металічні;
Б неметалічні;
В лужні;
Г лужноземельні.

А
Б
В
Г

2. Позначте елементи, що утворюють переважно основні оксиди:

А металічні;
Б неметалічні;
В галогени;
Г халькогени.

А
Б
В
Г

3. Позначте ознаку амфотерних оксидів:

А містять атоми металічних елементів;
Б взаємодіють з оксидами;

А
Б
В
Г

В виявляють переважно кислотні властивості;

Г виявляють кислотні й основні властивості.

4. Укажіть назву елемента, що утворює основний оксид:

А Нітроген;
Б Хлор;
В Берилій;
Г Кальцій.

А
Б
В
Г

5. Позначте ряд речовин, у якому наведено тільки несолеутворні оксиди:

А N_2O , MgO , SO_2 ;
Б ZnO , Al_2O_3 , PbO ;
В CO , N_2O , NO ;
Г Na_2O , BaO , NO_2 .

А
Б
В
Г

6. Позначте ряд речовин, у якому наведено тільки амфотерні оксиди:

А Al_2O_3 , ZnO , BeO ;
Б Na_2O , Fe_2O_3 , MgO ;
В SO_2 , CO_2 , Cl_2O ;
Г K_2O , Li_2O , Na_2O .

А
Б
В
Г

7. Позначте речовину, що взаємодіє з карбон(IV) оксидом:

- А калій оксид;
Б кисень;
В калій нітрат;
Г калій хлорид.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

8. Позначте назву оксиду, що взаємодіє з водою:

- А хром(III) оксид;
Б ферум(III) оксид;
В карбон(II) оксид;
Г сульфур(IV) оксид.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

9. Позначте назву оксиду, з якого водень відновлює метал:

- А манган(II) оксид;
Б сульфур(IV) оксид;
В хлор(III) оксид;
Г натрій оксид.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між реагентами та продуктами реакцій.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Реагенти

- 1 $\text{BaO} + \text{H}_2\text{SO}_4$;
2 $\text{BaO} + \text{CO}_2$;
3 $\text{BaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
4 $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$.

Продукти реакції

- А $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$;
Б $\text{BaSO}_4 + \text{HCl}$;
В $\text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
Г BaCO_3 ;
Д $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

11. Установіть відповідність між реагентами і продуктами реакцій.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Реагенти

- 1 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2$;
2 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2$;
3 H_2SO_3 ;
4 $\text{S} + \text{O}_2$.

Продукти реакції

- А $2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
Б SO_2 ;
В $2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$;
Г $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
Д $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

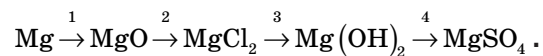
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть послідовність зростання кислотних властивостей оксидів:

- А Al_2O_3 ;
Б Na_2O ;
В CO_2 ;
Г SO_3 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть речовини в послідовності їх застосування для здійснення таких перетворень:



- А HCl ;
Б H_2SO_4 ;
В NaOH ;
Г O_2 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть число атомів Оксигену в одній молекулі нітроген оксиду, в якому масова частка Оксигену становить 63,2 %.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. Обчисліть число атомів Оксигену в одній молекулі нітроген оксиду, в якому масова частка Оксигену становить 69,6 %.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 12. КИСЛОТИ

(День 35—36)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть кислоту, що може утворювати кислі солі:

А карбонатна кислота;
Б нітратна кислота;
В етанова кислота;
Г хлоридна кислота.

А
Б
В
Г

2. Укажіть ряд кислот, у якому наведено тільки оксигеновмісні кислоти:

А сульфатна, нітратна, хлоридна;
Б флуоридна, сульфідна, бромідна;
В сульфідна, ортофосфатна, силікатна;
Г нітритна, сульфідна, фосфідна.

А
Б
В
Г

3. Позначте рівняння реакції, що характеризує загальні хімічні властивості кислот:

А $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$;
Б $4\text{HNO}_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;
В $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$;
Г $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$.

А
Б
В
Г

4. Укажіть кислоту, що може утворювати кислі солі:

А хлоридна кислота;
Б нітратна кислота;
В етанова кислота;
Г ортофосфатна кислота.

А
Б
В
Г

5. Укажіть ряд кислот, у якому наведено тільки безоксигенові кислоти:

А сульфатна, нітратна, хлоридна;
Б флуоридна, сульфідна, бромідна;
В сульфідна, ортофосфатна, силікатна;
Г нітритна, сульфідна, фосфідна.

А
Б
В
Г

6. Позначте рівняння реакції, що характеризує загальні методи добування кислот:

А $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$;
Б $4\text{HNO}_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;
В $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$;
Г $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$.

А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте речовини, з якими взаємодіють кислоти:

1 кислотні оксиди;
2 основні оксиди;
3 неметали;
4 метали;
5 основи;
6 кислоти.

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

А 1, 2, 3;
Б 1, 3, 6;
В 2, 4, 5;
Г 2, 5, 6.

8. Позначте сполуки, що взаємодіють із розбавленою сульфатною кислотою:

1 CO;
2 CaCl₂;
3 Na₂SO₄;
4 NH₃;
5 CaO;
6 SO₂.

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

А 1, 3, 5;
Б 2, 4, 5;
В 1, 5, 6;
Г 1, 3, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між реагентами та продуктами реакцій:

- 1 $2\text{HCl} + \text{ZnS}$;
2 $2\text{HCl} + \text{ZnO}$.
3 $2\text{HCl} + (\text{ZnOH})_2\text{CO}_3$;
4 2HCl (розв)+ Zn .

- А $\text{ZnCl}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;
Б $\text{ZnCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
В $\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$;
Г $\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$;
Д $\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

10. Установіть відповідність між реагентами та продуктами реакцій:

- 1 HNO_3 (конц.) + Cu ;
2 $\text{HNO}_3 + (\text{CuOH})_2\text{CO}_3$;
3 $\text{HNO}_3 + \text{CuS}$;
4 $\text{HNO}_3 + \text{CuO}$.

- А $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
Б $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S}$;
В $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
Г $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
Д $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть генетичний ланцюжок добування ортофосфатної кислоти:

- А HPO_3 ;
Б Ca_3P_2 ;
В P_2O_5 ;
Г H_3PO_4 .

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. У розчині етанової кислоти масою 200 г з масовою часткою кислоти 3 % міститься $2,66 \cdot 10^{-3}$ моль катіонів Гідрогену. Обчисліть ступінь дисоціації кислоти (у відсотках) в цьому розчині.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Поняття про кислоти, їхній склад та назви

Кислоти — це складні речовини, які складаються з атомів Гідрогену, що можуть замінюватися атомами металічних елементів, та кислотних залишків.

Згідно з теорією кислот та основ Арреніуса, кислотам можна дати інше визначення, а саме: *кислоти* — це складні речовини, які у водних розчинах піддаються електролітичній дисоціації з утворенням йонів Гідрогену.

Найважливіші кислоти

Назва	Формула	Традиційна назва	Кислотний залишок і його валентність	Назва кислотного залишку
Боратна	H_3BO_3	борна	III BO_3	борат

Продовження таблиці

Назва	Формула	Традиційна назва	Кислотний залишок і його валентність	Назва кислотного залишку
Бромідна	HBr	бромоводнева	I Br	бромід
Дихроматна	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	дихромова	II Cr_2O_7	дихромат
Етанова	CH_3COOH	етанова	I CH_3COO	етаноат
Йодидна	HI	йодоводнева	I I	йодид
Карбонатна	H_2CO_3	вугільна	II CO_3	карбонат
Нітратна	HNO_3	азотна	I NO_3	нітрат
Нітритна	HNO_2	азотиста	I NO_2	нітрит

Закінчення таблиці

Назва	Формула	Традиційна назва	Кислотний залишок і його валентність	Назва кислотного залишку
Перманганатна	HMnO_4	марганцева	MnO_4 ^I	перманганат
Перхлоратна	HClO_4	хлорна	ClO_4 ^I	перхлорат
Силікатна	H_2SiO_3	кремнієва	SiO_3 ^{II}	силікат
Сульфатна	H_2SO_4	сірчана	SO_4 ^{II}	сульфат
Сульфатна	H_2SO_4	сірчана	SO_4 ^{II}	сульфат
Сульфідна	H_2S	сірководнева	S ^{II}	сульфід
Сульфідна	H_2S	сірководнева	S ^{II}	сульфід
Ортофосфатна	H_3PO_4	фосфорна, ортофосфорна	PO_4 ^{III}	ортофосфат
Флуоридна	HF	фтороводнева, плавикова	F ^I	фторид
Хлоридна	HCl	хлороводнева, соляна	Cl ^I	хлорид
Ціанідна	HCN	синильна	CN ^I	ціанід

Класифікація кислот

За різними ознаками кислоти поділяють на різні групи. За вмістом атомів Оксигену кислоти поділяють на оксигеновмісні та безоксигенові.

До оксигеновмісних кислот належать сульфатна H_2SO_4 , нітратна HNO_3 та ін. Оксигеновмісні кислоти є гідратами кислотних оксидів, тобто продуктами приєднання молекули води до молекули кислотного оксиду.

До безоксигенових кислот належать розчини деяких газів у воді. Наприклад, хлоридна кислота — це розчин газуватого хлороводню HCl у воді, флуоридна — розчин фтороводню HF , сульфідна — розчин сірководню H_2S тощо.

За числом атомів Гідрогену, здатних заміщатися на атоми металічного елемента (за *основністю кислоти*), кислоти поділяють на одноосновні (HCl , HNO_3), двоосновні (H_2S , H_2SO_4), трьохосновні (H_3PO_4) тощо.

Основність кислоти не завжди збігається із числом атомів Гідрогену в її молекулі. Ці ви-

падки дуже поширені серед органічних кислот, таких як етанова, лимонна, виноградна тощо. Приміром, етанова кислота CH_3COOH є одноосновною. Її молекули, хоча й містять по чотири атоми Гідрогену, але тільки один атом здатний заміщатися атомом металічного елемента. Серед неорганічних кислот також трапляються подібні випадки: фосфітна кислота H_3PO_3 — двоосновна, а фосфінова кислота H_3PO_2 — одноосновна.

За силою кислот, тобто за здатністю дисоціюватися на йони, кислоти поділяють на сильні, кислоти середньої сили та слабкі. До сильних кислот відносять кислоти, які в розчині з концентрацією 0,1 моль/л дисоціюють більш ніж на 30% (сульфатна, нітратна, хлоридна тощо). Слабкі кислоти в розчинах із такою ж концентрацією дисоціюють менше ніж на 3% (карбонатна, сульфідна, етанова тощо). Якщо ступінь дисоціації кислоти в розчині перебуває в інтервалі 3—30%, то її відносять до кислот середньої сили (флуоридна, нітритна тощо).

Фізичні властивості кислот

Кислоти — речовини молекулярної будови. Це зумовлює їхні фізичні властивості: кислоти є рідинами або легкоплавкими твердими речовинами. Так, найпоширеніші кислоти — сульфатна H_2SO_4 та нітратна HNO_3 — за звичайних умов рідини. Фосфатна H_3PO_4 , боратна H_3BO_3 , силікатна H_2SiO_3 — тверді речовини. Безоксигенові кислоти — флуоридна HF , хлоридна HCl , бромідна HBr , йодидна HI , сульфідна H_2S та ціанідна HCN — водні розчини газів, які мають ту саму формулу, що й кислота.

Сульфідна H_2S та карбонатна H_2CO_3 кислоти є водними розчинами сірчастого SO_2 й вуглекислого CO_2 газів. Більшість неорганічних кислот добре розчиняються у воді. З їхніми розчинами зазвичай і працюють у лабораторіях. Винятком є силікатна кислота H_2SiO_3 — вона у воді не розчиняється.

Використання кислот

Кислоти є одними з найважливіших речовин у промисловості, і не тільки в хімічній. Найбільшу увагу приділяють сульфатній, нітратній, хлоридній та ортофосфатній кислотам. Їх добувають на хімічних заводах у величезних кількостях, особливо сульфатну. Незрідка про рівень промислового розвитку якої-небудь країни судять по тому, скільки сульфатної кислоти вона виробляє. І це тому, що сульфатну кислоту (як і інші кислоти) використовують майже в усіх

галузях народного господарства. Без цих кислот неможливо виготовляти метали, тканини, папір, мінеральні добрива тощо. Величезні об'єми сульфатної кислоти витрачають для переробки нафти у звичайне пальне, а також при виробництві кольорових металів, мийних засобів, ліків та барвників, вибухових матеріалів.

Дуже багато кислот використовують і в харчовій промисловості. І не тільки як смакові приправи для створення кислого смаку. У більшості випадків кислоти (етанова, лимонна, бензойна, винна, щавлева) використовують як консерванти — речовини, які сповільнюють псування харчових продуктів.

Майже в кожному будинку є оцет (розчин етанової кислоти), щавлева й лимонна кислоти для приготування їжі. У домашній аптечці завжди є аскорбінова кислота (вітамін С), ацетилсаліцилова кислота (аспірин) та боратна кислота (її розчин використовують для дезінфекції).

Безпека під час роботи з кислотами

Кислоти належать до їдких речовин. При потрапленні кислот на шкіру або слизові оболонки з'являються хімічні опіки, а при потрапленні концентрованої сульфатної кислоти — навіть обуглювання шкіри. У разі потраплення кислот на одяг з'являються дірки: відразу або після прання (залежно від кількості кислоти). Тому з кислотами, особливо з концентрованими, треба поводитися дуже обережно. Працювати з ними бажано в гумових рукавичках.

При розчиненні концентрованих кислот у воді виділяється велика кількість теплоти. Якщо наливати воду в склянку з концентрованою кислотою, то вода збирається на поверхні (густина концентрованих кислот більша) і під дією теплоти, що виділяється, може закипіти й почати розбрикуватися. Тому при розведенні концентрованих кислот слід обов'язково наливати тільки кислоту в склянку з водою, а не навпаки!

Хімічні властивості кислот

Хімічні властивості	Рівняння реакцій
Змінюють колір індикаторів	Див. табл. на с. 110
Взаємодіють із металами, що розташовані в ряді активності лівише водню	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$
Взаємодіють з основними оксидами з утворенням солі й води	$\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Взаємодіють з основами з утворенням солі й води	$3\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
Взаємодіють із солями, якщо виконується хоча б одна умова протікання реакцій обміну	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl};$ $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl};$ $2\text{HCl} + \text{FeS} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow;$ $2\text{HNO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Добування кислот

Спосіб добування	Рівняння реакції
Безокисигенові кислоти	
Розчинення у воді летких сполук з Гідрогеном (HF, HCl, HBr, HI, H ₂ S)	
Витіснення із солей сильнішою кислотою	$2\text{HCl} + \text{FeS} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow; \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} + \text{NaCl}_{(\text{тв})} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$
Витіснення із солей з утворенням осаду	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$
Оксигеновмісні кислоти	
Взаємодія ангідридів кислот із водою	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3; \text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t} 2\text{H}_3\text{PO}_4$
Витіснення із солей сильнішою кислотою	$\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaCl};$ $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl};$ $\text{NaNO}_{3(\text{тв})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HNO}_3 \uparrow$

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть ряд речовин, у якому наведено тільки кислоти:
 А K_2SO_3 , MgO , Fe_2O_3 ;
 Б Al_2O_3 , SiO_2 , HNO_2 ;
 В H_2SO_3 , H_2SO_4 , H_2CO_3 ;
 Г N_2O , CO , $Ca(OH)_2$
2. Позначте, які частинки утворюються при розчиненні кислот у воді:
 А аніони кислотних залишків;
 Б гідроксид-іони;
 В катіони металічних елементів;
 Г йони амонію.
3. Укажіть ряд кислот, у якому наведено тільки оксигеновмісні кислоти:
 А йодидна, нітратна, сульфідна;
 Б флуоридна, хлоридна, бромідна;
 В бромідна, ортофосфатна, сульфідна;
 Г нітритна, ортофосфатна, сульфідна.
4. Позначте метал, що здатний витіскувати водень із кислот:
 А мідь;
 Б залізо;
 В ртуть;
 Г золото.
5. Позначте клас речовин, з яким взаємодіють кислоти:
 А кислотні оксиди;
 Б основні оксиди;
 В неметали;
 Г вода.
6. Укажіть продукти реакції взаємодії цинку з хлоридною кислотою:
 А цинк хлорид та вода;
 Б цинк хлорид та водень;
 В цинк хлорат та водень;
 Г цинк хлорат та вода.

7. Позначте рівняння реакції, що характеризує загальні хімічні властивості кислот:
 А $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$;
 Б $6H_2SO_4 + 2Fe \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 \uparrow + 6H_2O$;
 В $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$;
 Г $P_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HPO_3$.
8. Позначте рівняння реакції, що характеризує загальні методи добування кислот:
 А $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$;
 Б $4HNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O$;
 В $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$;
 Г $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$.
9. Позначте формулу сполуки, що взаємодіє з розбавленою сульфатною кислотою:
 А CO ;
 Б Na_2SO_4 ;
 В NH_3 ;
 Г SO_2 .

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між реагентами та продуктами реакцій.
- | | А | Б | В | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Реагенти

- 1 $CaCO_3 + 2HCl$;
 2 $Ca(OH)_2 + 2HCl$;
 3 $CaO + SO_3$;
 4 $CaO + H_2SO_3$.

Продукти реакції

- А $CaCl_2 + 2H_2O$;
 Б $CaSO_3 + H_2O$;
 В $CaCl_2 + CO_2 + H_2O$;
 Г $CaSO_4$;
 Д $CaSO_4 + H_2$.

11. Установіть відповідність між реагентами та продуктами реакцій.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Реагенти

- 1 $2\text{HCl} + \text{FeS}$;
 2 $2\text{HCl} + \text{FeO}$;
 3 $2\text{HCl} + \text{Fe}(\text{OH})_2$;
 4 $2\text{HCl} + \text{Fe}$.

Продукти реакції

- А $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 Б $\text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
 В $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$;
 Г $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2$;
 Д $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$.

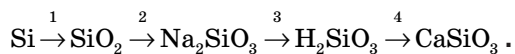
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть генетичний ланцюжок добування сульфатної кислоти:

- А SO_2 ;
 Б FeS_2 ;
 В H_2SO_4 ;
 Г SO_3 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність застосування реагентів для здійснення перетворень:



- А O_2 ;
 Б NaOH ;
 В CaO ;
 Г HCl .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть кількість речовини (моль) ортофосфатної кислоти масою 1,47 кг.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

15. Обчисліть масу заліза (у грамах), що прореагувала з хлоридною кислотою, якщо при цьому виділилося 5,6 л водню.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕМА 13. ОСНОВИ

(День 37–38)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте йони, що зумовлюють перетворення забарвлення фенолфталеїну на малинове:
- А гідроксид-іони;
Б йони Гідрогену;
В сульфат-іони;
Г йони Кальцію.

А
Б
В
Г

2. Позначте речовину, що реагує з натрій гідроксидом:
- А кальцій оксид;
Б етанол;
В калій сульфат;
Г кальцій хлорид.

А
Б
В
Г

3. Укажіть продукти реакції взаємодії кальцій гідроксиду з вуглекислим газом:
- А кальцій гідрогенкарбонат;
Б кальцій карбонат та вода;
В карбонатна кислота та кальцій гідрогенкарбонат;
Г кальцій карбонат та кальцій гідроксид.

А
Б
В
Г

4. Позначте рівняння реакції, що характеризує загальні хімічні властивості основ:
- А $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$;
Б $6\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$;
В $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$;
Г $\text{HCOOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{HCOOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$.

А
Б
В
Г

5. Позначте речовину, що реагує з натрій гідроксидом:
- А фенол;
Б етанол;
В натрій нітрат;
Г калій йодид.

А
Б
В
Г

6. Позначте основу, що може утворювати основні солі:
- А ферум(II) гідроксид;
Б натрій гідроксид;
В калій гідроксид;
Г амоній гідроксид.

А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте солі, що взаємодіють із лугами:
- 1 калій хлорид;
2 магній сульфат;
3 алюміній хлорид;
4 амоній хлорид;
5 натрій сульфат;
6 калій нітрат.

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 3;
Б 1, 3, 5;
В 2, 3, 4;
Г 2, 5, 6.

8. Позначте формули основних речовин:
- 1 $\text{Fe}(\text{OH})_2$;
2 ZnO ;
3 Na_2O ;
4 SO_3 ;
5 $\text{Al}(\text{OH})_3$;
6 CO .

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 3, 5;
Б 1, 4, 5, 6;
В 2, 3, 4, 5;
Г 3, 4, 5, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між реагентами та ознаками хімічних реакцій між ними:

- 1 калій перманганат та натрій сульфід;
 - 2 плюмбум(II) нітрат та калій йодид;
 - 3 барій сульфат та хлоридна кислота;
 - 4 мідь та аргентум нітрат.
- А виділення синього осаду;
 Б виділення сріблястого нальоту;
 В виділення жовтого осаду;
 Г виділення газу;
 Д знебарвлення розчину.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

10. Установіть відповідність між формулами основ та оксидів:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Оксиди</i> | <i>Основи</i> |
| 1 FeO; | А Fe(OH) ₂ ; |
| 2 Fe ₂ O ₃ ; | Б Cr(OH) ₂ ; |
| 3 CrO; | В Cr(OH) ₃ ; |
| 4 Cr ₂ O ₃ . | Г Fe(OH) ₃ ; |
| | Д Fe ₂ (OH) ₃ . |

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть реагенти у послідовності їх застосування для здійснення перетворень Zn ¹ → ZnO ² → ZnCl₂ ³ → Zn(OH)₂ ⁴ → ZnSO₄:

А O₂;
 Б NaOH;
 В HCl;
 Г H₂SO₄.

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть об'єм сірководню (у літрах за н. у.), що можна одержати під час гідролізу технічного алюміній сульфід масою 60 г, що містить 12,5 % домішок.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Поняття про основи, їхній склад та назви

Неорганічні основи ще називають гідроксидами, тому що вони складаються з двох частин: атомів металічних елементів та гідроксигруп E(OH)_x. Наприклад, NaOH, Ca(OH)₂, Al(OH)₃.

Основи — це складні речовини, які складаються з атома металічного елемента та однієї або кількох гідроксигруп.

З точки зору теорії кислот та основ Арреніуса основам можна дати таке визначення: **основи** — це складні речовини, які у водних розчинах дисоціюють з утворенням гідроксид-іонів OH⁻.

Гідроксигрупа одновалентна, тому число цих груп у складі основи дорівнює валентності металічного елемента. Назви гідроксидів скла-

даються з двох слів: перше — назва металічного елемента, а друге слово «гідроксид». Якщо металічний елемент може виявляти кілька валентностей, то в назві також указують його валентність римськими цифрами в дужках. Наприклад:

- ^INaOH — натрій гідроксид;
- ^{II}Ca(OH)₂ — кальцій гідроксид;
- ^{III}Al(OH)₃ — алюміній гідроксид;
- ^{IV}Ti(OH)₄ — титан(IV) гідроксид.

Фізичні властивості та класифікація основ

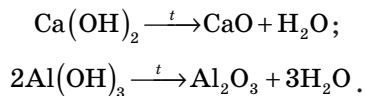
На сьогодні відомі гідроксиди майже всіх металічних елементів. Властивості цих сполук

значною мірою залежать від їхньої розчинності у воді, тому основи поділяють на дві групи — розчинні у воді, або луги, і нерозчинні у воді основи.

Луги — це тверді безбарвні речовини, без запаху, добре розчинні у воді, милкі на дотик. Розплави й розчини лугів проводять електричний струм. При розчиненні у воді лугів виділяється велика кількість теплоти, й розчин нагрівається. Тверді гідроксиди Натрію й Калію настільки гігроскопічні (поглинають газувату воду з повітря), що на повітрі розпливаються. На відміну від усіх лугів, кальцій гідроксид (гашене вапно) малорозчинний у воді. Його насичений розчин називають вапняною водою, а суспензію у воді — вапняним молоком.

Нерозчинні гідроксиди — тверді за звичайних умов речовини, без запаху, не проводять електричний струм, не притягаються магнітом і, звісно ж, не розчиняються у воді. Якщо нерозчинні гідроксиди добувають із розчинів, то вони випадають у вигляді драглистих осадів.

Гідроксиди Натрію та Калію при нагріванні плавляться й киплять без розкладання. Усі інші гідроксиди при нагріванні розкладаються на оксид металічного елемента та воду:



Гідроксиди (основи)	
Розчинні у воді (луги)	Нерозчинні у воді
LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH) ₂ , Sr(OH) ₂ , Ba(OH) ₂	Al(OH) ₃ , Fe(OH) ₂ , Cr(OH) ₃ тощо

Виявлення основ

Так само, як і кислоти, луги можна виявити у водних розчинах за допомогою індикаторів. У присутності лугу лакмус набуває синього забарвлення, а метилоранж стає жовтим. Найкращим індикатором лугів є фенолфталеїн — у нейтральному середовищі (у чистій воді) та кислотному середовищі він безбарвний, а в присутності лугів набуває яскравого малинового кольору. Але нерозчинні гідроксиди забарвлення індикаторів не змінюють.

Забарвлення деяких індикаторів у кислотному, нейтральному та лужному середовищах

Індикатор	Забарвлення в розчині		
	У кислотному середовищі	У нейтральному середовищі	У лужному середовищі
Лакмус	Червоний	Фіолетовий	Синій
Метилоранж	Червоний	Жовтогарячий	Жовтий
Фенолфталеїн	Безбарвний	Безбарвний	Малиновий
Універсальний	Червоний	Світло-жовтий	Синій

Використання основ

На практиці здебільшого використовують тільки луги, у першу чергу натрій гідроксид та кальцій гідроксид. Кальцій гідроксид має технічну назву «гашене вапно». Його використовують в основному в будівництві для виготовлення різних будівельних сумішей: штукатурки, шпаклівки тощо. Вапняним молоком (суспензією кальцій гідроксида у воді) навесні підбілюють низ стовбурів дерев, щоб застерегти від мурах. Також кальцій гідроксид використовують у цукровій промисловості, для виготовлення зубних паст. Натрій гідроксид використовують при виробництві мила, ліків, у шкіряній промисловості, для очищення нафти тощо.

Безпека під час роботи з основами

Луги є їдкими речовинами: вони роз'їдають шкіру, дерево, папір, можуть бути причиною серйозних опіків шкіри та слизових оболонок. Недарма натрій гідроксид називають їдким натром, а калій гідроксид — їдким калі. Вовняна тканина, занурена в концентрований розчин натрій гідроксиду, набухає й перетворюється на драгелеподібну масу. Якщо розчин лугу, котрий потрапив на руку, не змити водою, шкіру починає щипати, і незабаром утворюється виразка. Працюючи з лугами, слід одягати захисні окуляри, оскільки потрапляння лугів в очі є вкрай небезпечним. Якщо луг випадково потрапив на шкіру, його треба негайно змити великою кількістю проточної води, а потім, у разі потреби, протерти ушкоджену ділянку шкіри слабким розчином боратної або етанової кислоти.

Хімічні властивості основ

Луги	Нерозчинні гідроксиди
Змінюють забарвлення індикаторів	Див. табл. на с. 110
Взаємодіють із кислотами з утворенням солі й води (реакція нейтралізації): $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	Взаємодіють із кислотами з утворенням солі й води (реакція нейтралізації): $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
Взаємодіють із кислотними оксидами: $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	Взаємодіють із кислотними оксидами (ангідридами сильних кислот): $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{SO}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
Взаємодіють з амфотерними оксидами й гідроксидами: $2\text{NaOH} + \text{ZnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{KOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{KAl}(\text{OH})_4$	Не взаємодіють
Взаємодіють із солями, якщо виконується хоча б одна умова протікання реакцій обміну: $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4;$ $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	Не взаємодіють
Гідроксиди лужних металів стійкі до нагрівання, гідроксиди лужноземельних металів розкладаються, але при більш високій температурі, ніж нерозчинні гідроксиди: $\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$	При нагріванні розкладаються: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Добування основ

Луги	Нерозчинні гідроксиди
Електроліз водних розчинів солей: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{ел. струм}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$	
Взаємодія металів із водою: $2\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$	
Взаємодія оксидів із водою: $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH};$ $\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2$	
Реакція обміну: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{KOH} + \text{BaSO}_4 \downarrow$	Реакція обміну: $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Амфотерні гідроксиди

Гідроксиди елементів, які можуть утворювати амфотерні сполуки, вступають у звичайні хімічні реакції, що характерні для нерозчинних основ. Єдиною відмінністю є взаємодія з лугами, тобто реакції, у яких вони виявляють кислотні властивості.

Амфотерні гідроксиди з лугами поведуться як кислоти, тобто вступають у реакцію нейтралізації з утворенням солі та води. Для того щоб правильно записати рівняння реакції за участю амфотерних гідроксидів, слід розглядати їх як кислоти. Так, цинк гідроксид $\text{Zn}(\text{OH})_2$ можна записати як кислоту H_2ZnO_2 . Ця кислота буде мати назву цинкатна, вона має двовалентний кислотний залишок ZnO_2 , її солі — цинкати.

Амфотерні гідроксиди та відповідні їм кислоти й солі

Амфотерний оксид	Амфотерний гідроксид		Відповідна йому кислота		Кислотний залишок	
	Формула	Назва	Формула	Назва	Формула й валентність	Назва
ZnO	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	цинк гідроксид	H_2ZnO_2	Цинкатна	$\overset{\text{II}}{\text{ZnO}_2}$	цинкат
SnO	$\text{Sn}(\text{OH})_2$	станум(II) гідроксид	H_2SnO_2	Станатна	$\overset{\text{II}}{\text{SnO}_2}$	станат
PbO	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	плюмбум(II) гідроксид	H_2PbO_2	Плюмбатна	$\overset{\text{II}}{\text{PbO}_2}$	плюмбат
Al_2O_3	$\text{Al}(\text{OH})_3$	алюміній гідроксид	H_3AlO_3	Алюмінатна	$\overset{\text{III}}{\text{AlO}_3}$	алюмінат

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте правильне твердження щодо основ:
 - А розчинні у воді гідроксиди називають лугами;
 - Б число гідроксогруп, що припадає на один атом металічного елемента, у два рази більше за валентність цього елемента;
 - В луги містяться у складі майже всіх мінералів на землі;
 - Г у присутності лугів фенолфталеїн стає безбарвним.
- Позначте формулу речовини, що належить до основ:
 - А KOH;
 - Б KNO_3 ;
 - В NaCl;
 - Г $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- Позначте формулу речовини, що є лугом:
 - А $\text{Be}(\text{OH})_2$;
 - Б $\text{Al}(\text{OH})_3$;

- В $\text{Mg}(\text{OH})_2$;
- Г $\text{Ba}(\text{OH})_2$

- Позначте формулу амфотерного гідроксиду:
 - А NaOH;
 - Б $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
 - В $\text{Zn}(\text{OH})_2$;
 - Г $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- Укажіть продукти взаємодії натрій гідроксиду з карбон(IV) оксидом:
 - А натрій карбід та водень;
 - Б натрій оксид, вуглець та вода;
 - В натрій карбонат та вода;
 - Г натрій карбонат та водень.
- Позначте продукти взаємодії барій гідроксиду з хлоридною кислотою:
 - А барій хлорат та водень;
 - Б барій хлорид та водень;
 - В барій хлорид та вода;
 - Г барій оксид, хлор та вода.

7. Укажіть речовини, при взаємодії яких одна з одною розчиняється осад:
- A** ферум гідроксид та хлоридна кислота;
B аргентум нітрат та натрій бромід;
B кальцій карбонат та вода;
Г натрій хлорид та натрій сульфат.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

8. Укажіть речовини, при взаємодії яких одна з одною утворюється осад:
- A** натрій оксид та вода;
B натрій гідроксид та сульфатна кислота;
B хром(III) гідроксид та хлоридна кислота;
Г купрум(II) хлорид та натрій гідроксид.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

9. Позначте сіль, що взаємодіє з калій гідроксидом:
- A** барій нітрат;
B калій сульфат;
B кальцій карбонат;
Г амоній хлорид.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між назвою речовини та її хімічною формулою.
- | | A | B | B | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Назва речовини	Хімічна формула
1 Калій гідроксид;	A Ca(OH) ₂ ;
2 кальцій гідроксид;	B Mg(OH) ₂ ;
3 магній гідроксид;	B KOH;
4 манган(II) гідроксид.	Г Mn(OH) ₂ ;
	Д K(OH) ₂ .

11. Установіть відповідність між реагентами та ознаками хімічної реакції між ними:
- | | A | B | B | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Реагенти	Ознаки хімічної реакції
1 Кальцій оксид та вода;	A Утворення зеленуватого осаду;

- 2 алюміній гідроксид та натрій гідроксид;
 3 ферум(II) хлорид та натрій гідроксид;
 4 ферум(II) гідроксид та кисень.
- B** перетворення забарвлення осаду на буре;
B виділення газу;
Г розчинення осаду;
Д виділення великої кількості теплоти.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть реагенти в послідовності їх застосування для здійснення перетворень:
- $$Al \xrightarrow{1} Al_2O_3 \xrightarrow{2} \xrightarrow{3} NaAl(OH)_4 \xrightarrow{4} AlCl_3 \xrightarrow{4} Al.$$

	A	B	B	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- A HCl;
 B O₂;
 B NaOH;
 Г Ca.

13. Установіть послідовність зростання сили основ:
- A CsOH;
 B NaOH;
 B LiOH;
 Г KOH.
- | | A | B | B | Г |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масу осаду (у грамах), що утворюється при взаємодії розчину кальцій гідроксиду з вуглекислим газом об'ємом 6,72 л.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. В одному з гідроксидів Стануму масова частка Стануму — 63,6 %, Оксигену — 34,2 %, Гідрогену — 2,1 %. Обчисліть молярну масу цього гідроксиду (у г/моль).

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 14. СОЛІ

(День 39—40)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть речовини, при взаємодії яких одна з одною виділяється осад:

- А купрум(II) гідроксид та натрій гідроксид;
- Б аргентум нітрат та натрій хлорид;
- В кальцій карбонат та етанова кислота;
- Г натрій хлорид та калій нітрат.

A
B
V
Г

2. Обчисліть та позначте ступінь окиснення Сульфуру в алюміній сульфаті $Al_2(SO_4)_3$:

- А -2;
- Б +6;
- В +4;
- Г +3.

A
B
V
Г

3. Укажіть продукти реакції взаємодії нітратної кислоти з кальцій карбонатом:

- А кальцій гідрогенкарбонат;
- Б кальцій нітрат, карбон(IV) оксид та вода;
- В карбонатна кислота та кальцій гідрогенкарбонат;
- Г кальцій нітрат та натрій нітрат.

A
B
V
Г

4. Укажіть речовини, при взаємодії яких утворюється жовтий осад:

- А нітроген(II) оксид та кисень;
- Б натрій йодид та аргентум нітрат;
- В кальцій силікат та нітратна кислота;
- Г нітратна кислота та вода.

A
B
V
Г

5. Укажіть речовини, при взаємодії яких виділяється осад:

- А купрум(II) гідроксид та алюміній хлорид;
- Б аргентум нітрат та натрій нітрат;
- В кальцій хлорид та натрій карбонат;
- Г натрій сульфат та калій нітрат.

A
B
V
Г

6. Укажіть речовини, при взаємодії яких утворюється прозорий склоподібний осад:

- А нітроген(II) оксид та кисень;
- Б натрій карбонат та сульфатна кислота;
- В калій силікат та хлоридна кислота;
- Г нітратна кислота та вода.

A
B
V
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте пари солей, що будуть взаємодіяти одна з одною:

- 1 алюміній хлорид та натрій нітрат;
- 2 калій карбонат та барій хлорид;
- 3 натрій хлорид та аргентум нітрат;
- 4 калій сульфат та натрій хлорид;
- 5 кальцій хлорид та калій сульфат;
- 6 барій сульфат та натрій ортофосфат.

A
B
V
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 4, 6;
- Б 2, 3, 5;
- В 2, 4, 6;
- Г 1, 2, 3.

8. Позначте кислі солі:

- 1 $\text{Al}(\text{HSO}_4)_3$;
- 2 $\text{Cr}(\text{OH})\text{Cl}_2$;
- 3 $\text{Ca}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$;
- 4 NaH_2PO_4 ;
- 5 ZnOHBr ;
- 6 NaHCO_3 .

Варіанти відповідей:

- А 1, 4, 6;
 Б 2, 3, 5;
 В 2, 4, 6;
 Г 1, 2, 3.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між реагентами та ознаками хімічних реакцій між ними:

- 1 нітроген(II) оксид та кисень;
- 2 аргентум нітрат та натрій ортофосфат;
- 3 кальцій карбонат та хлоридна кислота;
- 4 кальцій гідроксид та амоній хлорид.

- А поява характерного запаху амоніаку;
 Б розчинення осаду;
 В виділення жовтого осаду;
 Г поява темно-синього забарвлення;
 Д виділення бурого газу.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Установіть відповідність між реагентами та ознаками хімічних реакцій між ними:

- 1 натрій хлорид та аргентум нітрат;
- 2 купрум(II) хлорид та калій гідроксид;
- 3 ферум(III) гідроксид та сульфатна кислота;
- 4 калій гідроксид та амоній нітрат.

- А поява характерного запаху амоніаку;
 Б розчинення осаду;
 В виділення білого сирнистого осаду;
 Г виділення блакитного драглистого осаду;
 Д виділення бурого газу.

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть генетичний ланцюжок добування хлорного вапна:

- А $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
 Б CaCO_3 ;
 В CaO ;
 Г CaOCl_2 .

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Змішали розчин магній сульфату масою 400 г з масовою часткою солі 18 % з розчином натрій ортофосфату масою 250 г з масовою часткою солі 32,8 %. Обчисліть масу осаду (у грамах), що при цьому утворюється.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Поняття про солі, їхній склад та назви

Солі можна розглядати як продукти заміщення атомів Гідрогену в кислоті на атоми металічних елементів. Кухонну сіль, наприклад, можна добути з хлоридної кислоти за допомогою реакції заміщення.

Солі — складні речовини, що складаються з йонів металічних елементів та кислотних залишків.

Йони металічних елементів та кислотних залишків зв'язані один з одним відповідно до їхніх валентностей.

Назви солей складаються із двох слів: перше слово — назва металічного елемента

(у називному відмінку), друге — назва кислотного залишку. Наприклад, цинк сульфід, натрій нітрат. Якщо металічний елемент виявляє змінну валентність, то її обов'язково вказують у назві солі: купрум(II) нітрат, ферум(II) сульфат.

Формули солей складають аналогічно до формул оксидів, зрівнюючи число одиниць валентності металічного елемента та кислотного залишку. Деякі солі, які широко використовують у побуті, окрім офіційних, мають ще й традиційні назви. Наприклад, натрій хлорид NaCl називають кухонною (кам'яною) сіллю, натрій карбонат Na_2CO_3 — це сода, калій карбонат K_2CO_3 — поташ.

Фізичні властивості солей

Солі мають немалекулярну будову, тому всі солі за звичайних умов — тверді кристалічні речовини з високими температурами плавлення. Багато солей добре розчинні у воді, але багато з них практично не розчиняються.

Солі можуть мати різний колір. Багато солей є безбарвними речовинами, але деякі мають характерний колір. Наприклад, ферум(II) сульфат має зелений колір, ферум(III) хлорид — темно-червоний, а калій хромат — яскраво-жовтий.

Поширеність солей у природі та їх використання

У природі трапляється багато різних солей. Вони утворюють різні ґрунти, породи, мінерали. Більшість солей — це силікати. Чимало солей утворюють цінні руди, з яких добувають чисті метали — цинк сульфід ZnS , плюмбум(II) сульфід PbS , арсен(III) сульфід.

Натрій хлорид незамінний для приготування їжі. Окрім того, він є важливою сировиною в хімічній промисловості для добування хлору, хлоридної кислоти, натрій гідроксиду та соди. У природі він зустрічається у вигляді мінералу галіту, а також у великій кількості міститься у воді морів та океанів і солоних озер.

Натрій карбонат Na_2CO_3 , більш відомий як сода, у природі трапляється у вигляді кристалогідрату $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (кристалічної соди), з неї добувають безводну сіль — кальциновану соду. Сода є ефективним засобом для миття та чищення посуду, прання білизни.

Калій карбонат K_2CO_3 (поташ) також використовують для прання, оскільки наявність його в розчині зумовлює в ньому лужне середовище, що полегшує прання.

Натрій сульфат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (глауберова сіль, або мірабіліт) — це реактив для лабораторної практики, його також використовують при виготовленні скла.

Калій перманганат KMnO_4 , у побуті відомий як марганцівка, є цінною речовиною, яку використовують як засіб для дезінфекції, а також для промивання шлунка при отруєннях. Калій перманганат є важливим реактивом у лабораторній практиці.

Широко використовуються також солі нітратної кислоти — нітрати (у промисловості їх іще називають селітрами). Нітрати Калію, Натрію та Кальцію входять до складу порошу й інших піротехнічних сумішей, їх використовують для добування кисню в лабораторії. У сільському господарстві широко використовують нітратні добрива. Аргентум нітрат AgNO_3 (ляпіс) здавна використовують для виготовлення дзеркал.

Дуже поширені в природі солі Кальцію. Вони трапляються у вигляді багатьох порід та мінералів. Кальцій сульфат у вигляді кристалогідрату з двома молекулами води — це мінерал гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Випалений гіпс використовують у будівництві для приготування різних сумішей та в медицині для фіксації переломів.

Найпоширеніша сіль Кальцію — це карбонат. Кальцій карбонат утворює вапняк, крейду, а також мінерали кальцит і мармур. Окрім того, кальцій карбонат входить до складу оболонок яєць (шкаралупа), черепашок багатьох моллюсків тощо. Вапняк використовують у будівництві.

У результаті прожарювання вапняку добувають вапно. Крейдою пишуть по твердих поверхнях, її використовують для побілки стін, додають у зубну пасту, а також використовують (разом із содою та піском) для виготовлення скла.

Найпоширенішими солями Купруму є мідний купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, а також малахіт $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$. Мідний купорос використовують у сільському господарстві для боротьби з хворобами рослин, а з малахіту (коштовного мінералу) виготовляють ювелірні вироби.

Класифікація солей

Солі	Кислі	Середні	Основні
Ознака	Продукт неповного заміщення атомів Гідрогену в кислоті атомом металічного елемента	Складаються тільки з атомів металічного елемента та кислотних залишків	Продукт неповного заміщення гідроксигруп основ на кислотний залишок
Якими речовинами утворюються	Утворюються тільки багатоосновними кислотами	Утворюються будь-якими кислотою та основою	Утворюються тільки багатоосновними основами, не утворюються лугами
Приклади й назви	Натрій гідрогенсульфат NaHSO_4 ; Калій дигідрогенортофосфат KH_2PO_4	Натрій сульфат Na_2SO_4 ; Калій ортофосфат K_3PO_4	Купрум(II) гідроксид хлорид $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$; Кальцій гідроксофосфат $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$
Основні способи добування	Взаємодія основ з кислотами: $\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ Взаємодія солей з кислотами: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NaHSO}_4$	Взаємодія основ із кислотами: $3\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	Взаємодія основ із кислотами: $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ Взаємодія солей з лугами: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$

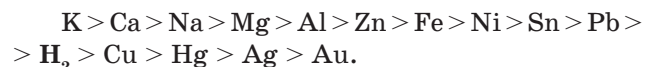
Витискувальний ряд металів

Поняття про витискувальний ряд металів

У багатьох хімічних реакціях беруть участь прості речовини, зокрема метали. Однак різні метали проявляють різну активність у хімічних взаємодіях, і від цього залежить, буде протікати реакція чи ні.

Чим більша активність металу, тим енергійніше він реагує з іншими речовинами. За активністю всі метали можна розташувати в ряд, який називають *рядом активності металів*, або *витискувальним рядом металів*, або рядом напруг металів, а також електрохімічним рядом напруг металів. Цей ряд уперше дослідив видатний український учений М. М. Бекетов, тому цей ряд називають також *рядом Бекетова*.

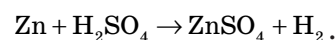
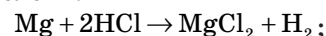
Ряд активності металів Бекетова має такий вигляд (наведені найбільш уживані метали):



У цьому ряді метали розташовані за зменшенням їхньої активності. Серед наведених металів найбільш активний калій, а найменш активний — золото. За допомогою цього ряду можна визначити, який метал активніший від іншого. Також у цьому ряді присутній водень. Звісно ж, водень не є металом, але в цьому ряді його активність прийнята за точку відліку (своєрідний нуль).

Взаємодія металів із кислотами

Чимало металів доволі активно реагують із кислотами. У багатьох випадках атоми металічних елементів заміщають атоми Гідрогену з кислот. При цьому утворюються водень та сіль відповідної кислоти:

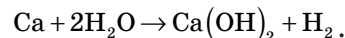
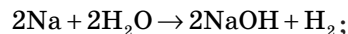


Чим лівіше розташований метал у ряді активності, тим активніше він взаємодіє з кислотами. Найбільш інтенсивно витісняють водень ті метали, які розташовані на самому початку ряду. Приміром, магній взаємодіє дуже бурхливо (рідина начебто закипає), залізо взаємодіє значно спокійніше, свинець реагує зовсім повільно (пухирці водню ледь утворюються), а мідь зовсім не реагує з кислотою. Якщо метал стоїть у ряді активності після водню, то він не здатний витіснити водень із розчинів кислот і тому з ними не реагує.

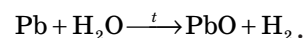
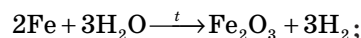
Взаємодія металів із водою

Метали здатні витіснити водень не тільки з розчинів кислот, але й із води. Так само, як і з кислотами, активність взаємодії металів із водою збільшується зліва направо.

Метали, що стоять у ряді активності до магнію, здатні реагувати з водою за звичайних умов. При взаємодії цих металів утворюються луки й водень, наприклад:



Інші метали, що стоять до водню в ряді активності, також можуть взаємодіяти з водою, але це відбувається в більш жорстких умовах. Для взаємодії через розжарені металічні опурки пропускають перегріту водяну пару. У таких умовах гідроксиди вже існувати не можуть, тому продуктами реакції є оксид відповідного металічного елемента й водень:

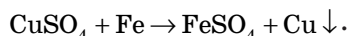


Залежність хімічних властивостей металів від місця в ряді активності

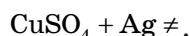
К	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	H ₂	Cu	Hg	Ag	Au
← активність металів збільшується														
Витісняють водень із кислот											Не витісняють водень із кислот			
Витісняють водень із води, утворюють луки				Витісняють водень із води при високій температурі, утворюють оксиди							З водою не взаємодіють			
Із водного розчину солі витіснити неможливо				Можна одержати витісненням більш активним металом із розчину солі або з розплаву оксиду										

Взаємодія металів із солями

Якщо сіль розчинна у воді, то атом металічного елемента в ній може бути заміщений атомом більш активного елемента. Якщо занурити в розчин купрум(II) сульфату залізну пластинку, то за якийсь час на ній виділиться мідь у вигляді червоного нальоту:



Але якщо в розчин купрум(II) сульфату занурити срібну пластину, то ніякої реакції відбуватися не буде:

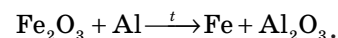
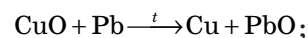


Купрум можна витіснити будь-яким металом, який стоїть лівіше від нього в ряді активності металів. Однак метали, які стоять на самому початку ряду — натрій, калій тощо, — для цього не придатні, тому що вони настільки активні, що будуть взаємодіяти не із сіллю, а з водою, у якій ця сіль розчинена.

Витіснення металів із солей більш активними металами дуже широко використовують у промисловості для добування металів.

Взаємодія металів з оксидами

Оксиди металічних елементів також здатні взаємодіяти з металами. Більш активні метали витісняють менш активні з оксидів:

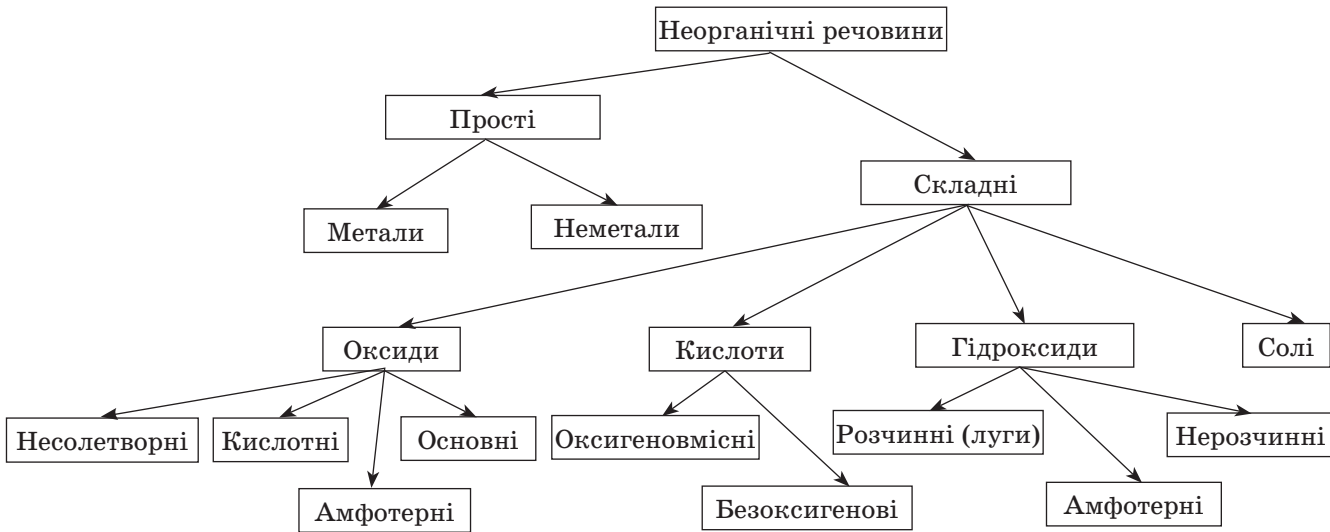


Але, на відміну від взаємодії металів із солями, у цьому разі оксиди необхідно розплавити, щоб реакція відбулася. Для добування металу з оксиду можна використовувати будь-який метал, що розташований у ряді активності лівіше, навіть найбільш активний натрій і калій, адже в розплавленому оксиді вода не міститься.

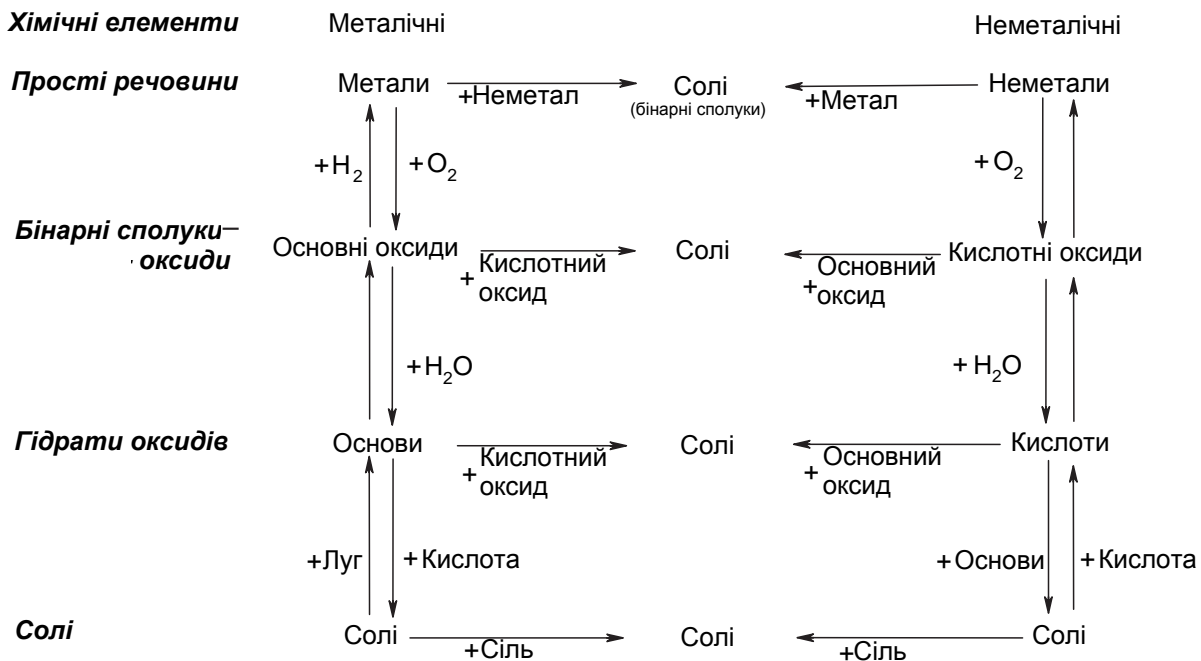
Взаємодію металів з оксидами використовують у промисловості для добування інших металів. Найбільш практичний для цього методу метал — алюміній. Він досить широко розповсюджений у природі й дешевий у виробництві. Можна також використовувати й більш активні метали (кальцій, натрій, калій), але вони, по-перше, дорожчі від алюмінію, а по-друге, через надвисоку хімічну активність їх дуже складно зберігати на заводах. Такий спосіб добування металів із використанням алюмінію називають алюмінотермією.

Генетичний зв'язок між класами неорганічних сполук

Класифікація неорганічних речовин



Генетичний зв'язок між класами сполук



КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте частинки, що з'являються при розчиненні солей у воді:
- А катіони Гідрогену;
 Б аніони кислотних залишків;
 В гідроксид-аніони;
 Г протони.
2. Укажіть ряд речовин, у якому наведено тільки солі:
- А K_2SO_3 , $MgCl_2$, $Fe_2(SO_4)_3$;
 Б Al_2O_3 , SiO_2 , HNO_2 ;
 В SO_2 , SO_3 , CO_2 ;
 Г N_2O , CO , $Ca(OH)_2$.
3. Позначте правильне твердження щодо солей:
- А усі солі містять атоми Гідрогену;
 Б солі складаються з атомів металічних елементів і кислотних залишків;
 В усі солі солоні на смак;
 Г солі у розчинах можна виявити за допомогою індикаторів.
4. Позначте ступінь окиснення купрум(II) у сполуці з формулою $(CuOH)_2CO_3$:
- А +1;
 Б +2;
 В -2;
 Г -1.
5. Позначте формулу кислотної солі:
- А $Al(HSO_4)_3$;
 Б $Cr(OH)Cl_2$;
 В $Ca_2(OH)_2CO_3$;
 Г $ZnBr_2$.
6. Позначте сіль, що нерозчинна у воді:
- А магній сульфід;
 Б барій йодид;
 В ферум(III) хлорид;
 Г натрій нітрат.

7. Позначте сіль, що розчинна у воді:
- А аргентум хлорид;
 Б кальцій карбонат;
 В ферум(II) сульфід;
 Г алюміній сульфат.
8. Позначте речовини, при взаємодії яких одна з одною випадає осад:
- А алюміній гідроксид та натрій гідроксид;
 Б аргентум нітрат та натрій бромід;
 В кальцій карбонат та нітратна кислота;
 Г калій хлорид та натрій нітрат.
9. Позначте пару солей, що будуть взаємодіяти одна з одною:
- А алюміній хлорид та натрій нітрат;
 Б калій карбонат та барій хлорид;
 В калій сульфід та натрій хлорид;
 Г алюміній сульфат та натрій ортофосфат.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між реагентами та ознаками хімічних реакцій між ними.
- | | А | Б | В | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Реагенти

- 1 Калій перманганат та натрій сульфід;
 2 п्लомбум(II) нітрат та калій йодид;
 3 барій сульфід та хлоридна кислота;
 4 мідь та аргентум нітрат.

Ознаки реакції

- А Виділення синього осаду;
 Б виділення сріблястого нальоту;
 В виділення жовтого осаду;
 Г виділення газу;
 Д знебарвлення розчину.

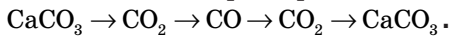
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11 Установіть генетичний ланцюжок добування калій сульфату:

- А K_2SO_3 ;
Б H_2SO_3 ;
В SO_2 ;
Г S.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

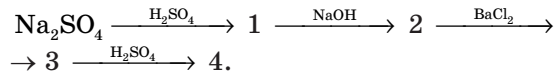
12. Установіть послідовність застосування речовин для здійснення перетворень:



- А O_2 ;
Б CaO ;
В C;
Г HCl.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність одержання речовин при здійсненні такого ланцюга перетворень:



- А $NaHSO_4$;
Б $Ba(HSO_4)_2$;
В Na_2SO_4 ;
Г $BaSO_4$.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масу купрум(II) броміду (у грамах) кількістю 0,5 моль.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. Обчисліть масу осаду (у грамах), що утворюється при взаємодії сульфатної кислоти масою 196 г з надлишком барій нітрату.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ХІМІЯ ЕЛЕМЕНТІВ (20 ДНІВ)

ТЕМА 15. ГІДРОГЕН І ГАЛОГЕНИ ТА ЇХ СПОЛУКИ

(День 41–43)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте, до якої групи елементів належить Гідроген:
А металічні;
Б галогени;
В неметалічні;
Г інертні гази.
- Позначте, до якої родини елементів відносять Флуор:
А інертні гази;
Б галогени;
В халькогени;
Г пніктогени.
- Позначте, у який спосіб можна зібрати газуватий водень у посудину:
А направляючи водень у пробірку, що повернута отвором донизу;
Б направляючи водень у пробірку, що повернута отвором догори;
В у відкритій широкій посудині на повітрі;
Г наповненням посудини Дьюара.
- Позначте, яку властивість виявляє водень при взаємодії з натрієм:
А окисник;
Б відновник;
В кислота;
Г основа.
- Позначте характеристику гідроген флуориду як електроліту:
А неелектроліт;
Б електроліт середньої сили;
В слабкий електроліт;
Г сильний електроліт.
- Позначте тип кристалічних ґраток твердого водню:
А атомні;
Б молекулярні;
В йонні;
Г металічні.
- Позначте ступінь окиснення, не характерний для Хлору:
А -2 ;
Б -1 ;
В 0 ;
Г $+1$.
- Позначте речовину, що можна використовувати для виявлення хлорид-іонів у розчині:
А аргентум нітрат;
Б барій нітрат;
В калій перманганат;
Г лакмус.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

9. Установіть відповідність між назвою простої речовини та її кольором.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Проста речовина

- 1 Фтор;
2 хлор;
3 бром;
4 йод.

Колір

- А Жовто-зелений;
Б фіолетово-чорний;
В темно-червоний;
Г яскраво-жовтий;
Д зеленуватий.

10. Установіть відповідність між назвою речовини та її кольором.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Речовина

- 1 Аргентум хлорид;
2 аргентум ортофосфат;
3 аргентум бромід;
4 аргентум йодид.

Колір

- А Яскраво-жовтий;
Б блідо-жовтий;
В зеленуватий;
Г білий;
Д жовтуватий.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність

підвищення сили електролітів:

- А хлороводень;
Б йодоводень;
В фтороводень;
Г бромоводень.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

12. Обчисліть масу йоду (у грамах), що виділяється при дії розчину калій перманганату об'ємом 150 мл (густина 1,08 г/мл) з масовою часткою 6 % на надлишок розчину калій йодиду.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Гідроген

Характеристика хімічного елемента

Гідроген — 1-й елемент Періодичної системи (заряд ядра 1), хімічний знак — Н, відносна атомна маса 1,008 (округлено 1). Валентність Гідрогену у сполуках дорівнює одиниці, найпоширеніший ступінь окиснення +1. Молекула водню H_2 , молекулярна маса 2,016 (округлено 2). Молярна маса 2 г/моль.

Поширеність Гідрогену

Якщо Оксиген є найпоширенішим елементом у земній корі, то Гідроген — найпоширеніший елемент у Всесвіті. Гідроген становить близько 70 % маси Сонця і зірок. Оскільки Гідроген —

найлегший з усіх елементів, то така значна маса вимагає величезної кількості атомів цього елемента. З кожних 100 атомів, що трапляються у Всесвіті, 90 — атоми Гідрогену.

Імовірно, колись Гідроген входив і в атмосферу Землі. Але через свою легкість він здатний покидати атмосферу, тому частка Гідрогену в повітрі надзвичайно мала. У зв'язаному вигляді Гідроген становить 0,76 % маси Землі. Найважливішою сполукою Гідрогену, що трапляється у природі, є вода.

Фізичні властивості водню

Водень — газ, типовий неметал. Утворює міцні ковалентні двохатомні молекули H_2 .

Неважко підрахувати густину водню: 1 моль за звичайних умов займає 22,4 л, а молярна маса

водню дорівнює 2 г. Отже, густина в перерахунку на 1 л складе $\frac{2 \text{ г}}{22,4 \text{ л}} = 0,09 \text{ г/л}$. Густина повітря помітно вища — 1,305 г/л, тому наповнені воднем предмети зазнають виштовхуючої сили атмосфери.

Водень стає рідким за дуже низьких температур ($-253 \text{ }^\circ\text{C}$), а твердий водень добути ще важче (температура плавлення твердого водню $-259 \text{ }^\circ\text{C}$).

Ізотопи Гідрогену

Атом Гідрогену — найпростіший з усіх атомів. Його ядро складається з єдиного протона. Цей (найпоширеніший) ізотоп Гідрогену називають також протієм, щоб відрізнити від дейтерію — іншого ізотопу Гідрогену, у ядрі якого міститься 1 протон і 1 нейтрон. Дейтерій перебуває у природі в дуже невеликій кількості. Проте його навчилися виділяти для потреб ядерної енергетики. Дейтерій — один із небагатьох ізотопів у хімії, який має свій власний символ D. Найвідомішою хімічною сполукою, до якої входить дейтерій, є «важка вода» D_2O .

У ядерних реакціях утворюється ще один ізотоп Гідрогену — тритій, у ядрі якого 1 протон і 2 нейтрони. Тритій (хімічний символ T) радіоактивний і в природі не трапляється.

Таким чином, найбільш відомі три ізотопи Гідрогену: ${}^1_1\text{H}$ (або просто H), ${}^2_1\text{H}$ (або D), ${}^3_1\text{H}$ (або T). Останнім часом також добути важчі ізотопи Гідрогену з масою від 4 до 8.

Електронна будова і положення Гідрогену в Періодичній системі

Оскільки в ядрі будь-якого ізотопу Гідрогену є завжди тільки один протон, то електронна оболонка включає тільки один електрон, що займає нижній електронний рівень 1s. Таким чином, будь-який нуклід Гідрогену має тільки одну — і до того ж валентну — оболонку 1s¹.

Електронний рівень 1s вміщає не більше ніж 2 електрони, і атому Гідрогену досить приєднати або втратити один електрон, щоб досягти стійкої електронної конфігурації:

$\text{H} - 1\bar{e} \rightarrow \text{H}^+$ — позитивний іон Гідрогену (в електронній оболонці відсутні електрони)

$\text{H} + 1\bar{e} \rightarrow \text{H}^-$ — негативний іон Гідрогену (1s²)

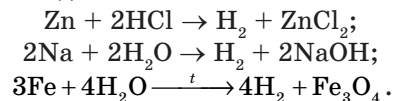
Перше рівняння свідчить про споріднений зв'язок Гідрогену з елементами I групи — лужними металами, які охоче віддають єдиний зовнішній електрон і утворюють позитивні йони Li^+ , Na^+ , K^+ тощо. Друге рівняння свідчить про близькість Гідрогену до елементів VII групи, яким не вистачає одного електрона для завершення зовнішньої оболонки і які легко приймають чужий електрон з утворенням йонів F^- , Cl^- , Br^- тощо.

Типовими неметалічними властивостями цей елемент більше подібний до елементів VII групи (Флуор, Хлор, Бром тощо). Але Гідроген не є p-елементом і більш охоче віддає електрон, ніж приймає. Тому його перебування в групі s-елементів — активних відновників — також має сенс. У зв'язку з цим Гідроген часто поміщають у I групу Періодичної таблиці, а в VII групі повторюють його символ у дужках. Але є й такі видання Періодичної таблиці, де його основним місцем є саме VII група. І те, й інше — правильно.

Методи добування

У земних умовах Гідроген трапляється переважно у зв'язаному стані, у вигляді сполук із ступенем окиснення +1.

Коли Гідроген уже перебуває у ступені окиснення +1, він може відбирати електрон у багатьох елементах — особливо металів, які схильні віддавати електрони. Тому способи добування водню часто ґрунтуються на реакції якого-небудь металу з однією із сполук Гідрогену, наприклад:



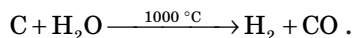
Реакція між цинком і водним розчином хлоридної кислоти найчастіше використовують для добування водню в лабораторії.

Замість цинку в реакції з HCl можна використовувати інші метали (хоча й не будь-які) — наприклад залізо, олово, магній.

А реакція між залізом і водяною парою при нагріванні має історичне значення — колись її використовували для наповнення воднем повітряних куль.

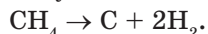
Русійною силою подібних реакцій добування водню є не тільки прагнення металів віддати електрон атому Гідрогену у ступені окиснення +1, але й отримати велику кількість енергії у разі скріплення нейтральних атомів Гідрогену, що утворюються при цьому, в молекулу H_2 .

Тому в реакції такого типу вступають навіть неметали:

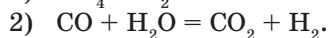
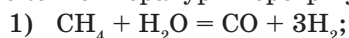


Ця реакція лежить в основі промислового способу добування водню. Водяну пару пропускають над розжареним до білого коксом (вугіллям, яке нагрівається без доступу повітря). У результаті утворюється суміш карбон оксиду з воднем, яку називають «водяним газом».

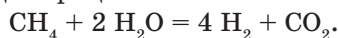
Водень може утворитись і внаслідок сильного нагрівання метану:



Тому в промисловості велику кількість водню добувають саме з метану, додаючи до нього за високої температури перегріту водяну пару:

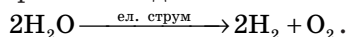


У сумі цей процес можна записати рівнянням:



Суміш газів охолоджують і промивають водою під тиском. При цьому CO_2 розчиняється, а малорозчинний у воді водень йде на промислові потреби.

Найчистіший водень у промисловості добувають електролізом води:



Цей спосіб вимагає великих витрат енергії, тому поширений менше, ніж високотемпературна реакція коксу або метану з водою. Існують і інші способи добування водню.

Хімічні властивості водню

Гідроген — один із рекордсменів за числом різноманіття сполук. Найбільша їхня кількість припадає на сполуки з Карбоном, які вивчає органічна хімія.

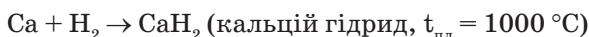
Але й неорганічні сполуки Гідрогену дуже різноманітні.

У таблиці наведено приклади сполук Гідрогену з типовими *s*- і *p*-елементами. Вказаний ступінь окиснення Гідрогену в усіх сполуках.

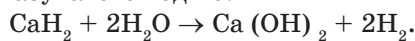
Другий період					
літій гідрид	берилій гідрид	метан	амоніак	вода	фтористий водень
-1	-1	+1	+1	+1	+1
LiH	BeH ₂	CH ₄	NH ₃	H ₂ O	HF
твердий	твердий	газ	газ	рідина	рідина

Третій період				
магній гідрид	силан	фосфін	сірководень	хлористий водень
-1	-1	-1	+1	+1
MgH ₂	SiH ₄	PH ₃	H ₂ S	HCl
твердий	газ	газ	газ	газ

Сполуки металів із Гідрогеном (вони називаються гідридами металів) є твердими речовинами. Гідриди металів можна добувати безпосередньо з металу та водню:



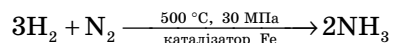
Гідриди бурхливо реагують з водою з утворенням газуватого водню:



Це ще один зручний спосіб добування газуватого водню. Джерелом атомів Гідрогену є як гідрид металу, так і вода. Тому для добування 1 м³ водню необхідно всього 0,94 кг кальцій гідриду, тоді як для добування тієї ж кількості газу дією металів на кислоти потрібно 2,5 кг заліза або 2,9 кг цинку.

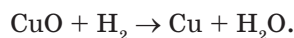
Сполуки Гідрогену з неметалами переважно є газами. Виняток становить вода та фтороводень. Така різка відмінність води від інших легких сполук Гідрогену пояснюється існуванням між молекулами води особливого виду хімічного зв'язку — водневого.

З усіх сполук Гідрогену однією з найважливіших є амоніак, який добувають реакцією водню з азотом за високої температури, тиску й у присутності каталізатора:



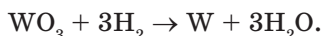
Це один із небагатьох хімічних процесів, що дозволяють зв'язувати досить інертний атмосферний азот. Надалі з активнішого в хімічному відношенні амоніаку добувають безліч нітратних сполук — нітратну кислоту, барвники, вибухові речовини, нітратні добрива.

Відновні властивості Гідрогену використовують для добування чистих металів з їхніх оксидів. Наприклад, під час нагрівання купрум(II) оксиду CuO у струмені водню утворюється вода і порошок міді:



Для деяких дуже тугоплавких металів відновлення їхніх оксидів воднем виявляється зручним і економічним способом добування.

Наприклад, метал вольфрам, з якого роблять нитки лампочок розжарювання, добувають за допомогою реакції:



Метал виходить у вигляді порошку, який потім можна пресувати в готові вироби. Після спікання такі вироби не вимагають подальшої обробки. Цей спосіб добування металів і деталей з них називається порошковою металургією.

Застосування водню

Водень є надзвичайно теплотворним хімічним паливом. Крім того, внаслідок спалювання водню утворюється тільки вода, тоді як інші палива забруднюють атмосферу оксидами Карбону, Нітрогену та незгорілими залишками палива.

Водень використовується як пальне у сучасній ракетній техніці. Ракетносії здатні виводити на орбіту понад 100 тонн різних вантажів завдяки воднево-кисневим двигунам. У їхніх баках міститься рідкий кисень і рідкий водень.

Суміші водню з киснем називаються гримучим газом і вибухають від найменшої іскри. Тому робота з воднем як паливом вимагає таких заходів обережності, які б виключали можливість вибуху. Сучасна техніка дозволяє досягти високого рівня безпеки, але історія знає трагедії, пов'язані з вибухами водню.

У першій половині століття в різних країнах було побудовано велику кількість літальних апаратів, легших за повітря — дирижаблів.

У наш час водень не застосовують для наповнення аеростатів та інших літальних апаратів, легших за повітря. Для цих цілей використовують більш дорогий, та проте безпечний газ гелій.

Вода

Мабуть, на Землі немає більш поширеної і водночас більш загадкової речовини, ніж вода в рідкій і твердій фазах. Дійсно, досить пригадати, що все живе вийшло з води і складається з неї більш ніж на 50 %, що 71 % поверхні Землі вкрито водою і льодом, а значна частина північних територій суходолу являє собою вічну мерзлоту.

Отже, молекула води побудована з двох атомів Гідрогену й одного атома Оксигену. У гіпотетичному стані повної відсутності руху (без коливань і обертань) йони Гідрогену й Оксигену повинні займати положення у вершинах рівнобедреного трикутника з кутом у вершині,

зайнятій Оксигеном, $104,5^\circ$. У незбудженому стані відстані між йонами H^+ і O^{2-} дорівнюють 0,096 нм. Молекулу води можна зобразити у вигляді кулі з двома невеликими здуттями в зоні розташування протонів.

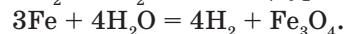
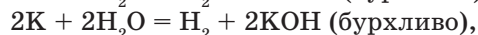
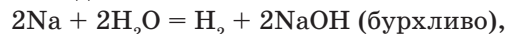
Фізичні властивості води

Чи не найважливішою аномалією води є дуже висока питома теплота плавлення (кристалізації) і теплоємність, тобто лід важко розтопити, а воду — заморозити. У результаті клімат на нашій планеті в цілому достатньо м'який, але за відсутності води (наприклад, у пустелях жаркої Африки) контраст між денною і нічною температурами значно вищий, ніж на узбережжі океану на тій самій широті. Життєво важливою для біосфери є властивість збільшуватися в об'ємі при кристалізації, а не зменшуватися, як це робить абсолютна більшість відомих речовин. У результаті лід плаває у воді, а не тоне, і сильно уповільнює промерзання водоймищ у холодну пору, захищаючи все живе, що переживається в ньому на зиму. Цьому також сприяє і немонотонна зміна густини води при пониженні температури до 0°C — одна з найвідоміших аномальних властивостей води, виявлена понад 300 років тому. Максимум густини досягається за $t = 4^\circ\text{C}$, і це запобігає опусканню на дно приповерхневих шарів води, які проходили до температури нижче за 4°C . Конвективне перемішування рідини блокується, що дуже сповільнює подальше охолодження.

Хімічні властивості води

Вода — дуже активна в хімічному відношенні речовина.

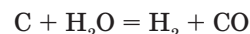
1. Вода реагує з багатьма металами з виділенням водню:



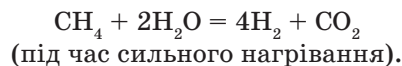
(тільки під час нагрівання)

Не всі, а тільки достатньо активні метали можуть брати участь в окисно-відновних реакціях цього типу. Найлегше реагують лужні та лужноземельні метали I і II груп.

З неметалів із водою реагують, наприклад, вуглець і його воднева сполука (метан). Ці речовини набагато менш активні, ніж метали, але все-таки здатні реагувати з водою за високої температури:



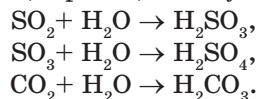
(під час сильного нагрівання),



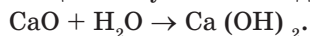
2. Вода розкладається на водень і кисень у результаті дії електричного струму. Це також окисно-відновна реакція, де вода є одночасно і окисником, і відновником:



3. Вода реагує з багатьма оксидами неметалів. На відміну від попередніх, ці реакції не окисно-відновні, а реакції сполучення:

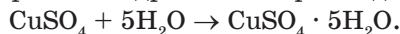


4. Деякі *оксиди металів* також можуть вступати в реакції сполучення з водою:

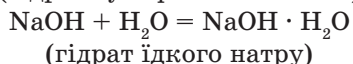
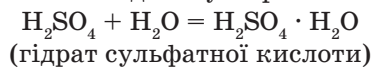


Не всі оксиди металів здатні реагувати з водою. Частина з них практично не розчинна у воді і тому з водою не реагує. Це ZnO , TiO_2 , Cr_2O_3 , з яких готують, наприклад, стійкі до води фарби. Оксиди Феруму також не розчинні у воді і не реагують з нею.

5. Вода утворює численні сполуки, у яких її молекула повністю зберігається. Це так звані гідрати. Якщо гідрат кристалічний, то він називається кристалогідратом. Наприклад:

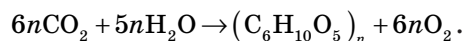


Не тільки солі здатні утворювати гідрати:



Сполуки, що зв'язують воду в гідрати та кристалогідрати, використовують як осушувачі. За їх допомогою, наприклад, видаляють водяні пари з вологого атмосферного повітря.

6. Особлива реакція води — синтез рослинами крохмалю $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ та інших подібних сполук (вуглеводів), що відбувається з виділенням кисню:



Місце елементів-неметалів у Періодичній системі. Галогени

Усі елементи в Періодичній системі Д. І. Менделєєва умовно можна розділити на два типи: металічні і неметалічні. До неметалічних відносять елементи, які схильні приймати електрони, а до металічних — елементи, які схильні їх віддавати. Як відомо, здатність приймати електрони в періоді зростає в міру наближення до інертного газу, а в групі — у міру зменшення радіуса атома, тобто знизу вгору. Таким чином, у періоді зі збільшенням порядкового номера металічні властивості слабшають, а неметалічні — підсилюються, а в групах зі збільшенням порядкового номера металічні властивості підсилюються, а неметалічні — слабшають. Саме тому неметали розташовані переважно у правому верхньому кутку Періодичної системи.

Усі *d*- і *f*-елементи є металами. Серед *s*-елементів неметалічні властивості мають тільки водень та гелій. Усі інші неметали є *p*-елементами.

Характеристика хімічних елементів

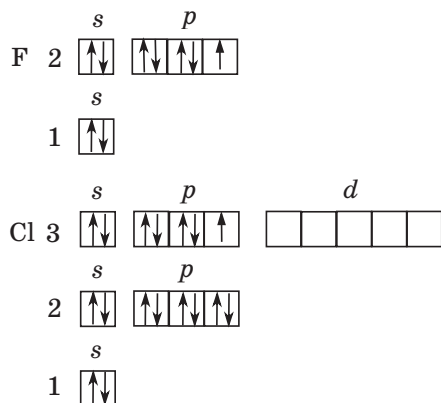
Властивості хімічних елементів

Характеристика	Флуор	Хлор	Бром	Йод
Хімічний символ	F	Cl	Br	I
Число електронів на енергетичних рівнях	2; 7	2; 8; 7	2; 8; 18; 7	2; 8; 18; 18; 7
Радіус атома, нм	0,064	0,099	0,114	0,133
Відносна електронегативність	3,96	3,19	2,74	2,21
Електронна конфігурація валентного рівня	$2s^2 2p^5$	$3s^2 3p^5$	$4s^2 4p^5$	$5s^2 5p^5$
Можливі валентності	I	I, III, V, VII	I, III, V, VII	I, III, V, VII
Можливі ступені окиснення	-1, 0	-1, 0, +1, +3, +4, +5, +7	-1, 0, +1, +3, +5, +7	-1, 0, +1, +3, +5, +7
Ізотопний склад	^{19}F — 100 %	^{35}Cl — 75,53 % ^{37}Cl — 24,47 %	^{79}Br — 50,64 % ^{81}Br — 49,36 %	^{127}I — 100 %
Вміст у земній корі, мол. %	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-6}$ $4 \cdot 10^{-6}$

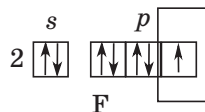
Зазначені вище елементи VII групи головної підгрупи називають іще галогенами (до цієї групи входить також астат At). Таку назву ця група елементів одержала внаслідок того, що більшість природних солей містять у своєму складі один із цих атомів, а їхня назва, *галогени*, у перекладі з грец. означає «ті, що народжують сіль» (від *галос* — сіль і *генос* — походження).

Здатність проявляти ту чи іншу валентність визначається числом електронних орбіталей, спроможних утворювати хімічний зв'язок. Таким чином, атом Флуору проявляє тільки одну валентність, тимчасом як решта елементів проявляють змінну валентність.

Електронна будова атомів Флуору й Хлору зображена на поданій далі схемі. В атомів Бром та йоду валентні рівні подібні до конфігурації атома Хлору.

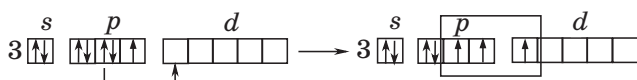


Для утворення хімічного зв'язку Флуор має лише один неспарений електрон, тому Флуор проявляє тільки одну валентність, яка дорівнює одиниці.

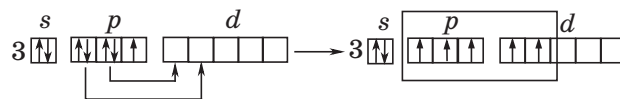


У третьому періоді й вище, де розташовані атоми Хлору, Бром та Йоду, можливий електронний перехід з *p*-підрівня на *d*-підрівень, за рахунок цього проявляється більше число валентностей. Наочно такий процес зображений на схемах, які показують утворення різних валентних станів атома Хлору.

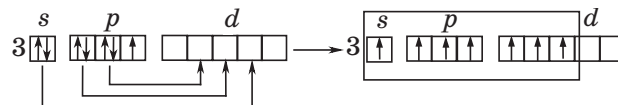
Тривалентний стан атома Хлору:



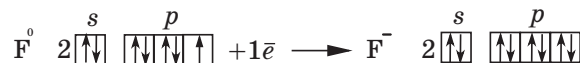
П'ятивалентний стан атома Хлору:



Семивалентний стан атома Хлору:



Серед усіх елементів Періодичної системи атом Флуору має найвищу електронегативність, тому при утворенні зв'язку в будь-яких сполуках атом Флуору здатний тільки приймати електрон і проявляти ступінь окиснення, який дорівнює -1 :



За аналогічним механізмом проявляють ступінь окиснення -1 атоми Хлору, Бром та Йоду. Однак за рахунок великих розмірів атомів та меншої електронегативності, ніж в атома Флуору, інші галогени можуть проявляти відновні властивості. Атоми Хлору, Бром та Йоду здатні віддавати 1, 3, 5 або 7 електронів атомам-окисникам.

Атоми Флуору не можуть віддавати електрони, тому що вони мають найвищу електронегативність серед усіх існуючих атомів.

Поширеність елементів-галогенів на Землі

Флуор є досить поширеним елементом на Землі. Масова частка Флуору дорівнює $6,6 \cdot 10^{-2} \%$. На Флуор багаті такі рослини, як цибуля та сочевиця. В організмах тварин Флуор міститься переважно в кістках, зубах та черепашках. Флуор — необхідний елемент для життя людини. Вміст Флуору в зубах людини підтримується на певному рівні, який дорівнює $0,02 \%$. У природі Флуор міститься в різних мінералах, таких як флюорит (плавиковий шпат) CaF_2 , фторапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, криоліт Na_3AlF_6 .

У земній корі міститься $0,05 \%$ Хлору за масою. Хлор міститься у складі великої кількості мінералів, однак найбільше хлору в морській воді, де він входить до складу таких розчинених солей, як NaCl , MgCl_2 та деяких інших. Однією з найпоширеніших сполук Хлору є мінерал галіт, або, як його ще називають, кам'яна сіль NaCl . Величезні підземні поклади натрій хлори-

ду є поблизу міста Артемовська (Донецька область), а також у деяких інших районах. Елемент Хлор утворює проста речовина хлор, яка зустрічається в деяких вулканічних газах. Цей елемент міститься також у складі таких мінералів, як силвін KCl , силвініт $NaCl \cdot KCl$, карналіт $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, каїніт $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, рогове срібло $AgCl$.

Бром, порівняно з іншими галогенами, ще менш поширений на Землі. Вміст Брому в земній корі дорівнює приблизно $1,6 \cdot 10^{-4} \%$, однак атоми Брому містяться у складі одного-єдиного дуже рідкісного мінералу бромаргіриту $AgBr$. Він не утворює поширених мінералів і досить рівномірно розподілений по всій планеті у вигляді незначної домішки до багатьох мінералів. З огляду на це, отримати цей елемент та застосувати його в промисловості досить важко. Деякі рослини, такі як квасоля, горох та сочевиця, здатні накопичувати Бром. Багато Брому міститься в золі морських водоростей та в морській воді.

Йод — доволі рідкісний та розсіяний елемент на Землі. Його вміст у земній корі за маєю становить приблизно $4 \cdot 10^{-5} \%$. Так само, як і Бром, атоми Йоду не утворюють власних мінералів, а містяться тільки у вигляді домішок в інших мінералах. Найбільше йоду міститься у водах деяких солоних озер та світового океану.

Прості речовини

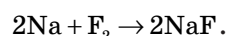
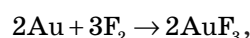
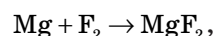
Хімічні властивості простих речовин

Прості речовини галогенів являють собою двохатомні молекули. У молекулі атоми з'єднані одинарним ковалентним неполярним зв'язком.

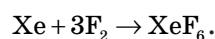
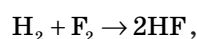
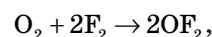
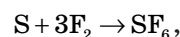
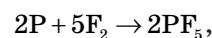
Хімічні властивості фтору

Фтор — найсильніший окисник у природі. Безпосередньо він не реагує тільки з гелієм, неон та аргоном.

Під час реакції з металами утворюються флуориди, сполуки йонного типу:



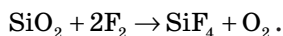
Фтор енергійно реагує з багатьма неметалами, навіть із деякими інертними газами:



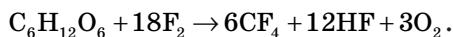
Фізичні властивості простих речовин

Характеристика	Фтор	Хлор	Бром	Йод
Формула сполуки	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
Зовнішній вигляд за звичайних умов	Газ	Газ	Рідина	Тверда речовина
Колір	Яскраво-жовтий із жовтогарячим відтінком	Жовто-зелений	Колір броду між темно-червоним та бурим	Твердий йод — сіра кристалічна речовина з металічним блиском, а його пари — фіолетові
Запах та смак	Різкий задушливий запах	Характерний задушливий запах (надає запаху хлорному вапну)	Дуже неприємний запах	Характерний запах «настоянки йоду»
Температура плавлення	$-220 \text{ }^\circ\text{C}$	$-102 \text{ }^\circ\text{C}$	$-7 \text{ }^\circ\text{C}$	$+114 \text{ }^\circ\text{C}$ (сублімується)
Температура кипіння	$-188 \text{ }^\circ\text{C}$	$-34 \text{ }^\circ\text{C}$	$+59 \text{ }^\circ\text{C}$	$+185 \text{ }^\circ\text{C}$
Густина за н. у.	1,7 г/л	3,214 г/л	3,18 г/см ³	4,94 г/см ³
Розчинність у воді	В атмосфері фтору вода займається	2,3 об'єму хлору розчиняється в 1 об'ємі води	36 г в 1 літрі води	0,3 г в 1 літрі води

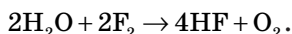
Фтор реагує навіть із багатьма хімічно стійкими сполуками, наприклад зі склом (у вигляді скло-вати):



Дуже багато органічних сполук в атмосфері фтору займаються, тобто починають горіти. Наприклад, деревина згорає, не залишаючи після себе навіть вугілля:



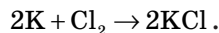
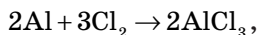
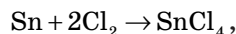
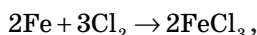
Вода теж горить у фторі:



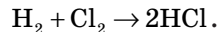
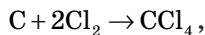
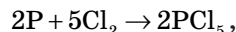
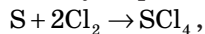
Хімічні властивості Хлору. Взаємодія з металами та неметалами

У більшості сполук, утворених атомом Хлору, він виявляє ступінь окиснення -1 . Позитивний ступінь окиснення проявляється тільки в сполуках із такими атомами, як Флуор та Оксиген.

Проста речовина хлор взаємодіє з усіма металами. Під час цієї взаємодії метали окиснюються до вищих ступенів. При цьому утворюються хлориди, сполуки Хлору з елементами, у яких атом Хлору виявляє ступінь окиснення -1 :

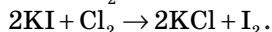
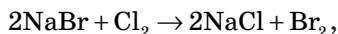


Хлор також активно реагує з усіма неметалами, за винятком азоту, кисню та інертних газів. У цьому разі так само утворюються хлориди:



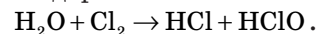
Хімічні властивості хлору. Взаємодія зі складними речовинами

Хлор є більш сильним окисником, аніж бром чи йод, тому хлор витісняє важкі галогени з їхніх солей:



Розчиняючись у воді, хлор частково реагує з нею, унаслідок чого утворюються дві кислоти: хлоридна й гіпохлоритна. При цьому один атом Хлору підвищує ступінь окиснення, а інший атом — знижує. Такі реакції називають реакціями диспропорціонування.

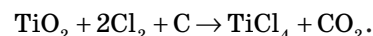
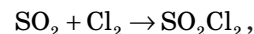
Реакції диспропорціонування — це реакції самовідновлення-самоокиснення, тобто реакції, під час яких один елемент проявляє властивості і окисника, і відновника. При диспропорціонуванні одночасно утворюються сполуки, у яких елемент перебуває в більш окисненому й більш відновленому стані порівняно з первісним. Ступінь окиснення атома Хлору в молекулі гіпохлоритної кислоти дорівнює $+1$:



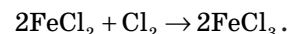
Аналогічно протікає взаємодія хлору з розчинами лугів. При цьому утворюються дві солі: хлорид і гіпохлорит.



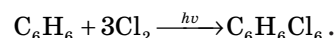
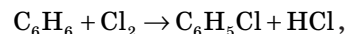
Хлор вступає у взаємодію з різними оксидами:



Хлор окиснює деякі солі, у яких металічний елемент перебуває не в максимальному ступені окиснення:

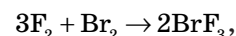
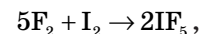
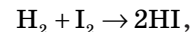
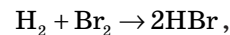


Молекулярний хлор реагує з багатьма органічними сполуками. У присутності ферум(III) хлориду як каталізатора, хлор реагує з бенzenом з утворенням хлорбензолу, а при опроміненні світлом у результаті цієї ж таки реакції утворюється гексахлорциклогексан:

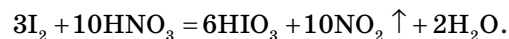


Хімічні властивості бром та йоду

Обидві речовини реагують із воднем, фтором та лугами:



Йод окиснюють різні сильні окисники:



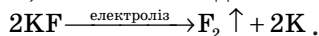
Методи добування простих речовин

Добування фтору

Оскільки фтор є найсильнішим хімічним окисником, то виділити його за допомогою хіміч-

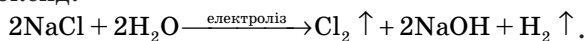
них реакцій зі сполук у вільному вигляді неможливо, а тому фтор добувають фізико-хімічним методом — електролізом.

Для добування фтору використовують розплав калій фториду та нікелеві електроди. Нікель використовується завдяки тому, що поверхня металу пасивується фтором унаслідок утворення нерозчинного NiF_2 , отже, самі електроди не руйнуються під дією речовини, яка на них виділяється:

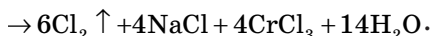
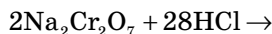
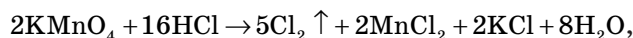
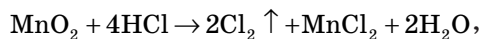


Добування хлору

Хлор у промислових масштабах добувають електролізом розчину натрій хлориду. У результаті цього процесу добувають також натрій гідроксид:



У невеликих кількостях хлор добувають окисненням розчину хлороводню різними методами:

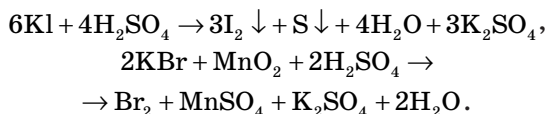
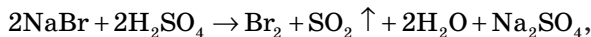
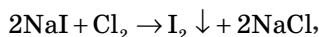
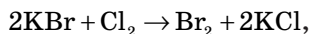


Хлор — дуже важливий продукт хімічної промисловості.

Його світове виробництво складає мільйони тонн.

Добування бром та йоду

Для промислового використання бром і йод добувають при окисненні бромідів та йодидів, відповідно. Для окиснення найчастіше використовують молекулярний хлор, концентровану сульфатну кислоту або манган(IV) оксид:



Застосування галогенів

Флуор та деякі його сполуки використовують як окисник ракетного палива. Великі кількості фтору використовують для добування різних холодоагентів (фреонів) та деяких полімерів, яким властива хімічна й термічна стійкість (тефлон та деякі інші). Фтор застосовують в ядерній техніці для поділу ізотопів урану.

Велику частину хлору використовують для добування хлоридної кислоти, а також як окисник для добування інших галогенів. У промисловості його використовують для вибілювання тканин та паперу. У більших кількостях, аніж фтор, його застосовують для виробництва полімерів (ПВХ та інших) і холодоагентів. За допомогою хлору дезінфікують питну воду. Він також потрібен для добування деяких розчинників, таких як хлороформ, хлористий метилен, тетрахлорметан. А ще його використовують для виробництва багатьох речовин, наприклад калій хлорату (бертолетової солі), хлорного вапна та багатьох інших сполук, що містять атоми Хлору.

Бром та йод застосовують у промисловості не в таких масштабах, як хлор чи фтор, однак із кожним роком використання цих речовин збільшується. Бром використовують у виробництві різних медичних препаратів заспокійливої дії. Йод використовують при виготовленні антисептичних препаратів. Сполуки Брому та Йоду широко застосовують при кількісному аналізі речовин. За допомогою йоду очищають деякі метали (цей процес називають йодним рафінуванням), наприклад титан, ванадій та інші.

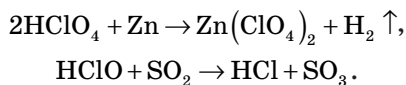
Деякі сполуки галогенів

Оксигеновмісні кислоти Хлору

Характеристика оксигеновмісних кислот Хлору

Формула кислоти	Ступінь окиснення атома Хлору	Назва кислоти	Назва аніона	Сила кислоти	Стійкість кислоти
HClO	+1	Гіпохлоритна	Гіпохлорит	Дуже слабка	Дуже нестійка
HClO_2	+3	Хлоритна	Хлорит	Середньої сили	Існує тільки в розведених розчинах
HClO_3	+5	Хлоратна	Хлорат	Сильна	Існує в розчинах до 40 %
HClO_4	+7	Перхлоратна	Перхлорат	Дуже сильна	Стійка

Атоми Хлору містяться у складі кислот, перебуваючи в різних ступенях окиснення. У всіх кислотах окисником можуть виступати атоми Гідрогену або Хлору:



У ряді $\text{HClO} - \text{HClO}_2 - \text{HClO}_3 - \text{HClO}_4$ окисні властивості атома Хлору зменшуються, а кислотні властивості, навпаки, збільшуються. Характеристика всіх оксигеновмісних кислот Хлору подана в таблиці.

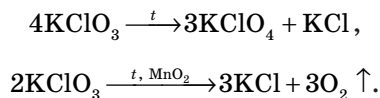
Калій хлорат

Калій хлорат KClO_3 , або бертолетова сіль (названа на честь французького хіміка Карла Бертолле, котрий уперше її добув), являє собою безбарвну кристалічну речовину, помірно розчинну у воді.

Калій хлорат добувають розчиненням хлору в гарячому розчині калій гідроксиду:



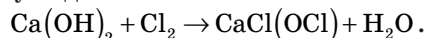
Розклад бертолетової солі при нагріванні відбувається у двох різних напрямках:



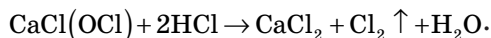
Бертолетову сіль застосовують при виробництві сірників (у головках сірників міститься 47% бертолетової солі), у піротехнічних сполуках, як інсектицид у сільському господарстві, а також для добування кисню в лабораторіях.

Хлорне вапно

Хлорне вапно, або білильне вапно, або «хлорка» — це кальцій хлорид-гіпохлорит $\text{CaCl}(\text{OCl})$, безбарвна кристалічна сполука, у сирому повітрі має запах хлору. Цю сполуку добувають при дії молекулярного хлору на суспензію кальцій гідроксиду у воді:



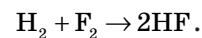
При дії кислот на розчин хлорного вапна виділяється хлор:



Кальцій хлорид-гіпохлорит застосовують як вибілювальний засіб для тканин та паперу, для дезінфекції, як засіб для очищення повітря та як окисник у різних хімічних синтезах.

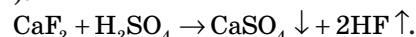
Фтороводень

При взаємодії фтору й водню утворюється фтороводень HF . За нормальних умов — це безбарвна рідина ($T_{\text{пл.}} = -83^\circ\text{C}$, $T_{\text{кип.}} = +20^\circ\text{C}$) з різким запахом.

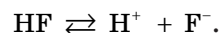


Високі температури плавлення й кипіння пояснюються тим, що молекули HF сильно асоційовані за рахунок утворення водневих зв'язків, більш міцних, аніж зв'язки між молекулами води. У рідкому стані молекули HF майже всі димеризовані в молекули H_2F_2 .

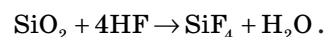
Фтороводень зазвичай добувають дією сульфатної кислоти на кальцій флуорид (мінерал флюорит):



Розчин фтороводню у воді являє собою кислоту середньої сили ($K_a = 6,67 \cdot 10^{-4}$). Такий розчин називають плавиковою (фторидною) кислотою. Дисоціація цієї кислоти проходить за таким механізмом:



Плавикова кислота відома як єдина кислота, що розчиняє скло, унаслідок взаємодії з переважним компонентом скла — силіцій діоксидом. Це відбувається за рахунок того, що силіцій флуорид, який утворюється в результаті реакції, є легкою речовиною, котра вилучається з реакційного середовища й тим самим не заважає подальшому протіканню реакції:



Плавикову кислоту зберігають тільки у пластикових або свинцевих посудинах. Скляні посудини для її зберігання непридатні.

Фтороводень застосовують для травлення скла, вилучення домішок піску при виплавці металів та добування флуоридів. Великі кількості фтороводню використовують для синтезу різних органічних сполук.

Фтороводень зустрічається в природі тільки у вулканічних газах.

Хлороводень і хлоридна кислота

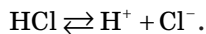
Атоми Гідрогену та Хлору зв'язані в молекулу хлороводню HCl полярним ковалентним зв'язком. Ступінь окиснення атома Хлору в цій сполуці дорівнює -1 .

Хлороводень — безбарвний газ ($T_{\text{пл.}} = -114^\circ\text{C}$, $T_{\text{кип.}} = -85^\circ\text{C}$) з характерним різким запахом.

У вологому повітрі «димить» за рахунок утворення туману з крапельок розчину хлороводню у воді. Дуже добре розчинний у воді — в одному об'ємі води розчиняється близько 500 об'ємів хлороводню. У разі вдихання викликає задуху.

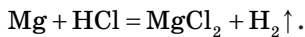
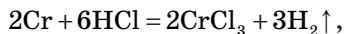
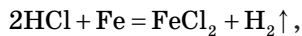
Хімічні властивості хлороводню та хлоридної кислоти

Сухий хлороводень не взаємодіє з металами і не спричиняє їхньої корозії. Проте у присутності невеликих кількостей води активно кородує багато металів. Хлоридна кислота — сильна одноосновна кислота. У водному розчині повністю піддається дисоціації:

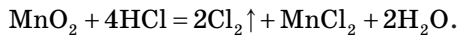


За рахунок обмеженої розчинності хлороводню у воді, максимальна концентрація хлоридної кислоти може дорівнювати 38 % (за 25 °С).

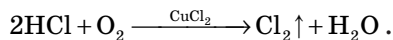
Хлоридна кислота енергійно взаємодіє з багатьма металами, які розташовані лівіше за Гідроген в електрохімічному ряду напруг:



Хлоридна кислота взаємодіє з деякими окисниками з утворенням простої речовини хлору:

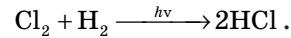


Хлороводень окиснюється киснем у присутності каталізатора — купрум(II) хлориду CuCl_2 :

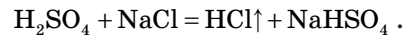


Добування та застосування хлороводню

Хлороводень у промислових масштабах добувають двома методами. Перший метод полягає у безпосередній взаємодії простих речовин хлору та водню внаслідок опромінювання світлом:



Другий метод ґрунтується на хімічній реакції між концентрованою сульфатною кислотою та кристалічним натрій хлоридом:

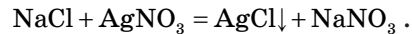


Практично весь хлороводень, який добувають у промисловості, використовують для добування хлоридної кислоти. Добуту кислоту транспортують у пластикових і скляних балонах або у вкритих ізсередини кислотостійкою речовиною сталевих балонах.

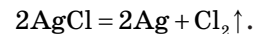
Хлоридну кислоту використовують для добування різних хлоридів металів. Солі хлоридної кислоти застосовують практично в будь-яких процесах. Наприклад, натрій хлорид NaCl застосовується як добавка до їжі, як сировина для добування хлору, натрій гідроксиду, хлоридної кислоти та багатьох інших речовин; барій хлорид BaCl_2 і меркурій(II) хлорид HgCl_2 — гарні інсектициди; безводні хлориди Алюмінію і Феруму AlCl_3 і FeCl_3 — дуже важливі в органічному синтезі каталізатори; титан(IV) хлорид TiCl_4 — один із компонентів каталізатора Циглера — Натта для виробництва поліетилену; аргентум хлорид AgCl застосовується у фотографії.

Якісна реакція на хлорид-іон

Як реагент на хлорид-іон використовують розчин будь-якої солі Аргентуму, найчастіше нітрату. Внаслідок додавання до досліджуваного розчину, утворюється білий, не розчинний у нітратній кислоті осад аргентум хлориду:



Якщо цей осад залишити на світлі, то він набуває сірого кольору, за рахунок фотохімічного розкладу аргентум хлориду:



Якщо отримано такі результати, то можна зробити висновок про те, що в досліджуваному розчині містяться хлориди.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте фізичну властивість, притаманну водню:

А добре розчиняється у воді;

Б температури кипіння становить 100 °С;

А

Б

В

Г

В у рідкому стані має блакитний колір;
Г легший за повітря.

2. Позначте властивість, що виявляє водень при взаємодії із сіркою:

А окисник;

Б відновник;

В кислота;

Г основа.

А

Б

В

Г

3. Позначте, які властивості може виявляти фтор:

А тільки окисник;
 Б тільки відновник;
 В і окисник, і відновник;
 Г ні окисник, ні відновник.

А
 Б
 В
 Г

4. Позначте елемент, що має найбільшу електронегативність серед галогенів:

А Гідроген;
 Б Хлор;
 В Натрій;
 Г Флуор.

А
 Б
 В
 Г

5. Позначте елемент родини галогенів, у якого найбільш виражені металічні властивості:

А Флуор;
 Б Гідроген;
 В Цезій;
 Г Йод.

А
 Б
 В
 Г

6. Позначте ступінь окиснення, характерний для Флуору:

А +3;
 Б +2;
 В +1;
 Г -1.

А
 Б
 В
 Г

7. Позначте речовину, що можна використовувати для виявлення йонів Гідрогену в розчині:

А аргентум хлорид;
 Б калій перманганат;
 В фенолфталеїн;
 Г метилоранж.

А
 Б
 В
 Г

8. Позначте схему перетворення, у якій Хлор виявляє властивості відновника:

А $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$;
 Б $\text{Cl}^{+5} \rightarrow \text{Cl}^{-1}$;
 В $\text{Cl}^{+1} \rightarrow \text{Cl}^{-1}$;
 Г $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$.

А
 Б
 В
 Г

9. Позначте пару речовин, при взаємодії яких одна з одною виділяється хлор:

А аргентум хлорид та натрій хлорид;
 Б калій перманганат та хлор;
 В калій гідроксид та гіпохлоритна кислота;
 Г натрій хлорид та бром.

А
 Б
 В
 Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між тривіальною назвою речовини та її хімічною формулою.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Тривіальна назва

1 Бертолетова сіль;
 2 соляна кислота;
 3 кам'яна сіль;
 4 плавикий шпат.

Хімічна формула

А HCl ;
 Б CaF_2 ;
 В KBr ;
 Г KClO_3 ;
 Д NaCl .

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть елементи в порядку збільшення електронегативності:

А Бром;
 Б Флуор;
 В Йод;
 Г Хлор.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Установіть послідовність збільшення відновних властивостей елементів:

А Флуор;
 Б Хлор;
 В Йод;
 Г Бром.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність збільшення радіуса атомів:

А Бром;
 Б Хлор;
 В Йод;
 Г Флуор.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть об'єм кисню (у мілілітрах), що виділяється при розчиненні хлору об'ємом 56 мл (н. у.) у воді.

15. Обчисліть об'єм водню (у мілілітрах за н. у.), що виділяється при взаємодії розчину хлоридної кислоти об'ємом 18,7 мл з масовою часткою 14,6 % (густина 1,07 г/мл) зцинком масою 2,0 г.

ТЕМА 16. ОКСИГЕН І СУЛЬФУР ТА ЇХ СПОЛУКИ

(День 44–46)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Укажіть вміст кисню в атмосфері Землі:
 А 80 %;
 Б 16 %;
 В 21 %;
 Г 4 %.
- Виберіть об'ємне співвідношення водню та кисню в суміші «гримучий газ»:
 А 1 : 2;
 Б 2 : 2;
 В 1 : 1;
 Г 2 : 1.
- Позначте тип кристалічних ґраток кисню:
 А атомні;
 Б молекулярні;
 В йонні;
 Г металічні.
- Укажіть речовину, яку можна використовувати для виявлення сульфат-іонів у розчині:
 А барій хлорид;
 Б аргентум хлорид;
 В купрум(II) гідроксид;
 Г магній гідроксид.
- Укажіть ступінь окиснення Сульфуру у сполуці, що утворюється при згорянні сірководню в надлишку кисню:
 А +4;
 Б +6;
 В 0;
 Г -2.
- Позначте алотропну модифікацію, утворену Сульфуром, яка найбільш стабільна за звичайних умов:
 А моноклінна сірка;
 Б пластична сірка;

- В газувата сірка;
 Г ромбічна сірка.

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

- Позначте фізичні властивості кисню:
 1 за звичайних умов рідина;
 2 у рідкому стані має блакитний колір;
 3 рідкий та твердий кисень притягується магнітом;
 4 рідкий кисень проводить електричний струм;
 5 температура кипіння менша за 0 °С;
 6 добре розчиняється у воді.

Варіанти відповідей:

- А 1, 4, 6; В 1, 2, 6;
 Б 2, 3, 5; Г 2, 5, 6.

- Позначте схеми перетворень, у яких Сульфур виявляє властивості відновника:

Варіанти відповідей:

- | | |
|---|------------|
| 1 $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$; | А 1, 2, 5; |
| 2 $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$; | Б 2, 4, 6; |
| 3 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2$; | В 3, 4, 6; |
| 4 $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{S}$; | Г 1, 3, 5. |
| 5 $\text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$; | |
| 6 $\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$. | |

- Установіть відповідність між реагентами і продуктами реакції:

Реагенти

- $\text{N}_2 + \text{O}_2$;
- $\text{N}_2 + 2\text{O}_2$;
- $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$;
- $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$.

Продукти реакції

- 2NO_2 ;
- $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$;
- $4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$;
- $4\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$;
- 2NO .

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

10. Установіть відповідність між вихідними речовинами і продуктами їх взаємодії:

Реагенти

- 1 $\text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_2$;
- 2 $2\text{NaOH} + \text{SO}_2$;
- 3 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_3$;
4. $\text{NaOH} + \text{SO}_2$.

Продукти реакції

- А $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- Б Na_2SO_3 ;
- В NaHSO_3 ;
- Г $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- Д $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть формули речовин у послідовності збільшення ступеня окиснення Сульфуру:

- А S;
- Б $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
- В K_2SO_3 ;
- Г H_2S .

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть масу калій перманганату, що містить 1,25 % домішок, необхідну для добування 2,24 л кисню.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Характеристика хімічних елементів

Властивості хімічних елементів

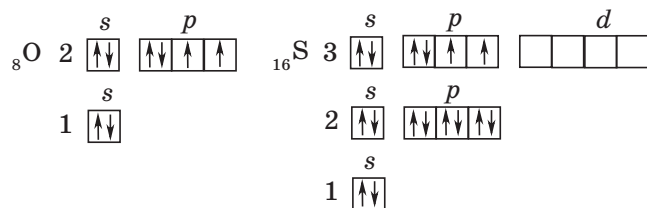
Характеристика	Оксиген	Сульфур
Хімічний символ	O	S
Радіус атома, нм	0,066	0,104
Відносна електро-негативність	3,5	2,6
Електронна конфігурація валентного рівня	$2s^2 2p^4$	$3s^2 3p^4$
Можливі валентності	II	II, IV, VI
Можливі ступені окиснення	-2, -1, 0, +1, +2	-2, 0, +4, +6
Ізотопний склад	^{16}O — 99,759 % ^{17}O — 0,037 % ^{18}O — 0,204 %	^{32}S — 95 % ^{33}S — 0,76 % ^{34}S — 4,22 % ^{36}S — 0,014 %
Вміст у земній корі, мол. %	53 %	0,03 %

Елементи Оксиген і Сульфур розташовані в VI групі головної підгрупи. Елементи цієї групи (разом із Селеном Se, Телуrom Te та Полонієм Po) називають також *халькогенами* (від грец. *халькос* — мідь та *генос* — походження), оскільки

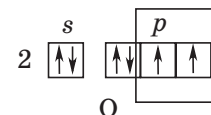
ки більшість руд та мінералів містять ці елементи у своєму складі.

Атоми Оксигену здатні виявляти валентність, що дорівнює 2, а для Сульфуру характерна змінна валентність.

Розподіл електронів по орбіталях в атомах Оксигену та Сульфуру схематично можна зобразити:

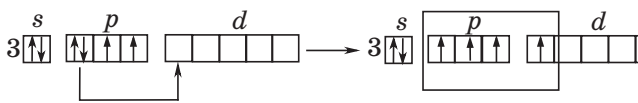


Хімічний зв'язок утворюється в результаті перекривання двох орбіталей, на яких перебуває по одному неспареному електрону. В атома Оксигену таких орбіталей дві, і відповідно валентність Оксигену в цьому випадку дорівнює 2:

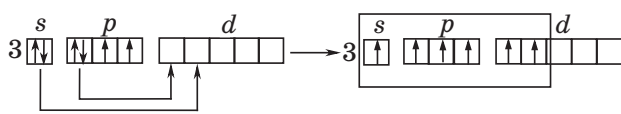


В елементів третього періоду, у якому розташований Сульфур, можливий перехід електронів з *p*-підрівня на *d*-підрівень, що дозволяє реалізуватися чотири- та шестивалентному стану.

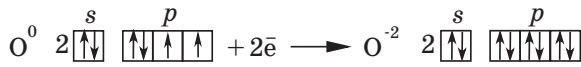
Чотиривалентний стан Сульфуру:



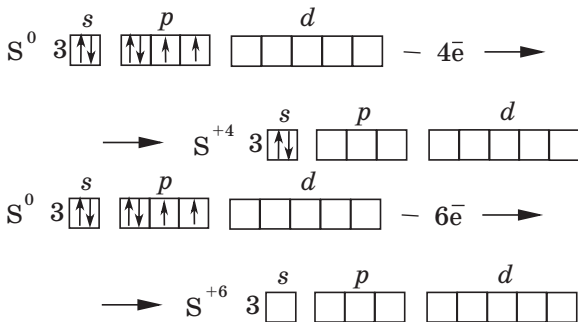
Шестивалентний стан Сульфуру:



Оксиген та Сульфур мають досить високі значення електронегативності, тому в хімічних реакціях вони переважно приймають електрони, тобто проявляють окисні властивості: $ns^2np^6 + 2\bar{e} \rightarrow ns^2np^6$.



Процес відновлення атома Сульфуру абсолютно аналогічний до наведеного вище процесу для атома Оксигену. З іншого боку, атом Сульфуру, за рахунок більшого радіуса, ніж в Оксигену, також може віддавати електрони, тобто окиснюватися, переходячи в стан зі ступенем окиснення +4 або +6.



Таким чином, атоми Сульфуру можуть утворювати стани із трьома стійкими ступенями окиснення: -2; +4; +6, на відміну від атомів Оксигену, які можуть проявляти у складних сполуках тільки ступінь окиснення -2.

Поширеність Оксигену та Сульфуру на Землі

Оксиген — найпоширеніший елемент на нашій планеті. З атомів Оксигену складається молекула простої речовини кисню, що міститься в атмосфері Землі у великій кількості (21% за об'ємом). Озон (O₃), що перебуває у верхніх шарах атмосфери, так само складається з атомів Оксигену. Вода (H₂O), яка покриває більшу частину поверхні Землі, на 88% складається з атомів Оксигену. Атоми Оксигену містяться у складі великої

кількості природних мінералів і становлять майже 47% маси земної кори. Найпоширенішими з-поміж них є: вапняк CaCO₃, пісок SiO₂, магнетит Fe₃O₄, каолін Al₂O₃ · 2SiO₂ · 2H₂O, піролюзит MnO₂, доломіт CaMg(CO₃)₂, барит BaSO₄. Атоми Оксигену входять до складу білків, жирів, вуглеводів та інших молекул, важливих для життя всіх живих істот на Землі.

Сульфур — досить поширений елемент на нашій планеті. Вміст цього елемента в земній корі, за масою, приблизно дорівнює 0,05%. Сульфур може утворювати просту речовину сірку, що трапляється в південній Європі в самородному стані. Такі родовища розробляли ще давні римляни. Окрім простої речовини, Сульфур міститься також у складі багатьох мінералів, таких як пірит FeS₂, сфалерит ZnS, халькопірит CuFeS₂, кіновар HgS, гіпс CaSO₄ · 2H₂O, глауберова сіль Na₂SO₄ · 10H₂O, каїніт KCl · MgSO₄ · 3H₂O. Трапляється Сульфур й у живих організмах: близько 5% Сульфуру входить до складу рогів, копит та волосся, а в капусті (при перерахунку на суху масу) міститься 0,8% Сульфуру. Сульфур — життєво важливий елемент, адже він міститься у складі білків.

Прості речовини

Фізичні властивості речовин, утворених елементом Оксигеном

Атоми Оксигену можуть утворювати два типи молекул: O₂ — кисень та O₃ — озон.

Явище існування кількох простих речовин, утворених атомами одного хімічного елемента, називається алотропією. А прості речовини, утворені одним елементом, називають алотропними модифікаціями.

Отже, озон і кисень — це алотропні модифікації елемента Оксигену.

Характеристика	Кисень	Озон
Формула сполуки	O ₂	O ₃
Зовнішній вигляд за звичайних умов	Безбарвний газ	Безбарвний газ
Колір	У парах кисень безбарвний. Рідкий — блідо-блакитного кольору, а твердий — синього	Пари озону світло-синього кольору. Рідкий — синього кольору, а твердий являє собою темно-фіолетові кристали

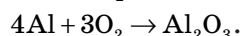
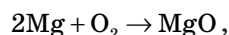
Закінчення таблиці

Характеристика	Кисень	Озон
Запах і смак	Без запаху й смаку	Різкий характерний запах (у малих концентраціях надає повітрю запаху свіжості)
Температура плавлення	-219 °C	-192 °C
Температура кипіння	-183 °C	-112 °C
Густина за н. у.	1,43 г/л	2,14 г/л
Розчинність у воді	4 об'єми кисню в 100 об'ємах води	45 об'ємів озону в 100 об'ємах води
Магнітні властивості	Рідкий і твердий кисень — парамагнітні речовини, тобто втягуються в магнітне поле	Має діамагнітні властивості, тобто не взаємодіє з магнітним полем
Біологічна роль	Необхідний для дихання рослин і тварин (у суміші з азотом або інертним газом). Вдихання чистого кисню призводить до сильного отруєння	В атмосфері утворює так званий озоновий шар, який захищає біосферу від шкідливого впливу ультрафіолетового випромінювання. Отруйний

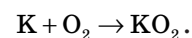
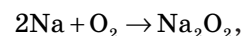
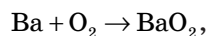
Хімічні властивості кисню й озону

Взаємодія кисню з металами

Молекулярний кисень — досить сильний окисник. Він окиснює практично всі метали (окрім золота й платини). Багато металів повільно окиснюються на повітрі, але в атмосфері чистого кисню згорають дуже швидко, при цьому утворюється оксид:

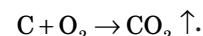
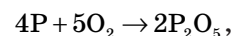


Однак деякі метали при горінні утворюють не оксиди, а пероксиди (у таких сполуках ступінь окиснення Оксигену дорівнює -1) або надпероксиди (ступінь окиснення атома Оксигену — дробова). Прикладом таких металів можуть бути барій, натрій та калій:



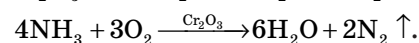
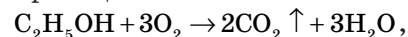
Взаємодія кисню з неметалами

Оксиген виявляє ступінь окиснення -2 у сполуках, які утворені з усіма неметалами, окрім Флуору, Гелію, Неону та Аргону. Молекули кисню при нагріванні безпосередньо вступають у взаємодію з усіма неметалами, окрім галогенів та інертних газів. В атмосфері кисню самозаймається фосфор та деякі інші неметали:

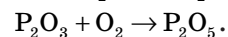
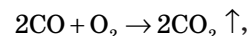


Взаємодія кисню зі складними речовинами

За певних умов кисень вступає у взаємодію з багатьма складними речовинами. При цьому утворюються оксиди елементів або прості речовини, утворені цими елементами:

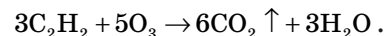
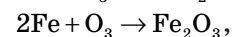
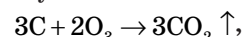


Кисень може вступати у взаємодію з оксидами, у яких елементи перебувають не у вищих ступенях окиснення:

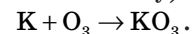


Хімічні властивості озону

Озон є сильнішим окисником, аніж молекулярний кисень. Майже всі реакції, які проходять під дією кисню, проходять також з озоном, але при цьому реакція протікає швидше й виділяється більша кількість енергії. Багато речовин під дією озону займаються:

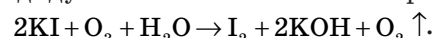


При взаємодії калію з озоном утворюється озонід (сполука йонного типу):



Виявлення домішок озону в газах

Озон виявляють у лабораторних умовах пропусканням досліджуваної суміші крізь розчин калій йодиду з невеликою кількістю крохмалю:



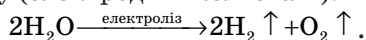
Якщо в пропущеній газовій суміші присутній озон, то розчин забарвлюється в інтенсивно-синій колір, за рахунок утворення комплексної сполуки йоду з крохмалем. Цю реакцію називають якісною реакцією на озон.

Кисень в аналогічну реакцію не вступає.

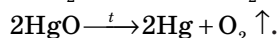
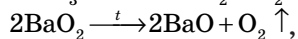
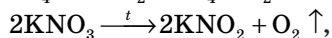
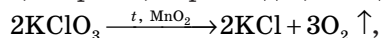
Методи добування кисню й озону

Методи добування кисню

Кисень зазвичай добувають у лабораторіях електролізом слабкого водного розчину натрій гідроксиду (електроди нікельовані):



Кисень можна добути термічним розкладанням багатих на Оксиген сполук (хлоратів, перманганатів, нітратів, пероксидів, оксидів):

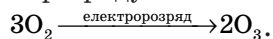


У промисловості кисень добувають із рідкого повітря. Спочатку повітря охолоджують до -200°C , а потім поступово нагрівають. При -196°C випаровується азот і залишається рідкий кисень.

Методи добування озону

Озон утворюється в атмосфері на висоті 20—30 кілометрів з кисню під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця.

Озон можна добути з кисню під дією тліючого електричного розряду.



Він також утворюється в різних копіювальних апаратах, при зварюванні металів, при роботі трансформаторів та при ударі блискавки.

Застосування кисню й озону. Значення озонового шару

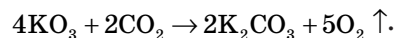
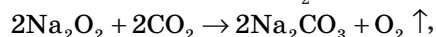
Кисень використовують усі аеробні живі істоти для дихання. У процесі фотосинтезу рослини виділяють кисень і поглинають вуглекислий газ.

Молекулярний кисень застосовують для так званої інтенсифікації, тобто прискорення окисних процесів у металургійній промисловості. А ще кисень використовують для добування полум'я з високою температурою. При горінні етину (C_2H_2) в кисні температура полум'я сягає $+3500^\circ\text{C}$. У медицині кисень застосовують для полегшення дихання хворих. Його також використовують у дихальних апаратах для роботи людей у важкій для дихання атмосфері. Рідкий кисень застосовують як окисник ракетного палива.

Озон використовують у лабораторній практиці як дуже сильний окисник. У промисловості з його допомогою дезінфікують воду, оскільки

йому притаманна сильна окисна дія, яка знищує різні мікроорганізми.

Пероксиди, надпероксиди та озоніди лужних металів застосовують для регенерації кисню в космічних кораблях та на підводних човнах. Таке застосування засноване на реакції цих речовин з вуглекислим газом CO_2 :



У природі озон міститься у високих шарах атмосфери на висоті близько 20—25 км, у так званому озоновому шарі, що захищає Землю від жорсткого сонячного випромінювання. Зменшення концентрації озону в стратосфері хоча б на 1% може призвести до важких наслідків, таких як зростання числа онкологічних захворювань шкіри в людей і тварин, збільшення числа захворювань, пов'язаних із пригніченням імунної системи людини, уповільнення росту наземних рослин, зниження швидкості росту фітопланктону тощо.

Без озонового шару життя на планеті було б неможливим. Тим часом забруднення атмосфери різними промисловими викидами призводить до руйнування озонового шару. Найнебезпечнішими речовинами для озону є фреони (їх використовують як холодоагенти в холодильних машинах, а також як наповнювачі для балончиків з дезодорантами) та відходи ракетного палива.

Світове співтовариство було дуже стурбоване у зв'язку з утворенням діри в озоновому шарі на полюсах нашої планети, у зв'язку із чим у 1987 р. був прийнятий «Монреальський протокол щодо речовин, які руйнують озоновий шар», котрий обмежив використання речовин, шкідливих для озонового шару.

Фізичні властивості речовин, утворених Сульфуром

Атоми Сульфуру, так само, як і Оксигену, можуть утворювати різні алотропні модифікації (S_∞ ; S_{12} ; S_8 ; S_6 ; S_2 та інші). При кімнатній температурі сірка перебуває у вигляді α -сірки (або ромбічної сірки), що являє собою жовті крихкі кристали, без запаху, не розчинні у воді. При температурі понад $+96^\circ\text{C}$ відбувається повільний перехід α -сірки в β -сірку (або моноклінну сірку), що являє собою майже білі пластинки. Якщо розплавлену сірку перелити у воду, відбувається переохолодження рідкої сірки й утворення жовто-коричневої гумоподібної пластичної сірки, яка перегадом знову перетворюється

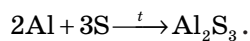
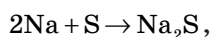
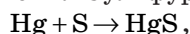
на α -сірку. Сірка кипить при температурі, що дорівнює $+445\text{ }^\circ\text{C}$, утворюючи пари темно-бурого кольору.

Усі модифікації сірки не розчиняються в воді, зате досить добре розчиняються в сірководнеці (CS_2) та деяких інших неполярних розчинниках.

Хімічні властивості сірки

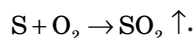
Взаємодія сірки з металами

Проста речовина сірка при нагріванні взаємодіє практично з усіма металами, за винятком золота, іридію та платини. При цьому утворюються сульфідні відповідних металів. У сульфідах ступінь окиснення Сульфуру дорівнює -2 :

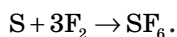
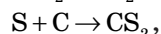
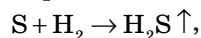


Взаємодія сірки з неметалами

Під час нагрівання сірка реагує з багатьма неметалами. При горінні на повітрі утворюється сульфур(IV) оксид:

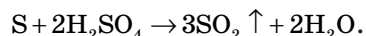
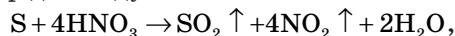


При нагріванні сірки в потоці водню утворюється сірководень. У сірководні Сульфур перебуває в ступені окиснення -2 . Такий самий ступінь окиснення Сульфур проявляє й у сірководнеці, який утворюється при взаємодії сірки й вуглецю:

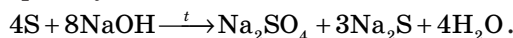


Взаємодія сірки зі складними речовинами

Сірка вступає в реакції із сильними окисниками, при цьому найчастіше окиснюється до сульфур діоксиду:



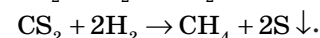
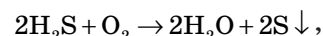
При кип'ятінні з розчином лугу утворюється сульфід і сульфат, тобто проходить реакція диспропорціонування:



Методи добування сірки

У промислових масштабах сірку добувають із самородних підземних покладів методом виплавки її перегрітою водяною парою з подальшою перегонкою отриманого продукту.

Сірку можна добувати також частковим окисненням сірководню або неповним відновленням сірководнецю:



Застосування сірки

Головний продукт сірчаної промисловості — це сульфатна кислота. На її виробництво припадає близько 60% сірки, яку видобувають. У гомотехнічній промисловості сірку використовують для перетворення каучуку на високоякісну гуму, тобто для вулканізації каучуку. Сірка — найважливіший компонент будь-яких піротехнічних сумішей. Наприклад, у сірникових головках міститься близько 5% , а в намазці на коробці — близько 20% сірки за масою. У сільському господарстві сірку використовують для боротьби зі шкідниками виноградників. У медицині сірку застосовують при виготовленні різних мазей для лікування шкірних захворювань.

Гідроген пероксид

Фізичні властивості гідроген пероксиду

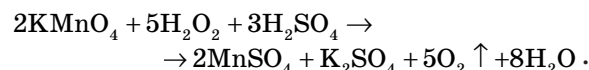
Між молекулами H_2O_2 виникають міцні водневі зв'язки, унаслідок чого речовина являє собою в'язку, важку ($\rho = 1,44\text{ г/см}^3$) рідину блідо-голубого кольору з високою температурою кипіння ($T_{\text{пл.}} = +0,4\text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{кип.}} = +150\text{ }^\circ\text{C}$).

Ця сполука зміщується з водою в будь-яких співвідношеннях, за рахунок утворення нових водневих зв'язків.

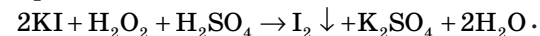
Хімічні властивості гідроген пероксиду

Гідроген пероксид може виступати як у ролі окисника, так і в ролі відновника, оскільки атоми Оксигену в цій сполуці перебувають у проміжному ступені окиснення -1 .

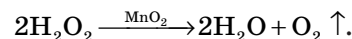
З більш сильними окисниками H_2O_2 вступає в реакцію як відновник, тобто приймає електрони:



А з більш слабкими окисниками він виступає в ролі окисника:



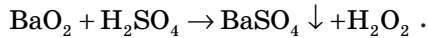
Однак гідроген пероксид дуже нестійка сполука. При зберіганні концентрованих розчинів або при дії опромінення H_2O_2 розкладається на воду й кисень:



Каталізатором для цієї реакції є манган(II) оксид MnO_2 .

Добування й застосування гідроген пероксиду

У промисловості H_2O_2 добувають унаслідок дії концентрованої сульфатної кислоти на барій пероксид. У результаті цієї реакції барій сульфат утворює осад, а над ним залишається досить чистий гідроген пероксид:



Застосовують в основному 3% -й та 30% -й водних розчин H_2O_2 . Використовують у текстильній промисловості для вибілювання тканин, а також як окисник ракетного палива. За рахунок бактерицидної дії гідроген пероксид використовують для знезаражування води та в медицині.

Сірководень

Молекула сірководню складається з атома Сульфуру та двох атомів Гідрогену, сполучених полярним ковалентним зв'язком. Кут між зв'язками SH дорівнює 91° . Молекула сірководню полярна.

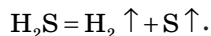
Сірководень — природний компонент вулканічних і природних газів. Деякі мінеральні води містять розчинений сірководень, що надає їм лікувальних властивостей. Сірководень утворюється в результаті гниття продуктів, що містять у своєму складі білки. У Чорному морі на глибині понад 40 метрів немає життя через насиченість вод сірководнем.

Фізичні властивості сірководню

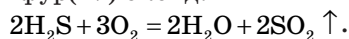
Сірководень — безбарвний газ із запахом тухлих яєць. В 1 об'ємі води розчиняється 3 об'єми сірководню, при цьому утворюється приблизно 0,1 молярний розчин. Температура плавлення сірководню дорівнює -83°C , а температура кипіння -61°C . Сірководень впливає на нервову систему людини, тому працювати з ним необхідно під витяжною шафою.

Хімічні властивості сірководню

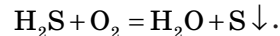
Сірководень є сполукою, що має будову, подібну до молекули води, проте порівняно з нею є менш стабільною. У разі нагрівання до високих температур відбувається розклад сірководню за реакцією:



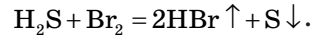
Горіння може відбуватися за двома різними напрямками. У надлишку кисню утворюється вода та сульфур(IV) оксид:



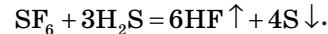
За нестачі кисню відбувається неповне згорання сірководню. Цей процес використовується для добування сірки в промислових масштабах з газів, які утворюються під час випалювання руд:



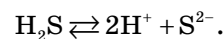
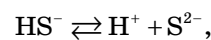
Бром і йод відновлюють сірководень до простої речовини сірки:



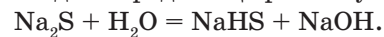
Сірководень за підвищених температур реагує з гексафторсульфуром:



У разі розчинення сірководню у воді утворюється слабка двоосновна сульфідна кислота ($K_{a1} = 10^{-7}$, $K_{a2} = 1,2 \cdot 10^{-13}$):



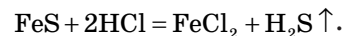
Середні солі сульфідної кислоти називаються **сульфідами** (наприклад, K_2S — це калій сульфід). Відомі також кислі солі відповідної кислоти — **гідрогенсульфіди** (KHS — калій гідрогенсульфід). Оскільки сульфідна кислота є доволі слабкою кислотою, то розчини сульфідів і гідрогенсульфідів піддаються гідролізу по аніону, і відповідно середовище розчину основне:



Сульфідні лужних і лужноземельних металів розчинні у воді, а інші сульфідні не розчинні. Багато солей сульфідної кислоти мають характерне забарвлення: HgS — червоне, Sb_2S_3 — оранжеве, CdS — жовте, MnS — рожеве, CuS — чорне.

Добування та застосування сірководню

Сірководень зазвичай добувають дією мінеральних кислот на сульфідні металів:



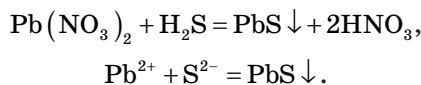
Сірководень також можна добути і з простих речовин.

Застосовують сірководень у якісному аналізі катіонів за сульфідною класифікацією. Також він відіграє важливу роль у процесі виробництва сульфатної кислоти.

Якісна реакція на сірководень і сульфід-іон

Для визначення сульфід-іонів у розчині до досліджуваного розчину додають будь-яку розчинну сіль Плюмбуму (найчастіше ацетат $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ або нітрат $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$). Якщо після додавання у розчині з'являється чорний осад, то

в досліджуваному зразку були присутні сульфід-іони:



Оксиди Сульфуру

Фізичні властивості оксидів Сульфуру

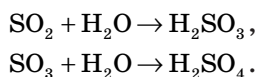
Сульфур(IV) оксид, або сульфур діоксид, або сірчистий ангідрид, — це безбарвний газ із характерним різким запахом. Саме він створює запах при згоранні сірників. При температурі $-10\text{ }^\circ\text{C}$ він скраплюється в безбарвну рідину, а при температурі $-75\text{ }^\circ\text{C}$ кристалізується. Добре розчиняється у воді: до 40 об'ємів газу в одному об'ємі води. Змішується з етером, бензеном та сірковуглецем у необмежених співвідношеннях.

Сульфур(VI) оксид, або сульфур триоксид, або сірчаний ангідрид, утворює кілька алотропних модифікацій. Одна з них, $\gamma\text{-SO}_3$, являє собою безбарвну рідину, з температурою кипіння $+45\text{ }^\circ\text{C}$ та температурою кристалізації $-17\text{ }^\circ\text{C}$. У твердому стані ця модифікація схожа на лід. Інша модифікація — $\alpha\text{-SO}_3$ — кристалічна речовина, схожа на азбест, що плавиться при температурі $+40\text{ }^\circ\text{C}$. Необмежено розчиняється у воді. Добре розчиняється в сульфатній кислоті. Розчин сульфур триоксиду в сульфатній кислоті називають олеумом.

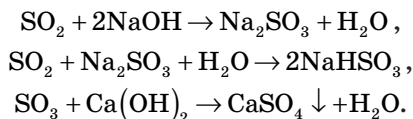
Хімічні властивості оксидів Сульфуру

Реакції без зміни ступеня окиснення

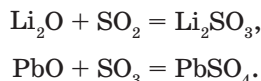
Ангідриди кислот — це речовини, які при взаємодії з водою утворюють відповідну кислоту. Таким чином, SO_2 та SO_3 — це ангідриди сульфитної та сульфатної кислот, відповідно:



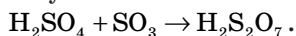
Обидві речовини є кислотними оксидами, тобто реагують з основами:



З основними оксидами:



При розчиненні SO_3 у сульфатній кислоті утворюється олеум:

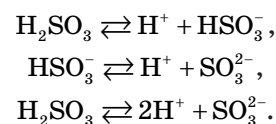


Олеум — це важливий продукт хімічної промисловості. Його використовують у виробництві лакофарбових та гумотехнічних виробів, для очищення нафти.

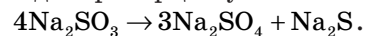
Сульфитна кислота

Сульфитна кислота є дуже нестійкою й існує тільки у водному розчині. При виділенні з розчину вона розкладається на сульфитний ангідрид та воду.

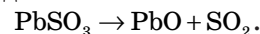
Сульфитна кислота досить слабка ($K_{a1} = 2 \cdot 10^{-2}$, $K_{a2} = 6 \cdot 10^{-8}$). Дисоціація кислоти відбувається за такою схемою:



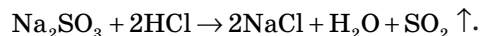
Сульфитна кислота утворює два ряди солей: середні (сульфіти) та кислі (гідрогенсульфіти). При нагріванні сульфіти лужних і лужноземельних металів диспропорціонують:



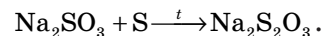
Сульфіти менш активних металів розкладаються на оксиди:



Більш сильні кислоти легко витісняють її із солей і розкладають на сульфур діоксид та воду:



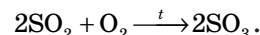
Сульфіти лужних металів при сплавленні із сіркою утворюють нову сполуку — тіосульфат:



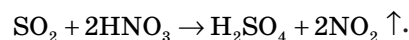
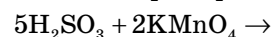
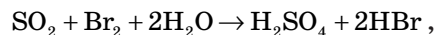
Різниця між сульфатом і тіосульфатом полягає в тому, що один з атомів Оксигену сульфатіона замінений атомом Сульфуру. Виходить, що в йоні тіосульфату один атом Сульфуру перебуває в ступені окиснення $+6$, а інший у ступені окиснення -2 .

Реакції зі зміною ступеня окиснення

При нагріванні суміші сульфур(IV) оксиду та кисню над каталізатором ванадій(V) оксидом V_2O_5 можна добути сульфур(VI) оксид:



Сульфитна кислота й сульфур діоксид легко окиснюються сильними окисниками:

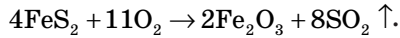


Останню реакцію використовують у промисловості при нітрозному методі добування сульфатної кислоти.

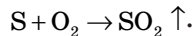
Добування й застосування сульфур оксидів

Добування сульфур(IV) оксиду

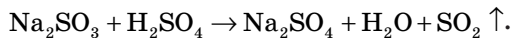
У промисловості сульфідний ангідрид добувають як побічний продукт при виплавці заліза, спалюванням на повітрі піриту (FeS_2):



Найпростіше сульфур діоксид можна добути з елементів при спалюванні простої речовини сірки на повітрі:



При дії сильних кислот на сульфідні метали:

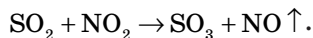


При взаємодії концентрованої сульфатної кислоти з неактивними металами:

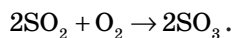


Добування сульфур(VI) оксиду

Сульфур(VI) оксид, необхідний для добування сульфатної кислоти, у XIX столітті в основному добували нітрозним методом, який ґрунтувався на реакції:



Сьогодні найпоширенішим методом окиснення сульфідного ангідриду в сульфатний є контактний метод, який полягає в окисненні повітрям з каталізатором ванадій(V) оксидом V_2O_5 .



Застосування сульфур(IV) оксиду та сульфідів

Велику частину добутого сульфур(IV) оксиду використовують для виробництва сульфатної кислоти. Сульфідний ангідрид є добрим відновником, за рахунок чого він здатний відновлювати деякі природні й штучні барвники. Цю властивість сульфідного ангідриду застосовують у текстильній промисловості для вибілювання різних матеріалів, наприклад шовку, вовни та соломи. Сульфур(IV) оксид знешкоджує різні бактерії й мікроорганізми, тому його також використовують для дезінфекції сирих приміщень.

Кальцій гідрогенсульфіт застосовують при так званому сульфідному варінні целюлози, задля того, аби надати їй певних якостей. У такий спосіб обробляють деревину та папір.

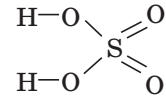
Натрій сульфід використовують як проявник у фотографії.

Застосування сульфур(VI) оксиду

Цю сполуку використовують для виробництва сульфатної кислоти та олеуму.

Сульфатна кислота

Структурна формула сульфатної кислоти має такий вигляд:



Фізичні властивості сульфатної кислоти

Сульфатна кислота — це безбарвна, важка, масляниста рідина, яка замерзає при температурі $+10^\circ\text{C}$, а кипить при температурі $+296^\circ\text{C}$ (кипить 98,3% -й розчин, а надлишок сульфатної кислоти розкладається на сульфатний ангідрид та воду). Густина сульфатної кислоти при $+20^\circ\text{C}$ дорівнює $1,84 \text{ г/см}^3$. 100% -а сульфатна кислота майже не проводить електричний струм. 95% -й розчин сульфатної кислоти кристалізується при більш низькій температурі: -20°C .

Ця сполука дуже гігроскопічна, тобто здатна поглинати вологу з навколишнього середовища. При цьому виділяється велика кількість теплової енергії. Якщо долити воду до сульфатної кислоти, може виділитися стільки енергії, що кислота закипить і почне розбризкуватися навсід, тому для того, щоб розвести концентровану сульфатну кислоту, слід кислоту додавати невеликими порціями до води.

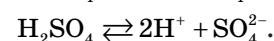
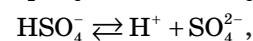
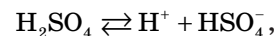
Сульфатна кислота здатна розчиняти близько 65% сульфатного ангідриду SO_3 . При цьому утворюється олеум.

Хімічні властивості сульфатної кислоти

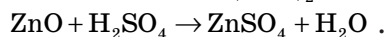
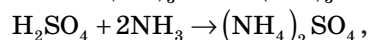
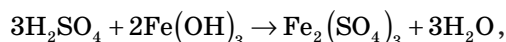
Сульфатна кислота є дуже сильним окисником. У розведених розчинах окиснення проходить за рахунок йона Гідрогену, а в концентрованих розчинах — за рахунок атома Сульфуру(VI).

Кислотні властивості сульфатної кислоти

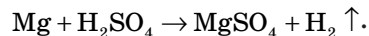
Сульфатна кислота — це одна з найсильніших кислот. У розведених розчинах вона являє собою двоосновну кислоту, яка піддається дисоціації за такою схемою:



Сульфатна кислота, так само, як і сульфідна, утворює два ряди солей. До них належать сульфати (наприклад, BaSO_4 — барій сульфат) та гідрогенсульфати (NaHSO_4 — натрій гідрогенсульфат). Сульфатна кислота енергійно реагує з різними основами й основними оксидами, при цьому утворюються сульфати:



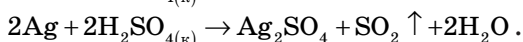
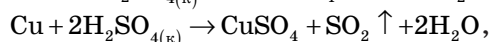
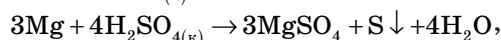
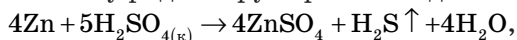
Реагує вона й з металами, які перебувають у ряді стандартних електродних потенціалів до водню:



А от із залізом концентрована сульфатна кислота ($\geq 75\%$) не реагує, тому її зазвичай перевозять у сталевих бочках та цистернах. Сульфатна кислота не реагує також і зі свинцем, оскільки поверхня металу покривається міцною плівкою нерозчинного плумбум(II) сульфату PbSO_4 , і на цьому процес зупиняється.

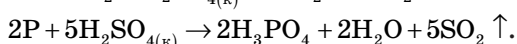
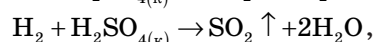
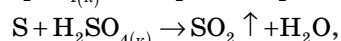
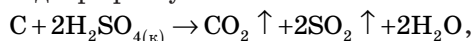
Окисні властивості сульфатної кислоти

У концентрованих розчинах при нагріванні сульфатна кислота реагує з багатьма металами, навіть із деякими з тих, які перебувають в електротрохімічному ряді напруг правіше водню:

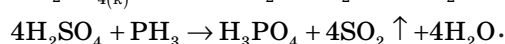
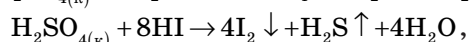
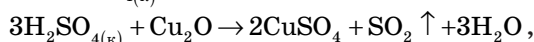
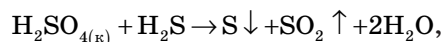


Продукти відновлення сульфатної кислоти, записані в цих реакціях, не є єдиними. Загалом, у всіх цих реакціях утворюється суміш H_2S , S , SO_2 , склад якої залежить від багатьох умов (концентрації кислоти, температури суміші, площі поверхні металу тощо), але записаний продукт у них є переважним.

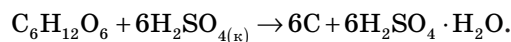
При нагріванні концентрована сульфатна кислота добре реагує з багатьма неметалами:



Сульфатна кислота окиснює багато складних сполук:



Від більшості органічних сполук вона відщеплює молекули води, що призводить до обуглювання сполуки. Наприклад, якщо на папір помістити краплю сульфатної кислоти, то через кілька секунд на місці цієї краплі утвориться чорна пляма, яка складається з вуглецю:



Значення сульфатної кислоти в народному господарстві

Сульфатна кислота — це найважливіший продукт хімічної промисловості. Світове виробництво сульфатної кислоти за рік складає сотні мільйонів тонн.

Сульфатну кислоту використовують для виробництва різних летких кислот, наприклад хлоридної, етанової, ортофосфатної, нітратної та інших, а також для виробництва азотних і фосфорних добрив (суперфосфату, амоній ортофосфату тощо). Сульфатна кислота необхідна у виробництві пластмас, паперу, будівельних матеріалів, тканин, лакофарбових виробів та мийних засобів. Її застосовують для очищення нафти, нафтопродуктів і продуктів коксохімічного виробництва (бензену й толуену) від шкідливих домішок. Для виробництва ефірів, ангідридів органічних кислот і різних сульфопохідних також необхідна сульфатна кислота. У металургійній промисловості її застосовують для очищення поверхні металів перед нанесенням покриття. Розчин сульфатної кислоти використовують як електроліт у кислотних акумуляторах.

Сульфатна кислота незамінна в народному господарстві.

Виробництво сульфатної кислоти

Сульфатну кислоту добувають двома різними методами: контактним і нітрозним. Незалежно від методу добування, завжди присутні три основні етапи:

- добування SO_2 ;
- окиснення SO_2 в SO_3 ;
- добування сульфатної кислоти.

Сульфітний ангідрид SO_2 зазвичай добувають випалом піриту (FeS_2) як побічний продукт при випалці заліза. Замість піриту використовують також деякі інші сульфіди (CdS , ZnS) або сірководень, виділений із природного газу та нафти чи отриманий при коксуванні вугілля. Іноді використовують просту речовину сірку.

Контактний метод добування сульфатної кислоти

Перед випалом пірит подрібнюють для прискорення горіння. Для збільшення виходу сульфітного ангідриду в піч для випалу піриту додатково подають надлишок кисню. Проходить така реакція:

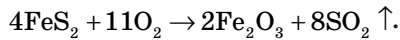


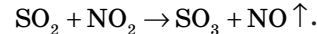
Схема промислової установки для виробництва сульфатної кислоти за контактним методом зображена на малюнку.

Процес роботи цієї установки полягає ось у чому. У печі (2) відбувається спалювання піриту. Кисень для горіння подають через трубу (1). Оскільки в природному мінералі піриту міститься близько 20% домішок, то після випалу, звісно ж, у газах також будуть домішки. Однією з таких домішок є арсен(III) оксид. Ця сама по собі небезпечна для навколишнього середовища речовина є каталітичною отрутою, тобто вона порушує роботу каталізатора. Для вилучення цієї шкідливої домішки газу суміш пропускають через спеціальні електричні фільтри (3) та промивну башту з водою (4). Після промивання водою суміш стає вологою, і, задля вилучення домішок води, суміш пропускають через колонку з концентрованою сульфатною кислотою (5), яка ефективно поглинає вологу. Далі газу суміш нагрівають у теплообміннику (6) до температури 450° , і суміш потрапляє в контактний апарат (7), у якому перебуває каталізатор V_2O_5 (у ролі каталізатора іноді використовують також ванадил сульфат VOSO_4 , платину або срібло). Після цього утворений сульфур триоксид розчиняють у концентрованій сульфатній кислоті (8), внаслідок чого утворюється олеум, яким заповнюють цистерни за допомогою виводу готового продукту (9).

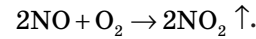
Нітрозний метод добування сульфатної кислоти

Близько 20% сульфатної кислоти, яку виробляють у світі, добувають нітрозним, або ба-

штовим, методом. У цьому методі окиснення SO_2 в SO_3 здійснюється нітроген діоксидом NO_2 :



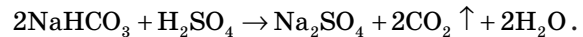
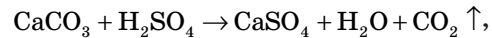
Нітроген діоксид у цьому методі регенерується за допомогою кисню повітря й знову вступає в реакцію окиснення сульфур(IV) оксиду:



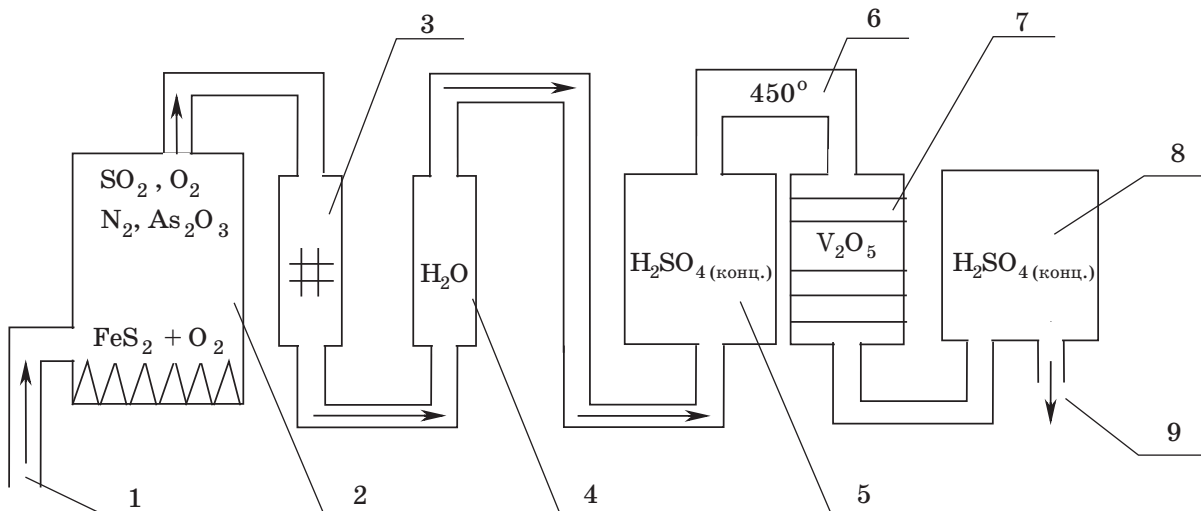
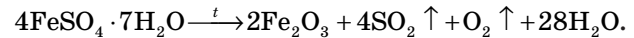
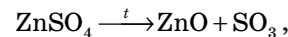
Сульфати

Солі сульфатної кислоти, сульфати, зазвичай являють собою кристалічні речовини, добре розчинні у воді (окрім PbSO_4 та BaSO_4). Безводні сульфати безбарвні, але деякі їхні сполуки з водою (кристалогідрати) мають колір: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — інтенсивно зелений, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — блідо-зелений, а $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — синій. Кристалогідрати сульфатів металів називають купоросами.

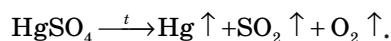
Зазвичай сульфати добувають шляхом дії на карбонати або гідрогенкарбонати металів сульфатною кислотою:



При прожарюванні сульфатів лужних і лужноземельних металів до високих температур розкладу сполуки не відбувається аж до плавлення (близько 2000°C). При нагріванні сульфатів менш активних металів відбувається розклад на оксиди:



Сульфати металів, що перебувають в електрохімічному ряді потенціалів правіше водню, розкладаються на метал, сульфур оксид та кисень:



Кристалогідрати подвійних сульфатів, які містять одновалентний і тривалентний катіон, мають назву галуни. Наприклад: $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ — алюмокалієві галуни, $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ — хромокалієві галуни, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ — залізоамонійні галуни. Галуни використовують як дубильний засіб у шкіряному виробництві, при виготовленні паперу, у фотографії, у медицині.

Застосування сульфатів у промисловості

Назва сполуки	Формула сполуки	Сфера застосування
Калій сульфат	K_2SO_4	Добриво, виробництво галунів
Натрій сульфат	Na_2SO_4	У целюлозно-паперовій, миловарній промисловості та при виробництві скла
Амоній сульфат	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Добриво

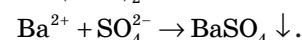
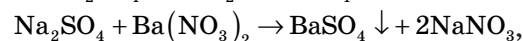
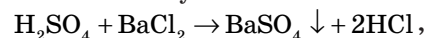
Закінчення таблиці

Назва сполуки	Формула сполуки	Сфера застосування
Мідний купорос	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	У сільському господарстві, у фотографії, для травлення металів
Барій сульфат	BaSO_4	У медицині
Сульфати Кальцію — гіпс та алебастр	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ та $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	У будівництві

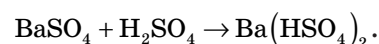
Сульфати використовують майже в усіх галузях промисловості.

Якісна реакція на сульфат-іон

В аналітичній хімії використовують реакцію взаємодії хлориду або нітрату Барію із утворенням барій сульфату. При цьому утворюється білий дрібнокристалічний осад, який не розчиняється в кислотах та лугах:



Отриманий осад розчиняється тільки в концентрованій сульфатній кислоті:



КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте, у якій спосіб можна зібрати кисень у посудину:
 - А направляючи кисень у пробірку, що повернута отвором донизу;
 - Б методом витискування води з посудини;
 - В у відкритій широкій посудині на повітрі;
 - Г у щільно закоркованій пробірці.
- Позначте фізичну властивість, притаманну кисню:
 - А добре розчиняється у воді;
 - Б температура плавлення близько 120°C ;

- В у рідкому стані має блакитний колір;
- Г не змішується з іншими газами.

- Позначте назву алотропної модифікації, утвореної Оксигеном, що є найбільш хімічно активною:
 - А кисень;
 - Б озон;
 - В червоний кисень;
 - Г твердий кисень.
- Позначте формулу речовини, у якій Оксиген виявляє ступінь окиснення -2 :
 - А K_2O_2 ;
 - Б O_2 ;
 - В O_2F_2 ;
 - Г NO_2 .

5. Укажіть ступінь окиснення Сульфуру в сполуці, що утворюється при згорянні сірководню в надлишку кисню:

А +4;
Б +6;
В 0;
Г -2.

А
Б
В
Г

6. Позначте схему перетворення, у якій Сульфур виявляє властивості відновника:

А $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$;
Б $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2$;
В $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{S}$;
Г $\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$.

А
Б
В
Г

7. Позначте пару речовин, при взаємодії яких одна з одною утворюється сульфур(IV) оксид:

А SO_2 та H_2O ;
Б Na_2SO_3 та HCl ;
В PbS та H_2O_2 ;
Г Mg та H_2SO_4 (розбавлена).

А
Б
В
Г

8. Укажіть продукти взаємодії концентрованої сульфатної кислоти з міддю:

А купрум(II) сульфат та вода;
Б купрум(II) сульфат та водень;
В купрум(II) гідрогенсульфат;
Г купрум(II) сульфат, вода та сульфур(IV) оксид.

А
Б
В
Г

9. Укажіть продукти реакції взаємодії розведеної сульфатної кислоти з натрій карбонатом:

А натрій гідрогенсульфат;
Б натрій сульфат, вуглекислий газ та вода;
В карбонатна кислота та натрій гідрогенкарбонат;
Г калій карбонат та натрій сульфат.

А
Б
В
Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між назвою речовини та її хімічною формулою.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Назва речовини

- 1 Натрій сульфід;
2 натрій сульфід;
3 натрій сульфат;
4 натрій тіосульфат.

Хімічна формула

- А Na_2SO_4 ;
Б $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;
В $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$;
Г Na_2S ;
Д Na_2SO_3 .

11. Установіть відповідність між назвою речовини та її хімічною формулою.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Назва речовини

- 1 Сульфатна кислота;
2 сульфур(IV) оксид;
3 піросульфатна кислота;
4 сульфур(VI) оксид.

Хімічна формула

- А SO_2 ;
Б SO_3 ;
В H_2SO_4 ;
Г H_2SO_3 ;
Д $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть формули оксидів у порядку збільшення валентності металічного елемента:

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- А Ag_2O ;
Б BaO ;
В CrO_3 ;
Г Cr_2O_3 .

13. Установіть послідовність добування речовин у виробництві сульфатної кислоти:

А FeS_2 ;
 Б SO_2 ;
 В SO_3 ;
 Г H_2SO_4 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масу (в грамах) сульфатної кислоти, що можна добути із сульфур(IV) оксиду об'ємом 56 л.

15. Обчисліть вихід продукту реакції від теоретично можливого (у відсотках), якщо з гідроген пероксиду масою 6,8 г було добуто кисень об'ємом 1,68 л.

ТЕМА 17. НІТРОГЕН І ФОСФОР ТА ЇХ СПОЛУКИ

(День 47–49)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Виберіть речовину, що використовують для лабораторного добування азоту:
- А повітря;
Б купрум(II) нітрат;
В амоній нітрит;
Г калій нітрат.
- А
Б
В
Г

2. Укажіть речовину, що можна використовувати для виявлення йонів амонію в розчині:
- А барій хлорид;
Б аргентум нітрат;
В ферум(II) гідроксид;
Г натрій гідроксид.
- А
Б
В
Г

3. Виберіть пару речовин, що використовують для лабораторного добування амоніаку:
- А амоній хлорид та кальцій;
Б амоній хлорид та кальцій гідроксид;
В амоній хлорид та хлоридна кислота;
Г амоній хлорид та силіцій оксид.
- А
Б
В
Г

4. Виберіть властивості, характерні для Фосфору:
- А окисні;
Б відновні;
В окисні і відновні;
Г кислотні.
- А
Б
В
Г

5. Позначте тип кристалічних ґраток білого фосфору:
- А атомні;
Б молекулярні;
В йонні;
Г металічні.
- А
Б
В
Г

6. Укажіть металічний елемент, який міститься у складі нерозчинного у воді ортофосфату:
- А Натрій;
Б Сульфур;
В Нітроген;
Г Кальцій.
- А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте фізичні властивості азоту:
- 1 має жовте забарвлення;
2 не існує в рідкому стані;
3 за звичайних умов газ;
4 температура кипіння менша за $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$;
5 не має запаху;
6 майже не розчиняється у воді.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 4;
Б 2, 4, 5;
В 3, 5, 6;
Г 1, 3, 6.

8. Виберіть всі речовини, які використовують для добування фосфору в промисловості:
- 1 амоній ортофосфат;
2 вугілля;
3 кальцій ортофосфат;
4 ортофосфатна кислота;
5 силіцій оксид;
6 фосфін.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 3;
Б 1, 4, 6;
В 2, 4, 6;
Г 2, 3, 5.

Установіть логічну відповідність між поняттями в першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між назвою речовини та її хімічною формулою:

Назва речовини

- 1 Калій нітрид;
2 калій нітрит;
3 калій нітрат;
4 кальцій нітрат.

Хімічна формула

- А KNO_2 ;
Б $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$;
В K_3N ;
Г $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$;
Д KNO_3 .

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

10. Установіть відповідність між назвою речовини та її хімічною формулою:

Назва речовини

- 1 Калій фосфід;
2 калій ортофосфат;
3 калій гідрогенортофосфат;
4 калій дигідрогенортофосфат.

Хімічна формула

- А K_2HPO_4 ;
Б K_3P ;
В KH_2PO_4 ;
Г $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$;
Д K_3PO_4 .

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність добування речовин у виробництві нітратної кислоти:

- А NH_3 ;
Б N_2 ;
В NO_2 ;
Г NO .

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть масу осаду (в грамах), що утворюється при змішуванні розчину аргентуму нітрату об'ємом 400 г з масовою часткою солі 17 % та розчину натрій ортофосфату об'ємом 200 г з масовою часткою солі 8,2 %.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Характеристика хімічних елементів

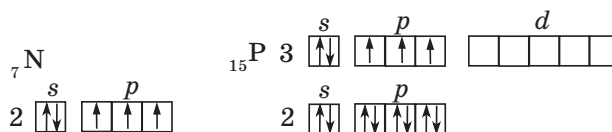
Властивості хімічних елементів

Характеристика	Нітроген	Фосфор
Хімічний символ	N	P
Радіус атома, нм	0,070	0,110
Відносна електронегативність	3,07	2,10
Електронна конфігурація валентного рівня	$2s^2 2p^3$	$3s^2 3p^3$
Можливі валентності	II, III, IV	III, V
Можливі ступені окиснення	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5	-3, -2, 0, +1, +3, +4, +5

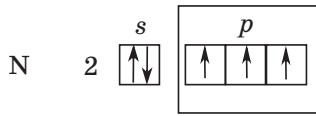
Закінчення таблиці

Характеристика	Нітроген	Фосфор
Ізотопний склад	^{14}N — 99,635 % ^{15}N — 0,355 %	^{31}P — 100 %
Вміст у земній корі, мол. %	0,025 %	0,05 %

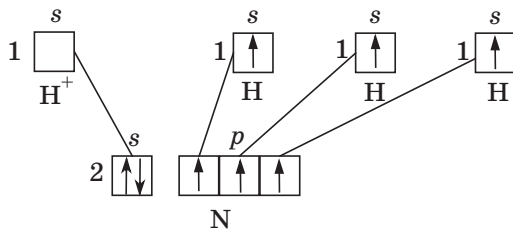
Елементи V групи головної підгрупи (Нітроген N, Фосфор P, Арсен As, Стийбій Sb та Вісмут Ві) називають також *пніктогенами*.



Нітроген виявляє валентність, яка дорівнює III, за рахунок утворення зв'язків із трьома неспареними електронами *p*-підрівня:

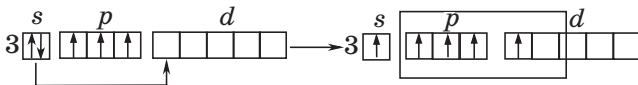


Валентність IV виявляється за рахунок утворення зв'язку за участю електронної пари атома Нітрогену та вільної орбітали іншого атома. При цьому утворюється звичайний ковалентний зв'язок. Такий механізм називають донорно-акцепторним механізмом утворення ковалентного зв'язку. Розгляньмо утворення такого зв'язку на прикладі утворення йона амонію NH_4^+ :



Отже, Нітроген може утворювати 3 ковалентні зв'язки за обмінним механізмом та 1 зв'язок за донорно-акцепторним механізмом. Загальна кількість можливих зв'язків дорівнює 4, але максимальний ступінь окиснення Нітрогену дорівнює +5.

П'ятивалентний стан Фосфору реалізується в такий спосіб:



Прості речовини

Фізичні властивості простих речовин

Характеристика	Нітроген	Фосфор білий	Фосфор червоний
Формула сполуки	N_2	P_4	P_∞
Зовнішній вигляд за звичайних умов	Газ	Воскоподібна тверда речовина	Порошкоподібна тверда речовина
Колір	Безбарвний	Білий	Залежно від умов одержання змінюється від темно-коричневого до червонофіолетового
Температура плавлення	-209°C	$+44^\circ\text{C}$	$+585 \div 600^\circ\text{C}$ (при підвищеному тиску); $+429^\circ\text{C}$ — сублімація
Температура кипіння	-196°C	$+275^\circ\text{C}$	$+800 \div 850^\circ\text{C}$
Густина за н. у.	1,2506 г/л	1,8 г/см ³	$2 \div 2,4$ г/см ³
Розчинність у воді	2 об'єми азоту в 100 об'ємах води	Не розчиняється	Не розчиняється

Нітроген може виявляти будь-який ступінь окиснення від -3 до $+5$.

Фосфор набагато легше утворює сполуки з позитивним ступенем окиснення, аніж з негативним.

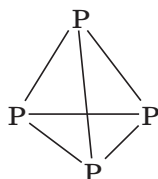
Поширеність хімічних елементів Нітрогену й Фосфору

Нітроген — це досить поширений елемент у природі. На його частку припадає близько 0,02% маси Землі. Атоми Нітрогену утворюють просту речовину N_2 , яка у великій кількості міститься в атмосфері нашої планети: 75,6% за масою, або 78,1% за об'ємом. Нітроген міститься у складі деяких мінералів, наприклад таких як індійська селітра KNO_3 та чилійська селітра NaNO_3 . Поклади натрієвої солі тягнуться на три тисячі кілометрів уздовж узбережжя Чилі, звідси походить і назва цього мінералу. Нітроген — це життєво важливий елемент. Він міститься у складі білків, нуклеїнових кислот, АТФ та багатьох інших важливих сполук. Організм людини приблизно на 2% складається з Нітрогену. Нітроген у великих кількостях виявлений на чотирьох планетах Сонячної системи.

Фосфор є більш поширеним елементом на Землі, аніж азот. Вміст Фосфору в нашій планеті дорівнює 0,088% за масою. Фосфор утворює деякі важливі мінерали, такі як фторапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ і гідроксиапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. Ці самі речовини містяться у складі кісткової тканини. Значна кількість сполук Фосфору міститься в головному мозку. Фосфор необхідний для існування людини. За добу в організм дорослої людини з їжею надходить близько 1,6 г Фосфору.

Фосфор утворює кілька алотропних модифікацій. У таблиці наведені властивості білого та червоного фосфору, але існує ще й чорний фосфор, який добувають при високому тиску й температурі близько $+200\text{ }^\circ\text{C}$ із червоного; він неактивний, проявляє напівпровідникові властивості.

Молекула білого фосфору P_4 являє собою правильний тетрадр (трикутну піраміду), у вершинах якої перебувають атоми Фосфору.

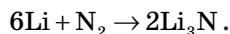


Червоний і чорний фосфор являють собою по-різному впорядковані шаруваті структури.

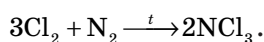
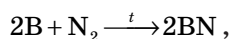
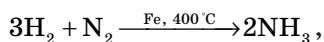
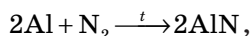
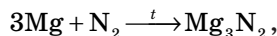
Хімічні властивості простих речовин

Хімічні властивості азоту

Азот являє собою дуже стійку інертну сполуку. Атоми Нітрогену зв'язані в молекулу потрійним зв'язком: одним σ -зв'язком і двома π -зв'язками. Для руйнування такої молекули на атоми необхідно затратити величезну кількість енергії. Наприклад, при $3000\text{ }^\circ\text{C}$ дисоціація молекули на атоми відбувається не більш ніж на $0,5\%$. За рахунок високої стійкості молекули проста речовина поводить досить пасивно. За звичайних умов азот вступає в реакцію тільки з металічним літієм:



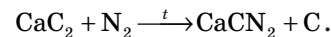
При нагріванні азот взаємодіє з деякими металами та неметалами, при цьому утворюються нітриди, сполуки, у яких Нітроген виявляє ступінь окиснення -3 :



В електричному розряді азот реагує з киснем, при цьому утворюються оксиди Нітрогену II та IV. За рахунок цього під час грози повітря, а згодом і ґрунт, збагачується складними сполуками Нітрогену:

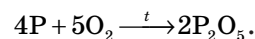


Реакції зі складними сполуками для азоту не характерні, однак у XIX столітті при виробництві амоніаку скористалися такою реакцією з кальцій карбідом при нагріванні:



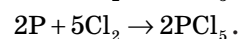
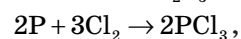
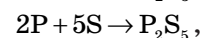
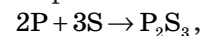
Хімічні властивості фосфору

Хімічні властивості всіх алотропних модифікацій фосфору однакові, за винятком того, що білий фосфор активніший, ніж червоний, а червоний активніший, ніж чорний. Тому речовину фосфор при складанні хімічних реакцій будемо записувати просто як P. Червоний і чорний фосфор реагують із киснем повітря при підвищеній температурі, а білий — навіть при кімнатній температурі:

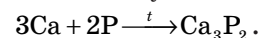


Білий фосфор при повільному окисненні киснем повітря випромінює світло. Це відбувається внаслідок того, що в процесі окиснення енергія, яка виділяється, витрачається на випромінювання світла. Це явище називають хемілюмінесценцією.

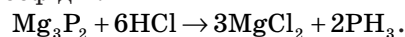
Фосфор реагує з деякими неметалами-окисниками, при цьому можуть утворюватися похідні Фосфору з різним ступенем окиснення. Це залежить від кількості речовини-окисника. При надлишку окисника утворюються сполуки Фосфору(V), а при нестачі — Фосфору(III):



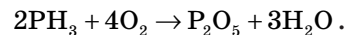
Фосфор вступає у взаємодію з багатьма активними металами. При цьому утворюються фосфіди металів. Фосфіди — це сполуки, у яких атом Фосфору виявляє ступінь окиснення -3 :



З воднем пряма реакція не відбувається, тому фосфін (PH_3) добувають непрямими методами з фосфідів:

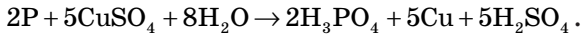


Фосфін — це дуже нестійка сполука, на повітрі вона самозаймається:



Фосфін утворюється при гнитті на болотах та цвинтарях, саме тому багато людей вважають процес самозаймання фосфіну виходом душі людини з тіла.

Оскільки білий фосфор може самозайматися на повітрі, його залишки необхідно утилізувати, задля того аби уникнути пожежі. Відходи фосфору знищують за допомогою розчину купрум(II) сульфату:

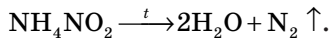


У результаті цієї реакції шматочки білого фосфору покриваються плівкою металічної міді, й окиснення фосфору стає неможливим.

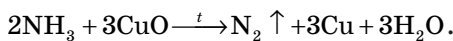
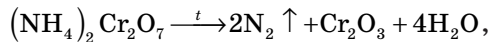
Методи добування простих речовин

У промислових масштабах азот добувають фракційною перегонкою рідкого повітря. Оскільки температура кипіння азоту є найнижчою серед газів, які входять до складу повітря, то він випаровується в першу чергу.

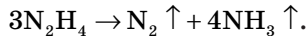
Існує багато різних лабораторних методів добування азоту. Найчастіше користаються методом термічного розкладу амоній нітриту, у результаті якого утворюється вода й азот:



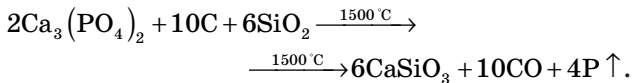
Рідше використовують метод розкладу амоній дихромату та окиснення амоніаку:



Однак за цими методами можна добути тільки «мокрый» азот, тобто з водяною парою. У деяких випадках домішки води є небажаними, тоді азот добувають розкладанням гідразину (N_2H_4):



Фосфор у великих кількостях добувають з апатиту, внаслідок сплавки його з піском та деревним вугіллям при температурі близько $+1500^\circ C$. При цьому утворюються пари фосфору, які згодом кристалізуються на холодній поверхні у вигляді білого фосфору:



Застосування простих речовин

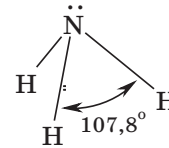
Більшу частину добутого в промисловості азоту використовують для виробництва амоніаку. Багато азоту йде для виробництва азотних добрив, які добувають із повітря при електричному розряді. За рахунок своєї інертності азот часто застосовують для створення інертної атмосфери в різних промислових процесах, для заповнення ламп розжарювання, для заповнення

вільного місця в термометрах та барометрах. У металургії азот використовують при загартовуванні сталі, тому що на поверхні розпеченого металевого лиття утворюється тугоплавкий і стійкий ферум нітрид.

Фосфор використовують у піротехнічній промисловості, а також при виготовленні сірників (у намазці на коробці міститься близько 31% червоного фосфору). Велику кількість фосфору використовують для добування дуже важливої хімічної сполуки — ортофосфатної кислоти H_3PO_4 . Виготовлення різних добрив (суперфосфату, амофосу тощо) також відбувається з використанням фосфору. Упродовж останніх 50 років інтенсивно розвивається фосфорорганічна хімія. Серед органічних сполук, які містять атоми Фосфору, перебувають найважливіші інсектициди, бойові отруйні речовини (зарин, зоман тощо), деякі ліки, стимулятори росту рослин та інші сполуки, для яких характерні важливі хімічні та біологічні ознаки.

Амоніак

Молекула амоніаку (NH_3) являє собою трикутну піраміду, в одній вершині якої перебуває атом Нітрогену, а в інших — атоми Гідрогену. Кут між зв'язками NH дорівнює $107,8^\circ$.

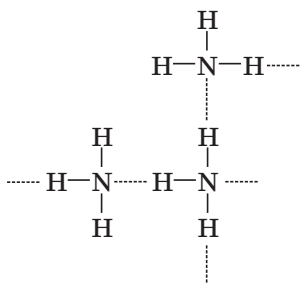


Атом Нітрогену в даній сполуці виявляє ступінь окиснення -3 .

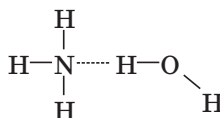
Атоми зв'язані в молекулу ковалентними полярними зв'язками. Атом Нітрогену в даному разі є акцептором електронів, а атоми Гідрогену — донорами. За рахунок цього на атомах Гідрогену концентрується позитивний заряд, а на атомі Нітрогену — негативний.

Фізичні властивості амоніаку

Амоніак являє собою безбарвний газ, із дуже різким характерним запахом. Саме амоніак надає запаху медичному препаратові, який називають «нашатирний спирт». Температури його фазових переходів дорівнюють: $T_{пл.} = -78^\circ C$ і $T_{кип.} = -33^\circ C$. У рідкому стані між молекулами амоніаку утворюються стійкі водневі зв'язки, чим пояснюють високі температури кипіння та плавлення:



Амоніак дуже добре розчиняється у воді: при $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1 літрі води розчиняється 700 літрів амоніаку, а при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 1180 літрів. Така добра розчинність у воді пояснюється утворенням водневих зв'язків між молекулами амоніаку та води:



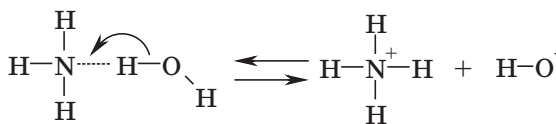
Рідкий амоніак є гарним полярним розчинником. У ньому розчиняються багато йонних сполук, наприклад такі як NH_4I (369 г солі на 100 г амоніаку), NH_4Cl (103), AgCl (207).

Окрім води, амоніак розчиняється в спирті, хлороформі, ацетоні та деяких інших розчинниках.

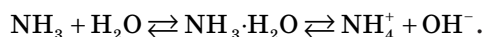
Хімічні властивості амоніаку

Реакції приєднання

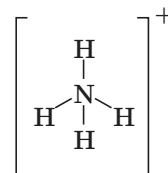
Процес утворення водневого зв'язку між атомом Гідрогену молекули води та атомом Нітрогену амоніаку зазвичай на цій стадії не зупиняється, а проходить з утворенням йонів амонію та гідроксид-іонів. Зсув електронної густини зазначений на схемі стрілочкою:



Або в молекулярному вигляді:

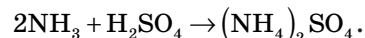
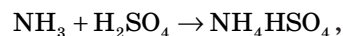
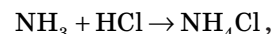


Четвертий зв'язок між Нітрогеном та Гідрогеном в йоні амонію утворюється за донорно-акцепторним механізмом. Йон амонію має форму правильної трикутної піраміди (тетраедра), у вершинах якої перебувають атоми Гідрогену, а в її центрі — атом Нітрогену. При цьому заряд не зосереджений на якому-небудь атомі в молекулі, а рівномірно розподілений між усіма п'ятьма атомами:



Із наведених вище рівнянь реакцій видно, що розчин амоніаку у воді є основою, тобто генерує гідроксид-іони. Однак записувати цю основу як гідроксид амонію NH_4OH не слід, оскільки така сполука не виявлена ані в розчині, ані в кристалічному стані. Її слід записувати як $\text{NH}_3 \times \text{H}_2\text{O}$, тому що такі частинки виявлені у водних розчинах.

Основні властивості амоніаку виявляються в реакціях з кислотами. При цьому утворюються солі амонію:



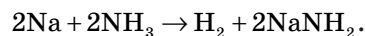
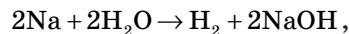
Йон амонію в розчині поводить себе так, як йон лужного металу Калію, що можна пояснити подібними розмірами цих йонів.

Солі амонію в сильному лужному середовищі розпадаються, тому що більш сильні основи витісняють із розчину більш слабкі основи:



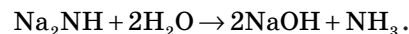
Реакції з металами

Рідкий амоніак за деякими хімічними властивостями схожий на воду. Наприклад, при реакції активного металу з водою виділяється водень і утворюється гідроксид. З іншого боку, при взаємодії того ж активного металу з рідким амоніаком так само виділяється водень й утворюється амід металу:



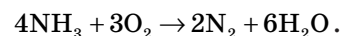
Граничним випадком такого заміщення є нітриди Na_3N .

При гідролізі всіх сполук такого типу утворюється луг та амоніак:

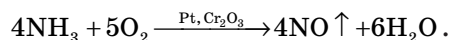


Реакції зі зміною ступеня окиснення

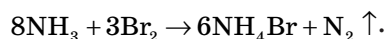
Атом Нітрогену в молекулі амоніаку здатний тільки окиснюватися й при цьому виступати в ролі відновника. При високій температурі амоніак згорає в кисні повітря, унаслідок чого утворюється молекулярний азот і вода:



У присутності каталізатора (Pt, Cr₂O₃) окиснення Нітрогену продовжується, при цьому утворюється нітроген(II) оксид:

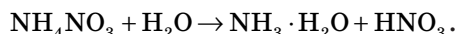


У водних розчинах відновлює бром:



Соли амонію

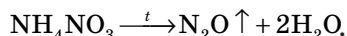
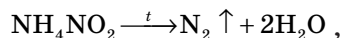
За рахунок гідролізу розчини солей амонію виявляють слабокислу реакцію:



При дії розчинів лугів на солі амонію виділяється амоніак:



Соли амонію при нагріванні розкладаються за різними механізмами:



Соли амонію використовують у багатьох галузях народного господарства. Це показано в таблиці.

Назва сполуки	Формула сполуки	Сфера застосування
Амоній нітрат або аміачна селітра	NH_4NO_3	Добре нітратне добриво в сільському господарстві, а також при виготовленні різних піротехнічних виробів, наприклад бездимного порошу
Амоній сульфат	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Добриво
Карбонат та гідрогенкарбонат амонію	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ та NH_4HCO_3	У медицині, у текстильній та харчовій промисловості
Амоній хлорид	NH_4Cl	При виробництві деяких видів гальванічних елементів, при паянні, у текстильній промисловості, у медицині, а також як добриво

Застосування амоніаку

Амоніак переважно використовують як реагент для виробництва більш складних хімічних сполук, таких як нітратна кислота, сода, різні солі амонію. Багато амоніаку використовують для виробництва різних органічних сполук, що містять атоми Нітрогену. Сьогодні амоніак широко використовують у холодильних установках. Іноді амоніак використовують як рідке добриво.

Якісна реакція на йон амонію

Оскільки майже всі солі амонію добре розчиняються у воді, то для виявлення амоніаку вивчають запах досліджуваного розчину, в який попередньо додають луг. У разі присутності в розчині йонів амонію, при підлогуванні виділяється амоніак, запах якого легко виявити:



Добування амоніаку

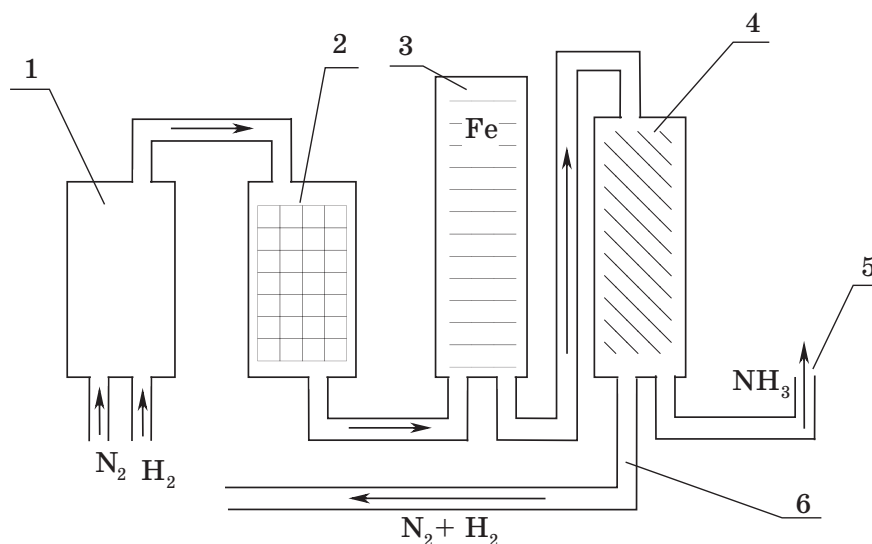
У промисловості амоніак добувають із простих речовин у присутності каталізатора губчастого заліза, платини або вольфрам(V) оксиду W₂O₅ з додаванням деяких сполук, таких як оксиди Калію K₂O, Феруму(III) Fe₂O₃, Кальцію CaO та Силіцію SiO₂. Для цього каталізатора отрутами є сполуки Сульфуру та оксиди Карбону, тому сировину заздалегідь очищають від таких домішок. Реакція синтезу амоніаку є екзотермічною, тобто в ході реакції виділяється теплота:



Об'єм суміші в результаті реакції зменшується (реагентів — 4 об'єми, а продуктів — тільки 2). Тоді, за принципом Ле Шательє, для кращого виходу продукту необхідно дотримуватися низької температури та високого тиску. З огляду на це, зазвичай синтез амоніаку проводять при температурі близько +500 °C та тискові 25—35 МПа. Температуру підвищують для того, щоб прискорити реакцію, оскільки при більш низькій температурі рівноважний стан формується впродовж досить тривалого часу.

Схема установки для добування амоніаку

Підігріта до потрібної температури суміш азоту й водню стискається до необхідного тиску за допомогою компресора (1). Потім суміш проходить очищення у вугільному фільтрі й масловіддільнику (2) для вилучення слідів вакуумного масла та пилу. Очищена суміш подається в реактор (3), заповнений каталізатором. У результаті такої реакції утворюється близько 30% амоніаку. Далі суміш амоніаку та непрореагованих азоту й водню надходить у холодильник (4). Оскільки амоніак має досить високу температуру конденсації ($-33\text{ }^{\circ}\text{C}$), порівняно з реагентами, у холодильнику він конденсується й тим самим відокремлюється від реагентів. З виходу (5) надходить рідкий амоніак, а по трубі (6) у систему повертаються реагенти.



Такий циклічний метод використання реагентів забезпечує 95% вихід амоніаку.

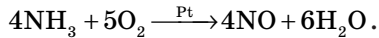
Оксиди Нітрогену

Нітроген утворює оксиди, перебуваючи в усіх ступенях окиснення, тобто існують нітроген(I) оксид N_2O , нітроген(II) оксид NO , нітроген(III) оксид N_2O_3 , нітроген(IV) оксид NO_2 , нітроген(V) оксид N_2O_5 .

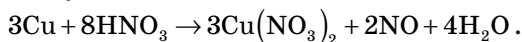
Характеристика	N_2O	NO	N_2O_3	NO_2	N_2O_5
Зовнішній вигляд за н. у.	Безбарвний газ	Безбарвний газ	Темно-синя рідина	Бурий газ	Безбарвна кристалічна речовина
$T_{\text{пл.}}$	$-91\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-164\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-101\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-11\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{розкл.}} = +33\text{ }^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{кип.}}$	$-86\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-152\text{ }^{\circ}\text{C}$	$+3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$+21\text{ }^{\circ}\text{C}$	
Кислотно-основні властивості	Несолетворний оксид	Несолетворний оксид	Кислотний оксид. Відповідає HNO_2	Кислотний оксид. Відповідає HNO_2 та HNO_3	Кислотний оксид. Відповідає HNO_3
Окисно-відновні властивості	Окисник	Виступає і окисником, і відновником	Переважають окисні властивості	Виступає і окисником, і відновником	Сильний окисник
Методи добування	Прожарювання амоній нітриту: $\text{NH}_4\text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$	Із простих речовин при $+3000\text{ }^{\circ}\text{C}$, або за реакцією міді з 30%-ю HNO_3 : $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$	Утворюється при спільній конденсації NO та NO_2 : $\text{NO} + \text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_3$	За реакцією міді з концентрованою HNO_3 : $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	Добувають відщепленням води від нітратної кислоти за допомогою P_2O_5 : $2\text{HNO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 = \text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{HPO}_3$
Стійкість	Розкладається за температури понад $300\text{ }^{\circ}\text{C}$	Дуже стійкий	Стійкий	Стійкий	Розкладається із сильним вибухом

Нітроген(II) оксид

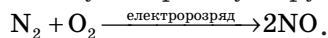
Нітроген(II) оксид являє собою безбарвний газ із низькими температурами плавлення й кипіння ($T_{\text{пл.}} = -164\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{кип.}} = -152\text{ }^{\circ}\text{C}$). Він погано розчиняється у воді. З лугами та кислотами-неокисниками нітроген(II) оксид не взаємодіє. Для промислового використання його добувають каталітичним окисненням амоніаку:



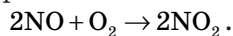
У лабораторних масштабах нітроген(II) оксид добувають дією 30% нітратної кислоти на металічну мідь:



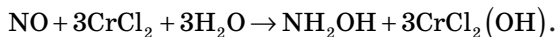
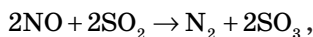
При розряді блискавки він утворюється з азоту та кисню атмосфери. Цей газ є одним із головних джерел сполук нітрогену в ґрунті Землі:



На повітрі швидко окиснюється, при цьому утворюється бурий газ:



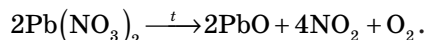
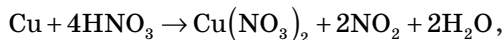
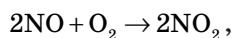
Нітроген(II) оксид виявляє окисні властивості:



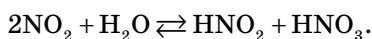
Його застосовують для виробництва сульфатної та нітратної кислот.

Нітроген(IV) оксид

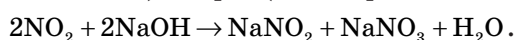
Нітроген(IV) оксид являє собою газ ($T_{\text{пл.}} = -11\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{кип.}} = +21\text{ }^{\circ}\text{C}$) характерного бурого кольору з неприємним, «пекучим» запахом. NO_2 зазвичай добувають окисненням нітроген монооксиду киснем повітря, або взаємодією міді з концентрованою нітратною кислотою, або термічним розкладом нітратів малоактивних металів:



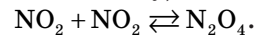
Газ реагує з водою, при цьому проходить реакція диспропорціонування:



У результаті цієї реакції утворюється сильна нітратна кислота HNO_3 та слабка нестійка нітритна кислота HNO_2 . При взаємодії бурого газу з розчином лугу утворюються дві солі — нітрат (сіль нітратної кислоти) і нітрит (сіль нітритної кислоти):



Нітроген діоксид при низьких температурах помітно димеризований (тобто дві однакові молекули з'єднуються в одну):

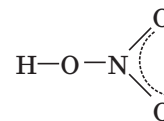


N_2O_4 — це безбарвна рідина, при нагріванні розкладається на дві молекули нітроген(II) оксиду.

Нітроген діоксид використовують при виробництві нітратної кислоти як гарний нітрувальний агент (речовина, що дозволяє додати в сполуку NO_2).

Нітратна кислота

У молекулі нітратної кислоти HNO_3 Нітроген перебуває в ступені окиснення +5, але при цьому виявляє валентність, що дорівнює 4. Будова молекули нітратної кислоти:



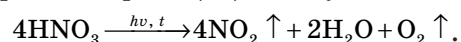
Пунктиром позначена валентність, розподілена між двома атомами Оксигену й атомом Нітрогену; отже, електрони при утворенні зв'язку розподілені не між двома атомами, а між трьома.

Фізичні властивості нітратної кислоти

Нітратна кислота за нормальних умов являє собою безбарвну, важку димну рідину ($\rho = 1,52\text{ г/см}^3$), яка кристалізується при температурі $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, а кипить при температурі $+83\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ця кислота має їдкий характерний запах. У твердому стані HNO_3 є безбарвною кристалічною масою. При температурі близько $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ вона набуває червоного забарвлення унаслідок виділення бурого газу NO_2 . Нітратна кислота змішується з водою в будь-яких співвідношеннях. Як і сульфатна кислота, вона енергійно поглинає вологу, тобто проявляє гігроскопічні властивості.

Хімічні властивості нітратної кислоти

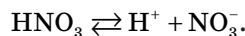
Нітратна кислота — нестійка сполука. Якщо концентровану кислоту опромінювати денним світлом або нагрівати, то вона стає червоною. Це відбувається за рахунок розкладання кислоти й утворення нітроген(IV) оксиду:



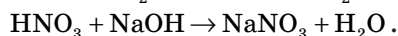
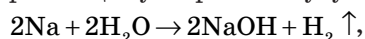
Нітратна кислота вступає у взаємодію з іншими речовинами по-різному, залежно від концентрації кислоти, від температури суміші й від ступеня роздрібнювання кристалічних речовин.

Взаємодія з металами

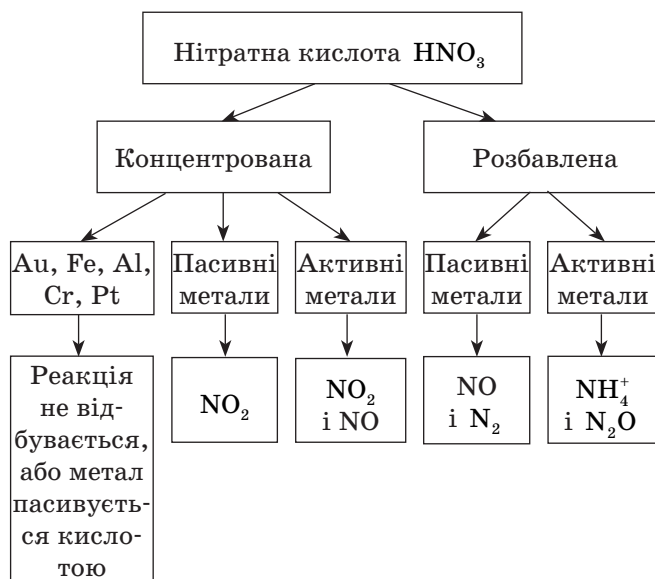
Нітратна кислота — дуже сильна кислота. У водних розчинах вона повністю дисоціює за схемою:



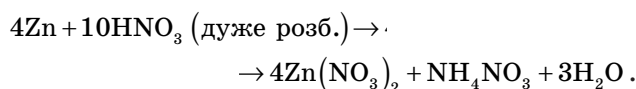
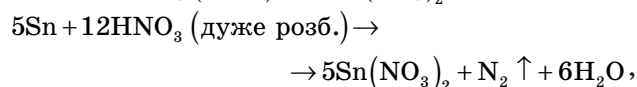
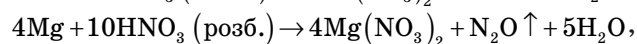
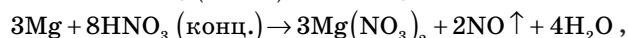
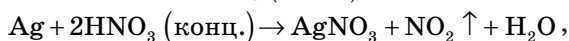
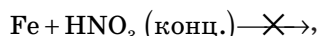
При взаємодії нітратної кислоти з металами водень виділяється тільки тоді, коли нітратна кислота дуже розбавлена (близько 1 %) й реагує з лужними металами. При цьому спочатку відбувається реакція взаємодії металу з водою, а вже потім нейтралізація утвореного лугу кислотою:



В інших випадках утворюється нітрат металу, а нітратна кислота відновлюється до різних продуктів. Продукти взаємодії показані на схемі:



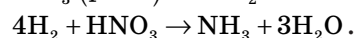
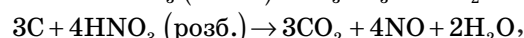
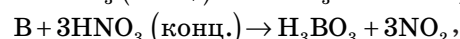
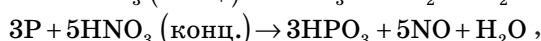
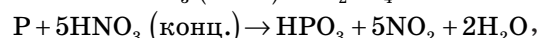
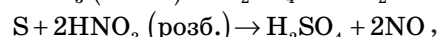
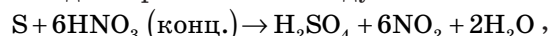
Завдяки тому, що концентрована нітратна кислота пасивує металічне залізо, її транспортують у сталевих бочках і цистернах. Нижче наведені приклади реакцій нітратної кислоти різної концентрації з деякими металами:



Насправді при відновленні нітратної кислоти утворюється не якийсь конкретний продукт, а суміш усіляких продуктів відновлення — амоніаку, азоту, оксидів Нітрогену та водню. У рівняннях реакції записують продукт, який переважає.

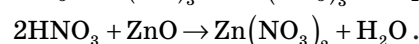
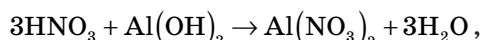
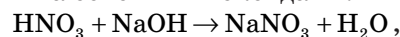
Взаємодія з неметалами

Нітратна кислота взаємодіє з багатьма неметалами. При цьому концентрована кислота відновлюється до нітроген діоксиду NO_2 , а розбавлена — до нітроген монооксиду NO :

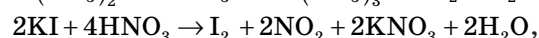
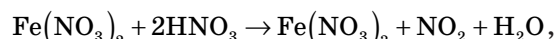


Взаємодія зі складними сполуками

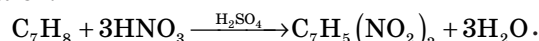
Нітратна кислота вступає у взаємодію з різними складними сполуками. За рахунок виявлення кислотних властивостей HNO_3 реагує з основами та основними оксидами:



Нітратна кислота як окисник взаємодіє з багатьма сполуками, що здатні до окиснення:

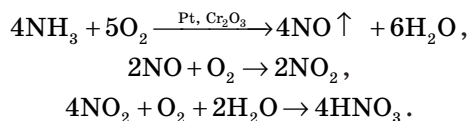


Чисту HNO_3 або в суміші з концентрованою сульфатною кислотою використовують як гарний нітрувальний агент для добування нітрогеновмісних органічних сполук. Наприклад, для виробництва тротилу (або тринітротолуену) використовують суміш сульфатної та нітратної кислот:

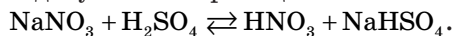


Методи добування нітратної кислоти

У промисловості нітратну кислоту добувають розчиненням нітроген діоксиду у воді в присутності надлишку кисню. NO_2 добувають каталітичним окисненням амоніаку:



Невеликі кількості нітратної кислоти в лабораторіях добувають за реакцією:

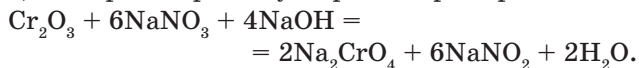


Застосування нітратної кислоти

Нітратну кислоту застосовують у багатьох галузях промисловості. Одне з головних застосувань HNO_3 — це добування азотних добрив. Нітратну кислоту також використовують для виготовлення різних вибухових речовин (порох, тротил, нітрогліцерин тощо), лікарських препаратів, яскравих барвників, штучних волокон (наприклад, нітроцелюлози, або «штучного шовку»). Її також застосовують як окисник ракетного палива.

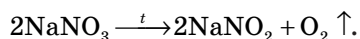
Нітрати

Нітрати — гарні окисники. Наприклад, така інертна речовина, як хром(III) оксид, при сплавці з натрій нітратом утворює натрій хромат:



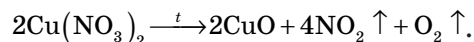
Нітрати широко використовують у народному господарстві. Амоній нітрат NH_4NO_3 застосовують як азотне добриво та при виробництві вибухових речовин (він входить до складу амоналу); калій нітрат KNO_3 (калійна селітра) застосовують при виготовленні пороху (у чорному поросі міститься близько 75 % KNO_3) і як добриво, а ще в харчовій промисловості та при виробництві скла. Багато інших нітратів застосовують як добрива в сільському господарстві.

Усі нітрати при нагріванні розкладаються. Однак, залежно від активності металу, розклад може проходити в різних напрямках. Наприклад, нітрати металів, що перебувають в електрхімічному ряді напруг правіше магнію (літій Li, калій K, барій Ba, кальцій Ca і натрій Na), розкладаються на нітрит і кисень:

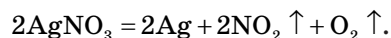


Нітрати, утворені металами середньої активності, що розташовані між міддю та магнієм включно (магній Mg, алюміній Al, манган Mn, хром Cr, цинк Zn, залізо Fe, кобальт Co, нікель Ni, олово Sn, свинець Pb і мідь Cu), розклада-

ються на оксиди металів, нітроген діоксид та кисень:



Нітрати малоактивних металів (ртуть Hg, срібло Ag, платина Pt та золото Au) розкладаються на чистий метал, нітроген діоксид та кисень:



Оксиди Фосфору

Фосфор утворює два оксиди — P_2O_3 та P_2O_5 . Це спрощені формули речовин. Насправді молекули оксидів Фосфору мають такий склад: P_4O_6 та P_4O_{10} .

Фізичні властивості оксидів Фосфору

Фосфор(III) оксид P_2O_3 (фосфітний ангідрид) являє собою легкоплавку речовину ($T_{\text{пл.}} = +24^\circ\text{C}$, $T_{\text{кип.}} = +175^\circ\text{C}$). Він розчиняється у деяких органічних розчинниках та в сірковуглецеві, а також у фосфатній та фосфітній кислоті, й має різкий запах.

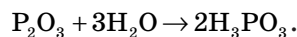
Фосфор(V) оксид P_2O_5 (фосфатний ангідрид) за звичайних умов є білою, дуже гігроскопічною речовиною. Густина твердого фосфатного ангідриду дорівнює $2,3 \text{ г/см}^3$. При його нагріванні до $+359^\circ\text{C}$ відбувається фазовий перехід із твердого стану в газоподібний, оминаючи рідкий. Такий фазовий перехід називають сублимацією.

Хімічні властивості оксидів Фосфору

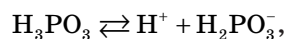
Обидва оксиди Фосфору є кислотними оксидами.

Хімічні властивості фосфітного ангідриду

P_2O_3 активно реагує з водою. При цьому утворюється двохосновна фосфітна кислота H_3PO_3 середньої сили:



У твердому стані це безбарвна гігроскопічна кристалічна сполука з температурою плавлення $+74^\circ\text{C}$. У водних розчинах відбувається дисоціація за схемою:



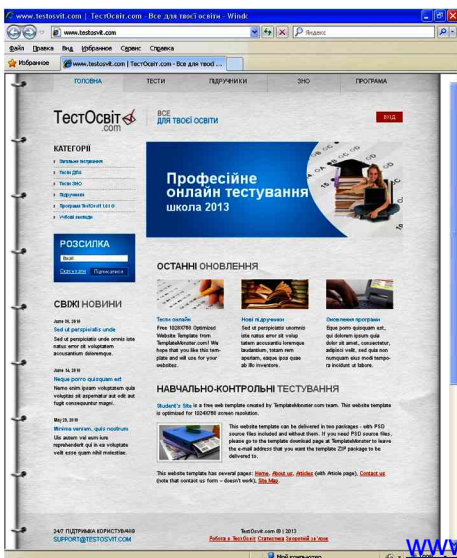
Найбільша база підручників, навчальних посібників, методичної та іншої додаткової літератури, рекомендованої Міністерством освіти і науки.
Регулярне оновлення.

www.testosvit.com

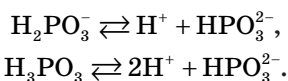
Інтернет-портал пропонує комплексну он-лайн підготовку, самоконтроль та тестування для проходження:

- ЗНО
- ДПА
- Підсумкових контрольних робіт
- Вступних іспитів

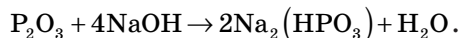
та все для полегшення процесу навчання.



- Он-лайн тестування
- Завантаження підручників
- Свіжі новини освіти
- Все для ЗНО та ДПА
- Нормативні документи МОН
- Каталог учбових закладів
- Інформація системи «Вступ»
- Програма для тестування

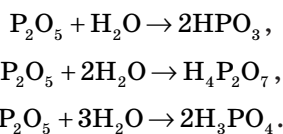


При реакції P_2O_3 з лугами утворюються солі фосфітної кислоти — фосфіти:



Хімічні властивості фосфатного ангідриду

Фосфор(V) оксид дуже активно взаємодіє з водою. При цьому може утворюватися три кислоти: метафосфатна (HPO_3), пірофосфатна ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$) або ортофосфатна (H_3PO_4). Продукти реакції залежать від кількості води:

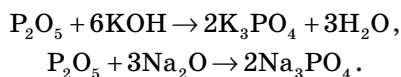


Для того щоб побачити подібність цих кислот, їх можна розглядати як гідрати фосфор оксиду:

HPO_3	0,5 ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	1 ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
H_3PO_4	0,5 ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)

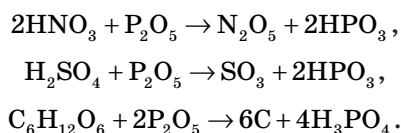
Для спрощення замість формул фосфатних кислот у більшості рівнянь реакції записують формулу ортофосфатної кислоти H_3PO_4 .

P_2O_5 виявляє властивості кислотного оксиду. Він реагує з лугами та основними оксидами, при цьому утворюються солі ортофосфатної кислоти — фосфати:



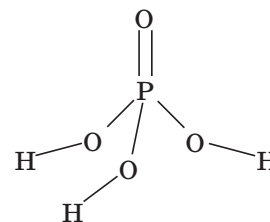
Фосфор пентаоксид дуже активно поглинає вологу з повітря. Тиск парів води над поверхнею P_2O_5 становить усього 0,00002 мм рт. ст. (для порівняння: тиск парів над поверхнею концентрованої сульфатної кислоти дорівнює 0,003 мм рт. ст., тобто приблизно в 100 разів більший).

Фосфатний ангідрид відщеплює молекули води від багатьох сполук. Наприклад, при дії P_2O_5 на кислоти утворюються відповідні ангідриди кислот, а багато органічних сполук при дії фосфор оксиду обуглюються:



Ортофосфатна кислота

Схематична будова молекули ортофосфатної кислоти:



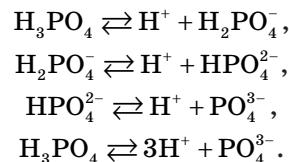
Фізичні властивості ортофосфатної кислоти

За нормальних умов ортофосфатна кислота являє собою безбарвну й розпливчасту на повітрі кристалічну сполуку із температурою плавлення $+42^\circ\text{C}$ (65%-й розчин кислоти замерзає тільки при -85°C). У твердому стані й у розчині молекули ортофосфатної кислоти асоційовані за рахунок водневих зв'язків, і тому концентровані розчини мають високу в'язкість. Ортофосфатна кислота добре розчиняється у воді (до 80% за масою). Її водні розчини — гарні електроліти (найвища електропровідність спостерігається тоді, коли концентрація кислоти становить 48%).

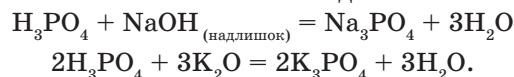
На відміну від багатьох сполук Фосфору(III), ортофосфатна кислота не отруйна.

Хімічні властивості ортофосфатної кислоти

Ортофосфатна кислота — це трьохосновна кислота середньої сили. У водних розчинах дисоціація проходить за такою схемою:



Ортофосфатна кислота вступає у взаємодію з основами та основними оксидами:



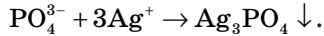
Більшість металів не взаємодіє з ортофосфатною кислотою внаслідок утворення нерозчинної щільної оксидної плівки на поверхні металу. У воді розчиняються тільки фосфати амонію та найбільш активних металів (Натрію, Калію).

Застосування ортофосфатної кислоти

Ортофосфатну кислоту здебільшого застосовують для добування фосфатних добрив. Окрім того, її використовують у лакофарбовій, металургійній та харчовій промисловості, а також для запобігання корозії металів.

Якісна реакція на ортофосфат-іон

Аналітичне визначення ортофосфат-іона ґрунтується на утворенні жовтого, не розчинного у воді осаду з йоном Аргентуму:



Мінеральні добрива

При сільськогосподарському використанні земельних ресурсів упродовж багатьох років речовини, необхідні для повноцінного розвитку рослин, поступово вичерпуються. Унаслідок цього з плином часу ґрунт втрачає свою родючість.

Оскільки кількість населення нашої планети повсякчас зростає, виникає потреба в збільшенні кількості сільськогосподарської продукції. Однак це не завжди вдається зробити, тому що ґрунт поступово втрачає родючість, а відповідно й знижується врожайність.

У цьому разі на допомогу приходять хіміки. Аби зарадити справі, учені-хіміки запропонували штучно вносити в ґрунт сполуки необхідних елементів. Найнеобхіднішими для життєдіяльності рослин є такі елементи: С, Н, О, N, P, K, Ca, Mg, Fe та S. Ці елементи необхідні рослинам у великих кількостях, тому добрива, які їх містять, називають *макродобривами*. Інші елементи, які рослини потребують у менших кількостях, також вносять у ґрунт за допомогою добрив. Такі речовини називають *мікродобривами*.

Залежно від складу добрив, їх поділяють на прості, складні й змішані. До складу простих добрив входить тільки один необхідний елемент (наприклад, амоній хлорид містить тільки один живильний компонент — Нітроген), до складних добрив входить кілька ко-

рисних компонентів (наприклад, нітрофоска містить Нітроген, Фосфор та Калій), а змішані добрива виготовляють шляхом звичайного змішування кількох добрив.

Найбільш важливими добривами є:

— нітрати лужних металів та амоніаку (селітри) — цінні природні нітратні добрива, а калій нітрат до того ж ще й калійне добриво;

— карбамід (сечовина) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ — високоефективне нітратне добриво, яке за вмістом Нітрогену переверщує аміачну селітру, здебільшого його застосовують для вирощування таких культур, як картопля, кукурудза, буряк та рис;

— фосфористе борошно — продукт переробки кісток свійської худоби; головна перевага фосфористого борошна — повільне розчинення в ґрунті, що зумовлює тривалу дію добрива;

— простий суперфосфат — суміш сульфатів лужноземельних металів та $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; розбавлене (малий вміст Фосфору), але досить ефективно добриво на багатьох видах ґрунтів;

— подвійний суперфосфат — концентроване фосфатне добриво, яке добувають із природних фосфатів дією ортофосфатної кислоти; містить до 50 % Фосфору;

— преципітат — являє собою сполуку $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; за своїми агрохімічними властивостями дуже схожий на подвійний суперфосфат, однак вартість преципітату приблизно у 2 рази вища, що обмежує його застосування в сільському господарстві;

— хлорид та сульфат Калію — ефективно калійне добриво, яке використовують як у кристалічній формі, так і в розчиненій;

— амофос — суміш $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ та $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$; високоефективне складне нітратно-фосфатне добриво, яке добувають нейтралізацією ортофосфатної кислоти амоніаком;

— нітроамофоска та амофоска — складні високоефективні потрійні добрива, що містять Нітроген, Фосфор та Калій.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть каталізатор промислового синтезу амоніаку: А
 А сульфатна кислота; Б
 Б суміш оксидів Мангану, Купруму та Кобальту; В
 В залізо; Г
 Г ванадій(V) оксид.
2. Позначте фізичну властивість, притаманну азоту: А
 А має жовте забарвлення; Б
 Б не існує в рідкому стані; В
 В температура кипіння менша за $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$; Г
 Г майже не розчиняється у воді.
3. Укажіть ступінь окиснення Нітрогену в сполуці, що утворюється при згорянні амоніаку в надлишку кисню в присутності каталізатора: А
 А 0; Б
 Б -3 ; В
 В $+2$; Г
 Г $+5$.
4. Позначте оксид Нітрогену, що має характерне буре забарвлення: А
 А N_2O ; Б
 Б NO ; В
 В NO_2 ; Г
 Г N_2O_5 .
5. Позначте оксид Нітрогену, що використовується як наркотик: А
 А N_2O ; Б
 Б NO ; В
 В NO_2 ; Г
 Г N_2O_5 .
6. Укажіть речовини, при взаємодії яких утворюється жовто-бурий газ: А
 А карбон(II) оксид та кисень; Б
 Б мідь та нітратна кислота; В
 В кальцій карбонат та нітратна кислота; Г
 Г мідь та хлоридна кислота.

7. Укажіть, якого кольору набуває лакмус у присутності амоніаку: А
 А червоного; Б
 Б жовтого; В
 В синього; Г
 Г зеленого.
8. Позначте алотропну модифікацію, утворену Фосфором, що займається на повітрі: А
 А білий фосфор; Б
 Б червоний фосфор; В
 В чорний фосфор; Г
 Г фіолетовий фосфор.
9. Укажіть формулу преципітату: А
 А Na_2HPO_4 ; Б
 Б Na_3PO_4 ; В
 В $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; Г
 Г CaHPO_4 .

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між реагентами і продуктами реакції.
- | | А | Б | В | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Реагенти

- 1 $\text{N}_2 + \text{O}_2$;
 2 $\text{N}_2 + 2\text{O}_2$;
 3 $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$;
 4 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$.

Продукти реакції

- А 2NO_2 ;
 Б $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$;
 В $4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$;
 Г $4\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$;
 Д 2NO .

11. Установіть відповідність між вихідними речовинами і продуктами їх взаємодії.
- | | А | Б | В | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Реагенти

- 1 $\text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5$;
 2 $\text{CaO} + \text{H}_3\text{PO}_4$;
 3 $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$;
 4 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{P}_2\text{O}_5$.

Продукти реакції

- А $\text{CaHPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 Б $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 В $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$;
 Г $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;
 Д $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть послідовність застосування реагентів для здійснення перетворень:



- А Кисень;
Б натрій гідроксид;
В водень;
Г хлороводень.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть генетичний ланцюжок добування натрій ортофосфату:

- А P_4O_{10} ;
Б H_3PO_4 ;
В P_4 ;
Г Na_3PO_4 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масу амоніаку (у грамах), що можна добути з азоту об'ємом 448 л (н. у.), якщо вихід продукту реакції від теоретично можливого становить 62,5 %.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. При взаємодії амоніаку об'ємом 10,64 л (н. у.) з киснем у присутності каталізатора було одержано нітроген(II) оксид масою 11,4 г. Обчисліть масову частку виходу продукту реакції від теоретично можливого (у відсотках).

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 18. КАРБОН І СИЛІЦІЙ ТА ЇХНІ СПОЛУКИ

(День 50—51)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Виберіть властивості, характерні для Карбону:
- А окисні;
Б відновні;
В окисні і відновні;
Г металічні.
- А
Б
В
Г

2. Виберіть речовину, яку використовують для лабораторного добування карбон(IV) оксиду:
- А кам'яне вугілля;
Б кальцій карбід;
В метан;
Г мрамур.
- А
Б
В
Г

3. Укажіть речовину, утворення якої зумовлює помутніння вапняної води при поглинанні вуглекислого газу:
- А CaO;
Б CaCO₃;
В Ca(HCO₃)₂;
Г H₂CO₃.
- А
Б
В
Г

4. Укажіть формулу силікату, що не розчинний у воді:
- А CaSiO₃;
Б SiO₂;
В Na₂SiO₃;
Г K₂SiO₃.
- А
Б
В
Г

5. Виберіть речовину, яку використовують для лабораторного добування силікатної кислоти:
- А силіцій;
Б натрій силікат;
В силіцій оксид;
Г кальцій силікат.
- А
Б
В
Г

6. Укажіть агрегатний стан, у якому за звичайних умов існує силіцій оксид:
- А плазма;
Б твердий стан;
В рідкий стан;
Г газуватий стан.
- А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте фізичні властивості алмазу:
- 1 при нагріванні легко переходить у газуватий стан;
2 безбарвний;
3 надзвичайно твердий;
4 не розчиняється у воді;
5 проводить електричний струм;
6 крихкий.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 5;
Б 2, 3, 4;
В 1, 5, 6;
Г 3, 4, 5.

8. Позначте пари речовин, при взаємодії яких одна з одною утворюються силікати:
- 1 SiO₂ та CaO;
2 NaOH та SiO₂;
3 Na₂SiO₃ та C;
4 Na₂SiO₃ та BaCl₂;
5 K₂SiO₃ та HCl;
6 KOH та SiH₄.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 5, 6;
Б 2, 3, 4;
В 3, 5, 6;
Г 1, 2, 4

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між назвою речовини та її хімічною формулою:

Назва речовини

- 1 Крейда;
2 поташ;
3 сода питна;
4 сода кальцинована.

Хімічна формула

- А $MgCO_3$;
Б $NaHCO_3$;
В Na_2CO_3 ;
Г $CaCO_3$;
Д K_2CO_3 .

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

10. Установіть відповідність між реагентами і продуктами їхньої взаємодії:

Реагенти

- 1 $Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$;
2 $Na_2O + CO_2$;
3 $NaOH + CO_2$;
4 $2NaOH + CO_2$.

Продукти

- А Na_2CO_3 ;
Б $NaHCO_3$;
В $NaHCO_3 + H_2O$;
Г $2NaHCO_3$;
Д $Na_2CO_3 + H_2O$.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть формули речовин у послідовності їх отримання при добуванні силікатної кислоти:

- А Na_2SiO_3 ;
Б H_2SiO_3 ;
В Si;
Г SiO_2 .

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть та вкажіть масу осаду (у грамах), що випадає при змішуванні розчину натрій силікату об'ємом 200 мл з масовою часткою солі 21,35 % та розчину ферум(II) сульфату об'ємом 0,5 л з масовою часткою солі 6,08 % (густина 1 г/мл).

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Характеристика хімічних елементів

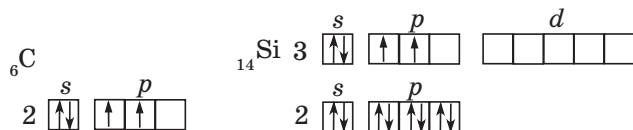
Властивості хімічних елементів

Характеристика	Карбон	Силіцій
Хімічний символ	C	Si
Радіус атома, нм	0,077	0,117
Відносна електро-негативність	2,5	1,74
Електронна конфігурація валентного рівня	$2s^22p^2$	$3s^23p^2$

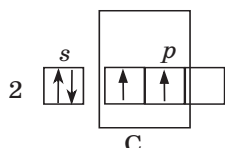
Закінчення таблиці

Характеристика	Карбон	Силіцій
Можливі валентності	II, III, IV	II, IV
Можливі ступені окиснення	-4, 0, +2, +4	-4, 0, +2, +4
Ізотопний склад	^{12}C — 98,892 % ^{13}C — 1,108 %	^{28}Si — 92,21 % ^{29}Si — 4,70 % ^{30}Si — 3,09 %
Вміст у земній корі, мол. %	0,15 %	20 %

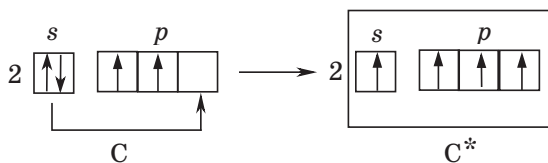
Електронну будову атомів Карбону й Силіцію схематично можна зобразити:



У незбудженому стані атоми Карбону й Силіцію двовалентні, оскільки на зовнішньому рівні перебуває 2 неспарені електрони:



При збудженні атома відбувається розпарування електронної пари, яка перебуває на $2s$ -підрівні. При цьому Карбон і Силіцій проявляють чотиривалентний стан. На наступній схемі зображено електронний перехід при утворенні чотиривалентного стану для атома Карбону; процеси, які відбуваються в електронній оболонці атома Силіцію, аналогічні:



На відміну від елементів, розглянутих раніше (галогени, халькогени та пніктогени), для атомів Карбону й Силіцію нехарактерні електронні переходи за участю вакантного d -підрівня, тому найвища валентність цих атомів дорівнює 4.

Обидва елементи можуть виявляти ступені окиснення -4 , $+2$ та $+4$.

Поширеність атомів у природі

Карбон є досить поширеним елементом на Землі. Його масова частка становить близько $0,023\%$ за масою. У земній корі він трапляється у вигляді сполук з Гідрогеном — вуглеводнями, з яких складається нафта (близько 85% Карбону), природний газ (близько 70% Карбону), чорне (близько 90% Карбону) та буре вугілля (близько 70% Карбону) й горючі сланці.

Усі ці сполуки необхідні як паливо для різних цілей. Річний видобуток цих природних горючих речовин становить мільйони тонн.

Атоми Карбону містяться також у складі багатьох мінералів, таких як вапняк, крейда, мрамур, основним компонентом яких є кальцій карбонат (CaCO_3); доломіт — $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; трона — суміш Na_2CO_3 та NaHCO_3 ; магнезит — MgCO_3 ; смітсоніт — ZnCO_3 ; церусит — PbCO_3 ; сидерит — FeCO_3 ; родохрозит — MnCO_3 та деякі інші. Окрім твердої поверхні Землі, Карбон міститься також в атмосфері нашої планети, входячи до складу вуглекислого газу — CO_2 . Близько $2,3 \cdot 10^{12}$ тонн або $0,03\%$ (за об'ємом) атмосфери становить вуглекислий газ. У світовому океані міститься близько $4 \cdot 10^{13}$ тонн зв'язаного Карбону у вигляді карбонатів (CO_3^{2-}) та гідрогенкарбонатів (HCO_3^-).

Карбон є початком життя на Землі. Починаючи від найпростішого одноклітинного організму й закінчуючи людиною, усе живе на нашій планеті містить величезні кількості Карбону. Він необхідний для життя так само, як цегла для спорудження будинку. Сполуки Карбону з деякими елементами (Гідрогеном H, Оксигеном O, Нітрогеном N та іншими) вивчає окрема хімічна дисципліна — органічна хімія. Карбон міститься у складі білків, жирів, вуглеводів, ДНК та більшості інших біологічно важливих речовин.

Силіцій — другий за поширеністю елемент на Землі. Його вміст у земній корі становить $29,5\%$ за масою. Якщо Карбон є найважливішим елементом для живої матерії, то Силіцій є основним компонентом неживої матерії. Сполуки, у складі яких міститься атом Силіцію, становлять 74% від маси Землі.

Найпоширенішим мінералом, у складі якого міститься атом Силіцію, є кварц (або кремнезем) SiO_2 , що трапляється у вигляді простого піску. З інших мінералів слід виокремити такі: ортоклаз $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$; каолін $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; нефелін $\text{NaKO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$; циркон ZnSiO_3 ; полудцит $3\text{Cs}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Силіцій у малих кількостях необхідний усім живим організмам. В організмі людини Силіцію найбільше в нігтях та волоссі, а в 1 грамі легеневої тканини міститься $0,65$ мг Силіцію.

Прості речовини

Фізичні властивості простих речовин

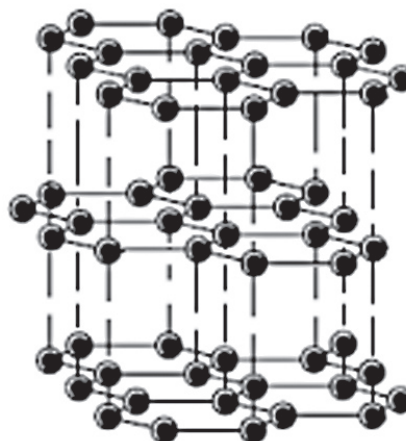
Характеристика	Графіт	Алмаз	Карбін	Силіцій
Формула сполуки	C_{∞}	C_{∞}	C_{∞}	Si
Зовнішній вигляд за звичайних умов	Сірий, має металічний блиск	Блискучі прозорі кристали, сильно заломлює світло	Чорна тверда речовина	Темно-сіра речовина з металічним блиском
Температура плавлення	+3700 °С — сублимується з розкладанням	+1200 °С — перехід у графіт	+2000 °С — перехід у графіт	+1415 °С
Температура кипіння	—	—	—	+2620 °С
Густина за н. у.	2,3 г/см ³	3,5 г/см ³	2 г/см ³	2,3 г/см ³
Розчинність у воді	Нерозчинний	Нерозчинний	Нерозчинний	Нерозчинний
Електрична провідність	0,1 від електропровідності ртуті	Діелектрик	Напівпровідник <i>n</i> -типу	0,001 від електропровідності ртуті; напівпровідник
Твердість	Досить м'який	Найтвердіший мінерал	Нетвердий	Досить твердий
Теплопровідність	Провідність теплоти в 3 рази краща, ніж у ртуті	Гарний провідник теплоти	Теплоту проводить погано	Гарний провідник теплоти

Будова кристалічних ґраток алмазу:



Як видно з малюнка, усі атоми Карбону в алмазі зв'язані із чотирма сусідніми атомами. За рахунок дуже щільної упаковки атомів у кристалі алмаз має дуже високу твердість та густину. Попри те, що алмаз і є найтвердішою природною речовиною, він має високу крихкість, і тому огранування алмазів не складає жодних труднощів. Атоми Карбону в алмазі перебувають у sp^3 -гібридному стані.

Кристалічна будова графіту:



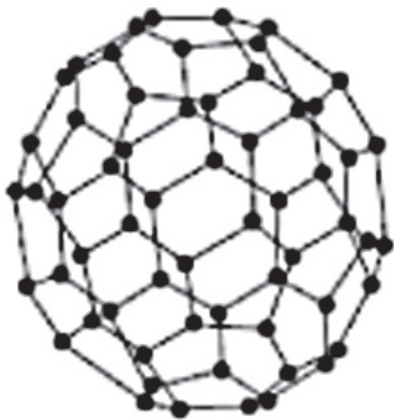
У графіті атоми Карбону з'єднані в шари. Шари складаються з правильних шестикутників. Відстань між шарами у 2,36 рази більша від одинарного С–С зв'язку в шарі, тому сусідні шари не мають міцного зв'язку один з одним. Саме тому графітні стрижні можна застосовувати для письма, оскільки при терті грифелем

олівця об папір послідовно стираються шар за шаром, залишаючи на папері сірий слід. Атоми Карбону в графіті перебувають в sp^2 -гібридному стані, що забезпечує плоску структуру шару. Три електрони утворюють три зв'язки із сусідніми атомами в шарі, а четвертий електрон може виконувати дві функції: забезпечувати зв'язок між шарами або забезпечувати електронну провідність.

Молекули карбіну являють собою лінійні ланцюги, що складаються з атомів Карбону, зв'язаних подвійними зв'язками (полікумулен) або навперемінними одинарними та потрійними зв'язками (карбін).

Крім того, виділяють таку алотропну форму, як «аморфний» вуглець. Насправді він являє собою маленькі (від 10 до 300 атомів) фрагменти графіту, хаотично об'єднані в одну неплоску несиметричну структуру. Залежно від методу добування та деяких фізичних властивостей, виділяють кілька типів аморфного вуглецю: деревне вугілля, тваринне вугілля та сажу.

Окрім наведених модифікацій Карбону, існують ще так звані фулерени, чиї молекули мають кулясту форму:



Фулерени являють собою темні порошки, які сублимуються при температурі понад $+350\text{ }^\circ\text{C}$ і виявляють властивості напівпровідника.

За певних умов можуть утворюватися так звані «нанотрубки» або «тубулени», які являють собою порожнисту вуглецеву трубку, з обох кінців закрити кришками, схожими на фрагменти шматків фулерена. Розміри однієї молекули нанотрубки досить великі: довжина від 20 до 50 нм, а діаметр від 0,9 до 12 нм (1 нм = 10^{-9} м).

Хімічні властивості простих речовин

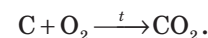
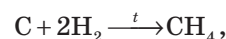
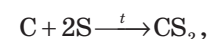
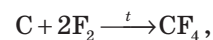
Прості речовини, утворені атомами елементів IV групи, за нормальних умов є досить інертними, однак за високих температур взаємодіють із багатьма речовинами.

Хімічні властивості вуглецю

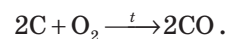
Хімічні властивості алотропних модифікацій Карбону відрізняються лише активністю сполук у хімічних реакціях, тому всі реакції будемо розглядати на прикладі графіту.

Вуглець не розчиняється ні в кислотах, ні в лугах, і тільки концентровані сульфатна та нітратна кислоти окиснюють вуглець до карбон(IV) діоксиду.

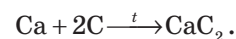
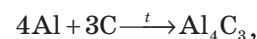
За нормальних умов роздроблений на порошок графіт реагує тільки з фтором, а за високих температур відбувається реакція з киснем і сіркою та воднем, при цьому в більшості випадків утворюються сполуки чотиривалентного Карбону:



А коли кисню не вистачає, утворюється карбон монооксид:



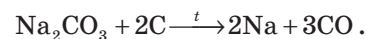
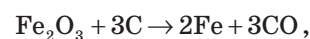
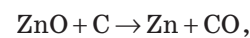
При сплавленні з деякими металами утворюються карбіди:



Карбіди металів при гідролізі (при взаємодії з водою) утворюють вуглеводні та гідроксиди металів:

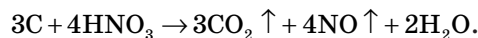
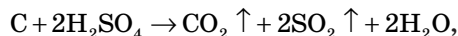


Вуглець є гарним відновником. Наприклад, його використовують для добування деяких металів з їхніх оксидів та деяких солей:



Через свої відновні здатності вуглець може взаємодіяти з кислотами-окисниками, напри-

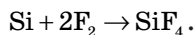
клад такими, як концентрована сульфатна й нітратна кислоти:



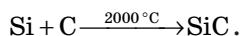
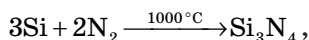
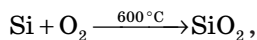
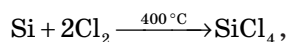
З лугами вуглець не реагує.

Хімічні властивості силіцію

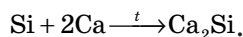
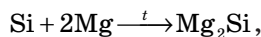
Силіцій є досить інертною речовиною через високу енергію кристалічних ґраток. За кімнатної температури силіцій реагує тільки з фтором:



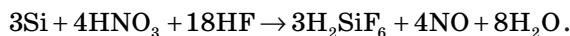
При більш високих температурах силіцій реагує з хлором, киснем, азотом та вуглецем. При цьому утворюються, відповідно, хлорид, оксид, нітрид та карбід Силіцію:



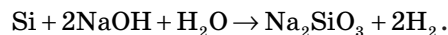
При сплавланні силіцію з металами утворюються сполуки, аналогічні до карбідів — силіциди:



Із чистими кислотами силіцій не реагує, зате розчиняється в суміші нітратної та плавикової кислот — дуже сильного окисника, при цьому утворюється сильна гексафторсилікатна кислота:



Силіцій взаємодіє також із гарячими розчинами лугів:



Методи добування простих речовин

Методи добування вуглецю

Добування вуглецю хімічними методами не вигідне, оскільки набагато дешевше й простіше добувати вуглець із природного вугілля, світовий щорічний видобуток якого становить близько 2 мільярдів тонн. Зупинімося більш докладно на добуванні різних алотропних модифікацій вуглецю.

Алмаз. При температурі +1500 °С та тиску в 65 тисяч атмосфер у суміші графіту й рідкого каталізатора (заліза або нікелю) утворюються штучні алмази. У такий спосіб за десять хвилин можна отримати близько 20 грамів дрібних алмазів. За іншою методикою добувають алмази дією на ту саму суміш графіту та каталізатора вибуховою хвилею, у цьому разі можна перевести в алмаз майже весь графіт, але кристали добутого алмазу дуже малі.

Великі родовища алмазів виявлені в Якутії й Африці.

Графіт. Графіт зазвичай добувають із його родовищ, які іноді бувають досить потужними. Річний видобуток графіту становить приблизно 500 тисяч тонн.

Досить розповсюджений метод добування графітних виробів заданої форми. Для цього металорганічну сполуку певної форми нагрівають до +500...800 °С за відсутності повітря. Унаслідок такого процесу відбувається графітизація речовини.

Активоване вугілля. Активоване (або активне) вугілля добувають нагріванням кам'яного або тваринного вугілля в струмені водяної пари та повітря. При цьому різні домішки з вугілля витягуються й відбувається часткове окиснення вугілля. Після очищення від домішок на поверхні вугілля утворюється велика кількість пор, а після окиснення повітрям — з'являються такі структурні фрагменти, як С=О, С-ОН. Унаслідок такої обробки вугілля стає здатним поглинати (адсорбувати) деякі речовини на своїй поверхні. Адсорбція — це здатність речовини втримувати на своїй поверхні газоподібні, рідкі або тверді сполуки.

Кокс. Цю речовину добувають сильним нагріванням кам'яного вугілля без доступу повітря.

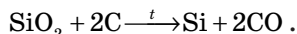
Карбін. Карбін добувають з етину (С₂Н₂) піролізом.

Фулерени та нанотрубки. Фулерени та нанотрубки добувають при пропусканні електричного розряду між графітними електродами в атмосфері гелію. Залежно від температури, тиску та наявності каталітичних кількостей деяких металів можуть виходити молекули з різним вмістом атомів Карбону, починаючи від С₆₀, С₇₀, С₇₂, С₇₄ і закінчуючи С₉₆₀ та С₁₀₂₀.

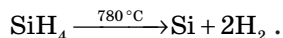
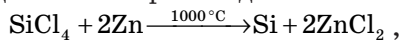
Методи добування силіцію

Зазвичай у промисловості силіцій добувають відновленням кварцу в електричних печах

коксом. Такий метод забезпечує чистоту близько 98 % :



Однак для добування напівпровідникових матеріалів потрібен силіцій більш високої чистоти. Для цього проводять реакції відновлення газоподібного тетрахлориду силіцію металічним цинком або розкладом силановоднів:



Застосування вуглецю та силіцію

Застосування вуглецю

Вуглець є однією з найпотрібніших корисних копалин на нашій планеті. Вуглець переважно використовують як паливо для енергетичної промисловості. Щорічний видобуток кам'яного вугілля у світі становить близько 550 мільйонів тонн. Окрім використання вугілля як теплоносія, чималу його кількість переробляють у кокс, необхідний для добування різних металів. На кожену тонну отриманого заліза в результаті доменного процесу витрачають 0,9 тонн коксу. Активованій вуглець застосовують у медицині при отруєннях та в протигазах.

Графіт у великих кількостях використовують для виготовлення олівців. Додавк графіту до сталі збільшує її твердість та стійкість щодо стирання. Таку сталь використовують, наприклад, для виробництва поршнів, колінчастих валів та деяких інших механізмів. Здатність структури графіту до розшаровування дозволяє застосовувати його як високоефективне мастило при дуже високих температурах (близько +2500 °C).

Графіт має ще одну дуже важливу властивість — він є ефективним уповільнювачем теплових нейтронів. Цю властивість використовують в ядерних реакторах. Останнім часом стали користуватися пластмасами, у які як наповнювач додають графіт. Властивості таких матеріалів дозволяють використовувати їх для виробництва багатьох важливих пристроїв та механізмів.

Алмази використовують як гарний твердий матеріал для виробництва таких механізмів, як шліфувальні круги, склорізи, бурові установки та інші прилади, які потребують високої твердості. Красиво ограновані алмази

застосовують як дорогі прикраси, які називають діамантами.

Фулерени були відкриті порівняно недавно (у 1985 році), тому прикладного застосування вони ще не знайшли, однак уже зараз учені проводять дослідження зі створення носіїв інформації величезної ємності. Нанотрубки вже зараз застосовують у різних нанотехнологіях, наприклад таких, як уведення ліків за допомогою наноголки, виготовлення нанокомп'ютерів та багато іншого.

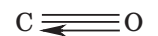
Застосування силіцію

Силіцій — гарний напівпровідник. Із нього виготовляють різні напівпровідникові прилади, такі як діоди, транзистори, мікросхеми та мікропроцесори. У всіх сучасних мікрокомп'ютерах застосовуються процесори на основі силіцієвого кристалу. Із силіцію виготовляють також сонячні батареї, здатні перетворювати сонячну енергію на електричну. Окрім того, силіцій використовують як легуючий компонент для виробництва високоякісних легованих сталей.

Оксиди Карбону та Силіцію

Карбон(II) оксид

У молекулі карбон(II) оксид (чадного газу) CO атоми Карбону й Оксигену зв'язані потрійним зв'язком: два зв'язки утворені за ковалентним механізмом, а третій — за донорно-акцепторним:



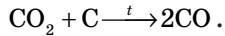
Фізичні й біологічні властивості

Чадний газ є безбарвним газом із досить низькими температурами плавлення та кипіння: $T_{\text{пл.}} = -205^\circ\text{C}$, $T_{\text{кип.}} = -191^\circ\text{C}$. Чистий газ не має запаху, але при добуванні його неповним окисненням вугілля відчувається характерний неприємний запах, який з'являється за рахунок неповного окиснення деяких органічних сполук, наявних у кам'яному вугіллі. CO погано розчиняється у воді, тільки 25 мл газу в 1 л води. Карбон(II) оксид — надзвичайно отруйна сполука. Його вдихання спричинює важкі отруєння внаслідок блокування еритроцитів і припинення перенесення кисню по організму. Чадний газ не поглинається звичайними вугільними протигазами. Досить часто отруєння

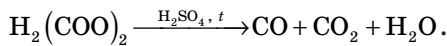
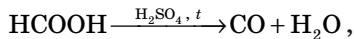
чадним газом трапляються через неправильну роботу газових і, особливо, вугільних печей. У тютюновому димі міститься приблизно 0,5 %, а у вихлопних газах автомобіля близько 3 % чадного газу.

Добування карбон(II) оксиду

У промислових масштабах карбон(II) оксид добувають взаємодією вуглекислого газу CO_2 з розжареним вугіллям:

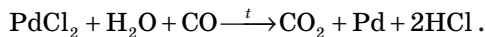
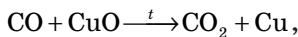
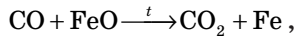


Невеликі кількості чадного газу в лабораторіях добувають шляхом розкладання метанової або щавлевої кислоти під дією гарячої концентрованої сульфатної кислоти:

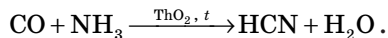
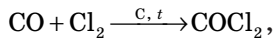


Хімічні властивості карбон(II) оксиду

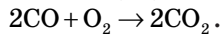
CO є гарним відновником. Величезні кількості чадного газу застосовують у металургійній промисловості для добування чистих металів:



Для карбон(II) оксиду характерні реакції приєднання. Наприклад, при нагріванні з хлором, амоніаком та деякими іншими речовинами:



Карбон(II) оксид є несолетворним оксидом, він не взаємодіє з водою, кислотами й лугами. При нагріванні суміші карбон(II) оксиду з киснем утворюється карбон(IV) оксид:



Застосування карбон(II) оксиду

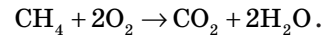
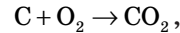
Карбон(II) оксид застосовують у металургії як відновник металічних руд. Перспективним є також застосування CO як гарного газоватого палива.

Карбон(IV) оксид

Карбон(IV) оксид за нормальних умов є безбарвним газом із близькими температурами плавлення та кипіння: $T_{\text{пл.}} = -78,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{\text{кип.}} = -56,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Він помірно розчинний у воді: 1,7 літра вуглекислого газу розчиняються в 1 літрі води при температурі $+15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Добування карбон(IV) оксиду

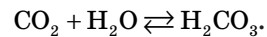
Вуглекислий газ зазвичай добувають спалюванням вуглецю або якого-небудь органічного палива (нафти, газу) в надлишку кисню:



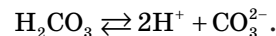
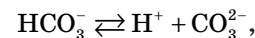
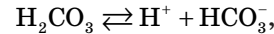
Вуглекислий газ утворюється також у результаті дихання тварин та рослин.

Хімічні властивості карбон(IV) оксиду

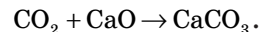
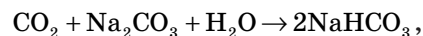
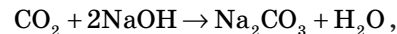
При розчиненні вуглекислого газу у воді утворюється нестійка карбонатна кислота. При спробі виділити її з розчину карбонатна кислота розкладається на воду та вуглекислий газ, тобто процес утворення кислоти оборотний:



Карбонатна кислота є слабкою двоосновною кислотою. Схема її дисоціації:

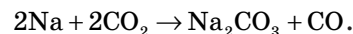


Через утворення кислоти при взаємодії вуглекислого газу з водою, CO_2 відносять до кислотних оксидів, тому карбон(IV) оксид вступає у взаємодію з лугами та основними оксидами з утворенням карбонатів або гідрогенкарбонатів. Карбонати й гідрогенкарбонати — це солі карбонатної кислоти (наприклад, Na_2CO_3 — натрій карбонат; KHCO_3 — гідрогенкарбонат калію). Карбонати добувають так:



Карбон(IV) оксид не підтримує горіння й дихання.

Для карбон(IV) оксиду не характерні окисні властивості, але у випадку взаємодії з активними металами карбон діоксид є окисником:



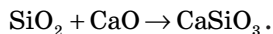
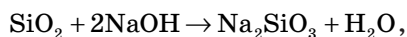
Силіцій оксид

Силіцій оксид за нормальних умов є склоподібною твердою речовиною з високими температурами фазових переходів: $T_{\text{пл.}} \approx +1600 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{\text{кип.}} \approx +2600 \text{ }^\circ\text{C}$.

Силіцій оксид, так само, як і карбон(IV) оксид, є кислотним оксидом, хоча сам він з водою не реагує (це знає кожен, тому що SiO_2 — це не що інше, як пісок, а пісок з водою не

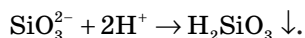
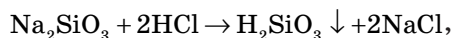
взаємодіє). Силіцій оксиду відповідає силікатна кислота — H_2SiO_3 . Ця кислота не розчиняється у воді.

При сплавленні силіцій оксиду з лугами або основними оксидами утворюються силікати. Силікати — це солі силікатної кислоти:



Силікатна кислота є твердою, нерозчинною у воді речовиною білого кольору, яка при добуванні з концентрованих розчинів утворює сирнистий осад, а з розбавлених розчинів виділяється у вигляді колоїдного розчину. Колоїдний розчин — це проміжний стан між справжнім розчином і суспензією, а розміри частинок у таких розчинах порядку $10 \div 100$ молекул.

Силікатна кислота — це слабка двоосновна кислота. Її добувають дією на розчинні у воді силікати хлоридною або сульфатною кислотами:

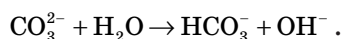
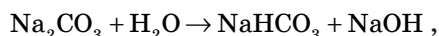


Карбонати

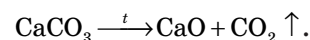
Як уже зазначалося вище, карбонатна кислота утворює два типи солей: середні солі (з аніоном CO_3^{2-} , наприклад кальцій карбонат — CaCO_3 , натрій карбонат — Na_2CO_3) і кислі солі (з аніоном HCO_3^- , наприклад натрій гідрогенкарбонат — NaHCO_3 , амоній гідрогенкарбонат — NH_4HCO_3).

Карбонати й гідрогенкарбонати зазвичай являють собою безбарвні або білі кристалічні сполуки (за винятком пофарбованого в зелений колір мінералу малахіту — основного купрум(II) карбонату $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$).

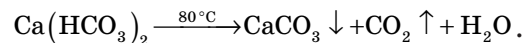
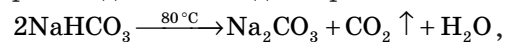
У воді розчиняються тільки карбонати лужних металів (окрім Літію) та амонію. На відміну від середніх солей, кислі солі, гідрогенкарбонати усі розчинні. Розчини карбонатів і гідрогенкарбонатів проявляють лужну реакцію за рахунок реакції гідролізу:



Розчинні карбонати металів (Na_2CO_3 , K_2CO_3 та $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$) при нагріванні не змінюються аж до температури плавлення, а нерозчинні карбонати при нагріванні розкладаються на оксид металу та вуглекислий газ:

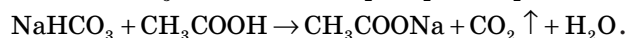


На відміну від карбонатів, усі гідрогенкарбонати розчиняються у воді. Однак уже при невеликому нагріванні (до $+80^\circ\text{C}$) гідрогенкарбонати розкладаються згідно з рівняннями:



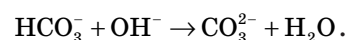
Із цими реакціями люди зіштовхуються в побуті при кип'ятінні води в чайнику, адже вапняний наліт на стінках чайника та на нагрівальній спіралі пральної машини не що інше, як суміш карбонатів Кальцію, Магнію й Феруму, що утворилися при розкладі відповідних гідрогенкарбонатів.

Усі карбонати й гідрогенкарбонати взаємодіють із більш сильними кислотами, ніж карбонатна, наприклад з етановою (CH_3COOH) або хлоридною (HCl) кислотами. При цьому виділяється вуглекислий газ і утворюються відповідні солі:

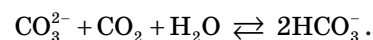
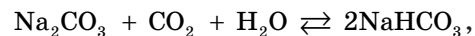


Перетворення карбонатів на гідрогенкарбонати

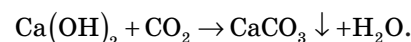
Оскільки гідрогенкарбонати є кислими солями, то вони вступають у взаємодію з основами. При цьому утворюються карбонати й вода:



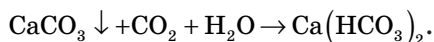
Можливий також і зворотний процес добування гідрогенкарбонатів з карбонатів. Для цього крізь розчин (або завись нерозчинного карбонату) пропускають вуглекислий газ. При цьому відбуваються такі перетворення:



Отже, ми можемо пояснити такий експеримент: крізь розчин кальцій гідроксиду ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) пропускають вуглекислий газ. При цьому розчин спочатку каламутніє, а потім стає знову прозорим. Очевидно, що при взаємодії кальцій гідроксиду з вуглекислим газом утворюється нерозчинний кальцій карбонат, через що й утворюється біла каламуть:



При подальшому пропусканні вуглекислого газу розчин знову стає прозорим за рахунок утворення кальцій гідрокарбонату:

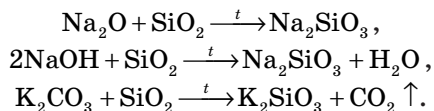


Застосування карбонатів і гідрокарбонатів

Назва сполуки	Формула сполуки	Сфера застосування
Амоній гідрокарбонат	NH_4HCO_3	У сільському господарстві як високоефективне азотне добриво й у харчовій промисловості як розпушувач тіста
Натрій гідрокарбонат (питна сода)	NaHCO_3	У медицині й у хлібопекарській промисловості
Кальцій карбонат	CaCO_3	Наповнювач для паперу та лінолеуму, широко застосовується в будівельній справі, для добування вапна
Калій карбонат (поташ)	K_2CO_3	Застосовують для виробництва скла, у миловарній справі, а також як калійне добриво
Натрій карбонат (кальцинована сода)	Na_2CO_3	У медицині як знежирувальний засіб, для виробництва скла, як наповнювач вуглекислотних вогнегасників

Силікати

З усіх силікатів у воді розчиняються тільки силікати лужних металів. Амоній силікат не отриманий. Зазвичай силікати добувають сплавленням оксидів, гідроксидів або карбонатів металів із кремнеземом (силіцій(IV) оксидом):



Силікати широко застосовують у виробництві будівельних матеріалів, що добре ілюструє таблиця:

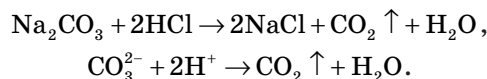
Матеріал	Метод добування	Застосування
Азбест $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Природний мінерал	Для виготовлення вогнетривких матеріалів, картону, паперу тощо
Рідке скло (канцелярський клей) Na_2SiO_3	Сплавлення натрій карбонату (соди) із силіцій оксидом: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$	Для виготовлення кислототривких цементів і бетонів, для склеювання металевих та скляних поверхонь, для укріплення ґрунтів, для надання вогнетривкості деревині й тканинам

Закінчення таблиці

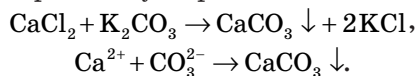
Назва сполуки	Формула сполуки	Сфера застосування
Плюмбум карбонат	PbCO_3	Як основний компонент свинцевого білила
Амоній карбонат	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	При фарбуванні тканин та при виробництві вітамінів
Барій карбонат	BaCO_3	При виробництві скла, для виготовлення емалей та глазури, для боротьби з гризунами

Якісна реакція на карбонат-іон

Для виявлення карбонат-іона використовують, переважно, дві реакції. Перша полягає в тому, що на досліджуваній розчин діють розведеними мінеральними кислотами, наприклад сульфатною або хлоридною. При цьому, у разі присутності карбонатів, виділяються пухирці вуглекислого газу, що утворюється за такою реакцією:



У якісному аналізі також використовують той факт, що карбонати лужноземельних металів нерозчинні у воді. Тоді до досліджуваного розчину додають сіль Кальцію або Барію, унаслідок чого в розчині утворюється біла каламуть:



Закінчення таблиці

Матеріал	Метод добування	Застосування
Скло віконне $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$	Сплавляння негашеного вапна CaO (або вапняку CaCO_3) з натрій карбонатом Na_2CO_3 (або натрій сульфатом з коксом $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{C}$) і SiO_2 : $2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{C} + 2\text{CaCO}_3 + 12\text{SiO}_2 \xrightarrow{t}$ $\xrightarrow{t} 2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 + 2\text{SO}_2 \uparrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$	Скло використовують як прозорий теплоізолятор у вікнах, як ізолятор у радіотехніці, як основу багатьох оптичних приладів, для захисту людей від ультрафіолетового випромінювання
Свинцеве скло (криштал) $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot 6\text{SiO}_2$	Сплавляння відповідних карбонатів із силіцій діоксидом: $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{PbCO}_3 + 6\text{SiO}_2 \xrightarrow{t}$ $\xrightarrow{t} \text{K}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot 6\text{SiO}_2 + 2\text{CO}_2 \uparrow$	Через високий коефіцієнт заломлення використовується в оптиці, нагадує брильянт і тому використовується в ювелірній справі, для виготовлення посуду
Різні керамічні матеріали (цегла, черепиця, дренажні труби, посуд тощо)	Спикання суміші глини, піску та (іноді) польового шпату. Насамкінець основним компонентом виступає алюміній силікат $\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$. Кольору надає матеріалам Fe_2O_3 , що міститься в глині	Червона цегла — один з основних будівельних матеріалів. Додаючи в сплав певні компоненти, можна добувати жаростійку цеглу, кислотостійку, декоративну тощо
Негашене вапно CaO	Прожарювання вапняку: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$	Негашене вапно на повітрі поглинає карбон діоксид, перетворюючись у досить міцний матеріал. Колись використовували в суміші з піском замість цементу
Цемент, кальцій алюмосилікат $\text{CaO} \cdot 2\text{SiO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$	Спикання вапняку й глини при $+1500^\circ\text{C}$	Дуже розповсюджена зв'язувальна речовина для будівельних матеріалів. Використовують для добування бетону
Бетон, затверділа суміш цементу, піску та дрібних каменів	До суміші цементу, піску й дрібних каменів додають воду до утворення так званого густого «цементного тіста». Це тісто заливають у форми й сушать	Бетон застосовують при будівництві майже будь-яких об'єктів. Часто використовують залізобетон, який являє собою бетон із залізним каркасом, що збільшує надійність системи

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Виберіть речовину, що утворюється при нагріванні вапняку з вугіллям:

А кальцій карбонат;
Б кальцій силікат;
В кальцій;
Г кальцій карбід.

А
Б
В
Г

2. Укажіть хімічну формулу вапняку:

А Na_2CO_3 ;
Б CaCO_3 ;
В NaHCO_3 ;
Г $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

А
Б
В
Г

3. Позначте алотропну модифікацію, утворену Карбоном, що виявляє електропровідність:

А вуглець;
Б алмаз;
В графіт;
Г фулерен.

А
Б
В
Г

4. Укажіть причину, завдяки якій алмаз має високу твердість:

А складається з атомів Карбону;
Б має атомні кристалічні ґратки;
В не має забарвлення;
Г має високу температуру плавлення.

А
Б
В
Г

5. Укажіть формулу силікату, що нерозчинний у воді:

А CaSiO_3 ;
 Б SiO_2 ;
 В Na_2SiO_3 ;
 Г K_2SiO_3 .

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

6. Позначте число електронів на зовнішньому рівні атома Силіцію:

А 2;
 Б 4;
 В 8;
 Г 14.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

7. Позначте властивості, що характерні для Силіцію:

А окисні;
 Б відновні;
 В окисні й відновні;
 Г кислотні.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

8. Виберіть речовину, що використовують для лабораторного добування силікатної кислоти:

А силіцій;
 Б натрій силікат;
 В силіцій оксид;
 Г кальцій силікат.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

9. Позначте тип кристалічних ґраток силіцію:

А атомні;
 Б йонні;
 В молекулярні;
 Г металічні.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між реагентами і продуктами їх взаємодії:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Реагенти

1 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 2 $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$;
 3 $\text{NaOH} + \text{CO}_2$;
 4 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2$.

Продукти

А Na_2CO_3 ;
 Б NaHCO_3 ;
 В $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
 Г 2NaHCO_3 ;
 Д $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

11. Установіть відповідність між реагентами і продуктами їхньої взаємодії:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Реагенти

1 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH}$;
 2 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl}$;
 3 $\text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaOH}$;
 4 $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O}$.

Продукти

А $\text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaCl}$;
 Б $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
 В NaHSiO_3 ;
 Г $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$;
 Д Na_2SiO_3 .

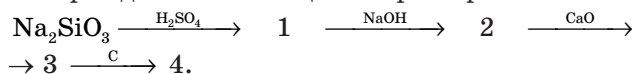
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть формули речовин у порядку збільшення ступеня окиснення Карбону:

А CH_4 ;
 Б CO ;
 В CaCO_3 ;
 Г CH_3OH .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність одержання речовин при здійсненні ланцюга перетворень:



А Si;
 Б Na_2SiO_3 ;
 В H_2SiO_3 ;
 Г CaSiO_3 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масу осаду (у грамах), що випадає при змішуванні розчину натрій силікату масою 200 г з масовою часткою солі 21,35 % та розчину ферум(II) сульфату масою 0,5 кг з масовою часткою солі 6,08 %.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. Укажіть загальну суму всіх коефіцієнтів у рівнянні реакції взаємодії вугілля з концентрованою нітратною кислотою.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 19. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛІВ

(День 52–54)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть елемент з найбільш вираженими металічними властивостями:
- А Аргентум;
Б Стронцій;
В Йод;
Г Станум.
- А
Б
В
Г

2. Позначте твердження, що характеризує більшість металів за звичайних умов:
- А рідкі речовини;
Б газоподібні речовини;
В тверді речовини;
Г мають чорний колір.
- А
Б
В
Г

3. Позначте метали, що мають забарвлення:
- А залізо та цинк;
Б алюміній та хром;
В калій і натрій;
Г мідь та золото.
- А
Б
В
Г

4. Позначте благородні метали:
- А золото і платина;
Б залізо і хром;
В мідь та алюміній;
Г магній і кальцій.
- А
Б
В
Г

5. Позначте тип хімічного зв'язку в металах:
- А ковалентний;
Б йонний;
В металічний;
Г водневий.
- А
Б
В
Г

6. Позначте ряд хімічних елементів, у якому наведено тільки металічні елементи:
- А Купрум, Аргентум, Ферум;
Б Натрій, Магній, Сульфур;
В Алюміній, Силіцій, Плюмбум;
Г Нітроген, Фосфор, Хлор.
- А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте фізичні властивості, характерні для більшості металів:
- 1 крихкість;
2 пластичність;
3 електропровідність;
4 низька температура плавлення;
5 металічний блиск;
6 прозорість.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 4, 6;
Б 2, 3, 5;
В 1, 2, 3;
Г 2, 5, 6.

8. Позначте металічні *p*-елементи:
- 1 Купрум;
2 Плюмбум;
3 Станум;
4 Хром;
5 Аурум;
6 Талій.
- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 4, 6;
Б 1, 4, 5;
В 2, 3, 6;
Г 2, 5, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність металу та властивостей його сполуки:

Метал

- 1 Калій;
- 2 мідь;
- 3 кальцій;
- 4 алюміній.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Властивості сполуки

- А Гідроксид належить до лугів;
- Б сполуки з валентністю металу II – сильні окисники;
- В гідроксид — амфотерна сполука;
- Г оксид дуже енергійно взаємодіє з водою;
- Д оксид має кислотні властивості.

10. Установіть відповідність між металом та його властивостями:

Метал

- 1 Залізо;
- 2 цинк;
- 3 натрій;
- 4 срібло.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Властивості

- А Активно розчиняється в розчинах лугів;
- Б пасивується концентрованою сульфатною кислотою;
- В активно реагує з водою за кімнатної температури;
- Г за звичайних умов не окиснюється киснем;
- Д проявляє стійкість відносно фтору.

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть елементи у послідовності зростання їх металічних властивостей:

- А К;
- Б Rb;
- В Na;
- Г Li.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть масу заліза (у грамах), що прореагувала з хлоридною кислотою, якщо під час цього виділилося 5,6 л водню (н. у.).

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛІВ

Загальні фізичні властивості металів

Металічні елементи займають переважно ліву нижню частину Періодичної системи хімічних елементів Д. І. Менделєєва. До металічних елементів належать ті елементи, у чиїх атомах на зовнішньому електронному рівні перебуває невелике (від одного до чотирьох) число електронів, які атоми можуть легко віддавати.

Метали мають низку загальних фізичних властивостей:

- добру електропровідність;
- добру теплопровідність;
- металічний блиск;
- добру пластичність (ковкість);
- зазвичай високу твердість;
- найчастіше перебувають у твердому агрегатному стані.

Про приналежність речовини до металів не можна судити тільки за однією ознакою. Так, деякі неметали можуть проводити електричний струм (графіт), мають металічний блиск (йод), мають пластичність (пластична сірка). Таким чином, відносити ту чи іншу просту речовину до металів або неметалів можна тільки за сукупністю ознак.

Загальні фізичні властивості металів (електропровідність, теплопровідність, блиск тощо) пояснюються наявністю рухливих електронів, інакше кажучи, особливим характером металічного зв'язку. Однак різні метали все-таки мають різні фізичні властивості, такі як температура плавлення, густина тощо. Ці властивості багато в чому залежать від кристалічних структур металів.

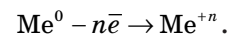
Завдяки металічному зв'язку окремі шари в кристалах металів можуть зміщуватися відносно один одного. Це надає металам пластичності (ковкості) — здатності змінювати свою форму без розриву хімічних зв'язків. Наприклад, найбільш ковким металом є золото — з 1 г золота можна витягнути дріт завдовжки 2,4 км і завтовшки в кількасот разів менше від товщини волосся. Водночас метал сурма дуже крихкий — його навіть можна розтирати на порошок у ступці.

Оскільки різні метали мають подібні металічні зв'язки, а в ряді випадків утворюють подібні металічні кристали, то багато з них при переході в розплавлений стан можуть зміщуватися один з одним, утворюючи сплави. Сплави мають більш різноманітні властивості порівняно з металами, тому в промисловості рідко використовують чисті метали. У більшості випадків для виготовлення деталей різних машин та приладів застосовують сплави. Так, мідь, олово й цинк — це м'які метали, тимчасом як сплав на їхній основі — бронза — дуже твердий, тому бронзу люди здавна використовували для виготовлення зброї, плугів та інших виробів, де потрібна підвищена твердість. Сплав олова зі свинцем (третник) застосовують при паянні, тому що він має порівняно низьку температуру плавлення. Найпоширенішими зі сплавів є чавун і сталь — сплав заліза з вуглецем та іншими неметалами.

Загальні хімічні властивості металів

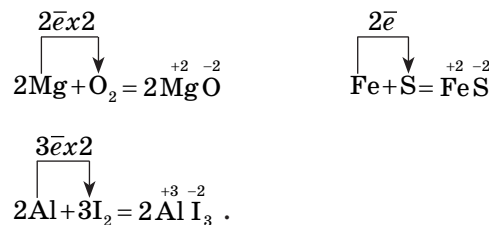
В атомах металічних елементів на зовнішній електронній оболонці утримується невелике число електронів. Ці електрони порівняно легко можуть відриватися від атомів. Така особливість металів є причиною не тільки їхніх фізичних, але й хімічних властивостей. Виходячи з того, що метали здатні тільки віддавати електрони зовнішнього електронного рівня, можна зробити висновок, що в хімічних реакціях метали здатні проявляти тільки властивості відновника.

Основний процес, який характеризує хімічні властивості металів, можна записати у вигляді такої схеми:



Взаємодія металів з неметалами

Більшість металів активно реагують із неметалами, при цьому метали виконують роль відновника, а неметали — окисника. У результаті реакцій утворюються бінарні сполуки: солі безокисенових кислот:



Або в загальному вигляді:

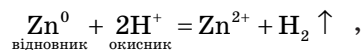
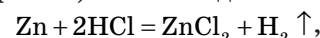


Взаємодія металів з водою

Метали	Хімічні процеси при реакції з водою	Продукти реакції
Лужні метали, а також Ca та Ba	$\text{Me}^0 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\rightarrow \text{Me}^{+n}(\text{OH})_n + \text{H}_2 \uparrow$	H_2 і $\text{Me}(\text{OH})_n$
Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Ni, Pb	$\text{Me}^0 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\rightarrow \text{Me}^{+n}\text{O}^{-2} + \text{H}_2 \uparrow$	H_2 і MeO
Cu, Ag, Au	З водою не взаємодіють	

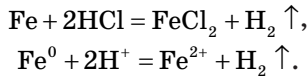
Взаємодія металів з кислотами

Активні метали, що розташовані в ряді напруг до водню, витискують Гідроген із розчинів кислот. Метали, що розташовані в ряді напруг після водню, з розчинами кислот (окрім нітратної та сульфатної) не взаємодіють:



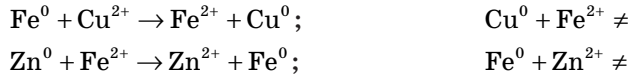
Якщо метал здатний виявляти кілька ступенів окиснення, то при взаємодії з безокисеновою кислотою утворюється сіль, у якій метал, як

правило, має нижчий ступінь окиснення, наприклад:



Взаємодія металів із солями

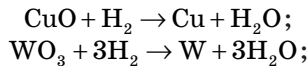
Більш активні метали здатні витіснити менш активні з їхніх солей:



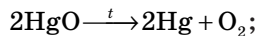
Загальні способи добування металів

Лабораторні методи добування

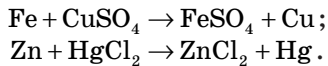
- а) відновлення оксидів металів воднем; таким способом зазвичай добувають не дуже активні метали, які не взаємодіють із воднем:



- б) розкладання оксидів важких металів:

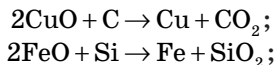


- в) витіснення металів з їхніх солей більш активними металами:

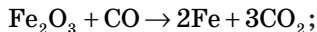


Добування металів у промисловості

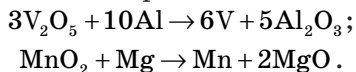
- а) відновлення оксидів металів вуглецем або кремнієм:



- б) відновлення оксидів металів карбон(II) оксидом:



- в) відновлення металів з оксидів більш активними металами в розплавах:



Відновлення металів з оксидів більш активними металами називають металотермічним методом. Найпоширенішим металом, що його використовують як відновник, є алюміній (алюмінотермія).

Корозія металів

Корозією зазвичай називають мимовільне руйнування металів у результаті їхньої хімічної

й електрохімічної взаємодії із навколишнім середовищем та перетворення їх на стійкі сполуки (оксиди, гідроксиди, солі).

Власне кажучи, корозія являє собою сукупність окисно-відновних процесів, які відбуваються при контакті металів з агресивним середовищем, що призводить до руйнування металевих виробів. Під агресивним середовищем мають на увазі окисну атмосферу (присутність кисню в атмосфері Землі робить її окисною), особливо в присутності води або розчинів електролітів.

За механізмом процесу розрізняють хімічну та електрохімічну корозію металів. Хімічна корозія являє собою звичайну хімічну реакцію між атомами металів і різних окисників. Прикладами хімічної корозії є високотемпературне окиснення металів киснем, окиснення поверхні алюмінію на повітрі, взаємодія металів із хлором, сіркою, сірководнем H_2S тощо.

Електрохімічна корозія протікає в розчинах, тобто, переважно, при контакті металів з розчинами електролітів, особливо у тих випадках, коли метали перебувають у контакті з менш активними металами. Швидкість корозії істотно залежить від активності металів, а також від концентрації й природи домішок у воді. У чистій воді метали майже не піддаються корозії, а в контакті з більш активними металами навіть у розчинах електролітів не кородують.

Причина корозії металів

Багато металічних елементів, зокрема й Ферум, перебувають у земній корі у вигляді оксидів. Перехід від металу до оксиду — енергетично вигідний процес, інакше кажучи, оксиди більш стійкі сполуки, ніж метали. Для того щоб провести зворотний процес і добути метал з руди, необхідно затратити багато енергії, тому залізо виявляє тенденцію перетворюватися знову в оксид — як кажуть, залізо іржавіє. Іржавіння — це термін для позначення корозії, тобто процесу окиснення металів під дією навколишнього середовища.

Кругообіг металів у природі можна зобразити схемою:



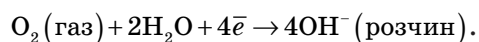
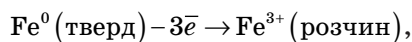
Металеві вироби іржавіють тому, що сталь, з якої вони зроблені, реагує з киснем та водою, котрі містяться в атмосфері. При корозії заліза або сталі утворюються гідратовані форми ферум(III) оксиду різного складу ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). Оксид проникний для повітря та води й не утворює захисного шару на поверхні металу. Тож корозія металу продовжується й під шаром іржі, що утворилася.

Коли метали контактують із вологим повітрям, вони завжди підлягають корозії, однак на швидкість іржавіння впливає дуже багато факторів. З-поміж них можна назвати такі: наявність домішок у металі; присутність кислот або інших електролітів у розчинах, що стикаються з поверхнею заліза; кисень, який міститься в цих розчинах.

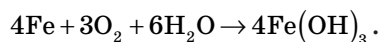
Механізм електрохімічної корозії металеві поверхні

У більшості випадків корозія являє собою електрохімічний процес. На поверхні металу утворюються електрохімічні комірки, у яких різні ділянки діють як області окиснення та області відновлення.

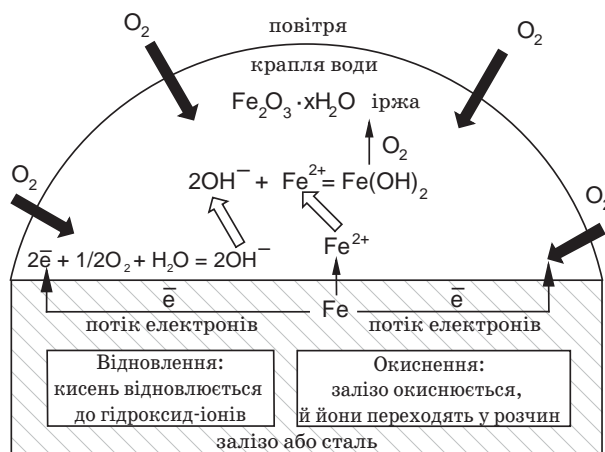
Нижче наведені дві напівреакції окисно-відновного процесу іржавіння:



Сумарне рівняння реакції корозії заліза:



Схематично процеси, які відбуваються на поверхні заліза або сталі при контакті з водою, можна подати так:



Концентрація кисню, розчиненого в краплі води, визначає, які ділянки на поверхні металу є місцем відновлення, а які — місцем окиснення.

По краях краплі, де концентрація розчиненого кисню вища, кисень відновлюється до гідроксид-іонів.

Необхідні для відновлення кисню електрони переміщуються із центра краплі, де вони вивільняються при окисненні Феруму й де концентрація розчиненого кисню мала. Йони Феруму переходять у розчин. Вивільнювані електрони по поверхні металу переміщуються до країв краплі.

Сказане вище пояснює, чому корозія найбільшою мірою проявляється в центрі краплі води або під шаром фарби: це ділянки, у які надходження кисню обмежене. Тут утворюються так звані «раковини», у яких Ферум переходить у розчин.

Іржа як така виникає в результаті послідовності вторинних процесів у розчині, куди дифундують із поверхні металу йони Феруму та гідроксид-іони. Захисний шар на поверхні не утворюється.

Активність протікання реакції відновлення Оксигену залежить від кислотності середовища, тому в кислому середовищі корозія прискорюється. Будь-які примісні солі, наприклад натрій хлорид у бризах морської води, сприяють утворенню іржі, оскільки збільшують електропровідність води.

Можливо, проблему корозії ніколи не вдасться розв'язати повністю, і найбільше, на що можна розраховувати, — це уповільнити її, але не зупинити.

Методи захисту від корозії

На сьогодні існує кілька методів запобігання корозії.

Відокремлення металу від агресивного середовища — фарбування, змащування маслами, покриття неактивними металами або емаллю (I). Приведення поверхні металів у контакт із більш активними металами (II). Використання речовин, що сповільнюють корозію (інгібітори корозії), та сплавів, стійких до корозії (III).

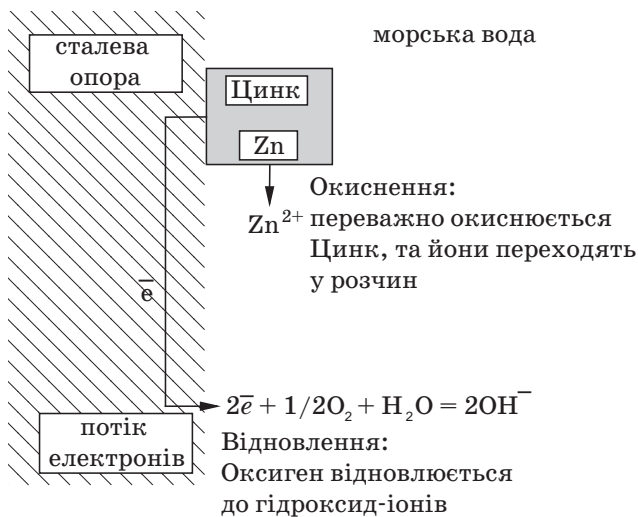
I. Найпростіший спосіб захистити сталь від корозії — це ізолювати метал від атмосферного повітря. Це можна зробити за допомогою масляного, жирового змащування або нанесення захисного шару фарби.

Зараз широко застосовують захисні покриття з органічних полімерів. Покриття можна робити різних кольорів, і це досить гнучке розв'язання проблеми корозії. Навіть побіжний погляд на речі, які оточують нас у побуті, дає масу прикладів такого розв'язання: холодильник, сушарка для посуду, піднос, велосипед тощо.

II. Іноді залізо покривають тонким шаром іншого металу. Деякі виробники виготовляють кузови автомобілів зі сталі з *гальванічним цинковим покриттям*. При такій обробці утворюється міцно зчеплений з основою шар цинк оксиду, і якщо гальванічне покриття не ушкоджене, воно добре захищає від іржі.

Навіть якщо таке покриття має вади, сталевий корпус машини все ж таки захищений від швидкого руйнування, тому що в цій системі переважно кородує цинк, а не залізо, оскільки цинк більш активний метал, аніж залізо. У даному разі цинк приносять у жертву. Одна з найперших пропозицій щодо використання протекторних («жертвних») металів була зроблена в 1824 році для захисту від корозії металеві обшивки корпусів морських човнів.

Сьогодні цинкові блоки використовують для захисту від корозії нафтовидобувних платформ у морях: корозія з дорогих складних сталевих конструкцій переводиться на шматки металу, які легко замінити. У чому ж полягає принцип такого захисту? Проілюструємо його за допомогою схеми.



Через певні проміжки вздовж усієї опори, що перебуває в морі, прикріплені цинкові блоки. Оскільки цинк активніший, аніж залізо (розташований лівіше в електрохімічному

ряді напруг), то переважно окиснюється цинк, а залізна поверхня залишається недоторканою. У принципі, будь-який метал, розташований лівіше заліза в електрохімічному ряді напруг, може бути використаний для захисту сталевих виробів.

Аналогічний принцип використовують для захисту залізобетонних конструкцій житлових будинків, у яких усі залізні прутки з'єднані один з одним і з'єднуються зі шматком магнію, заритим у землю.

III. Дуже розповсюдженим розв'язанням проблеми захисту від корозії є використання іржостійких сплавів. Багато зі сталевих виробів, використовуваних у побуті, особливо ті, що перебувають у постійному контакті з водою: кухонний посуд, ложки, виделки, ножі, бак пральної машини тощо — виготовлені з іржостійкої сталі, яка не вимагає додаткового захисту.

Іржостійку сталь винайшов у 1913 році хімік із Шеффілда Гаррі Бріарлі. Він досліджував швидке зношування нарізки збройових стволів і вирішив спробувати сталь із високим вмістом хрому, щоб подивитися, чи не можна в такий спосіб продовжити життя зброї.

Зазвичай при проведенні аналізу сталі зразок розчиняли в кислоті. Бріарлі, проводячи такий аналіз, зіштовхнувся з несподіваними труднощами. Його сталь, із високим вмістом хрому, не розчинялася. Він також помітив, що залишені в лабораторії зразки зберігали первісний блиск. Бріарлі відразу ж зметукував, що він винайшов сталь, стійку до корозії.

Винахід Гаррі Бріарлі наштовхнувся на деякі забобони. Один з головних виробників металевого посуду в Шеффілді вважав саму ідею Бріарлі такою, «що суперечить природі», а інший заявив, що «стійкість до корозії — не таке вже й велике достоїнство ножів, які за своїм призначенням вимагають чищення після кожного використання». Сьогодні ми сприймаємо як належне те, що посуд зберігає свій блиск і не піддається дії кислот, які містяться в їжі.

Іржостійка сталь не піддається корозії тому, що на її поверхні утворюється плівка хром(III) оксиду. На відміну від іржі, на цей оксид не діє вода, і він міцно зчеплений з металеву поверхню. Маючи товщину всього кілька нанометрів, оксидна плівка невидима для неозброєного ока й не приховує природний блиск металу. При цьому вона непроникна для повітря та води й захищає метал. Більше того, якщо зішкребти поверхневу плівку, вона швидко відновиться.

На жаль, іржостійка сталь дорога, і ми змушені зважати на це при виборі сталі для використання. У сучасній техніці найчастіше використовують іржостійку сталь такого складу: 74 % заліза, 18 % хрому, 8 % нікелю.

Оскільки використання іржостійкої сталі не завжди економічно виправдане, як і використання захисних шарів мастил та фарб, то сьогодні досить часто використовують покриття залізних виробів тонким шаром цинку (оцинковане залізо) або олова (луджене залізо). Останнє дуже часто використовують при виготовленні консервів.

Метод захисту консервів покриттям внутрішньої металевої поверхні оловом запропонував англієць Пітер Дюранд. Із таким захистом консерви впродовж тривалого часу залишаються придатними для їжі. На жаль, виробництво продуктивних консервів та напоїв не позбавлене труднощів. Різні продукти створюють усередині банки різне середовище, яке по-різному діє на метал і може спричинити корозію.

У банках з консервованими фруктами є органічні кислоти, наприклад лимонна кислота. У розчині ці кислоти сприяють зв'язуванню йонів Стануму Sn^{2+} і тим самим збільшують швидкість розчинення олов'яного покриття, тому в консервованих фруктах (персиках тощо) переважно кородує олово. Йони Стануму, які потрапляють у такий спосіб у їжу, нетоксичні. Вони не змінюють суттєво смакові якості консервованих фруктів, хіба що надають їм гоструватого присмаку. Однак якщо таку банку зберігати занадто довго, можуть виникнути проблеми. Тонкий шар олова, який окиснюється, зрештою зруйнується й під впливом органічних кислот почне досить швидко кородувати залізний шар.

Сплави. Доменне виробництво чавуну

Поняття про сплави

Використання чистих металів не завжди є вигідним. До того ж, не завжди можна знайти метал, який повністю відповідає необхідним вимогам. У такому разі використовують суміші металів, які називають сплавами.

Сплав — це суміш металу з одним або кількома компонентами. Компоненти змішують при плавці; при застиганні матеріалу утворюється однорідний твердий матеріал. Через присутність інших хімічних елементів у складі сплавів властивості металів змінюються, і часто новий матеріал стає більш міцним.

Наприклад, латунь — сплав міді й цинку — міцніша, ніж чисті мідь та цинк. Інший приклад — дюралюміній — сплав алюмінію й міді з невеликою кількістю магнію, заліза та кремнію. Цей матеріал використовують у літакобудуванні.

Сплавам притаманні більш різноманітні властивості порівняно з металами, тому в промисловості рідко використовують чисті метали. У більшості випадків для виготовлення деталей різних машин і приладів застосовують сплави. Так, мідь, олово й цинк — м'які метали, тимчасом як сплав на їхній основі — бронза — дуже твердий, тому люди здавна використовували бронзу для виготовлення зброї, плугів та інших виробів, де потрібна підвищена твердість. Сплав олова зі свинцем (третник) застосовують при паянні, тому що він має порівняно низьку температуру плавлення.

Склад деяких сплавів

Назва	Склад, %
Бронза берилієва	Be — 2,0—2,5, решта Cu
Бронза кремнієва	Cu — 96—98, Si — 2—3,5
Бронза олов'яна	Cu — 89—91, Sn — 9—11
Бронза фосфорна	Cu — 93—94, Sn — 6—7, P — 0,3—0,4
Сплав Вуда	Bi — 50, Pb — 25, Sn — 12,5, Cd — 12,5
Дюралюмін	Al — 93—96, Cu — 3,5—5, Mg — 0,3—1, Mn — 0,3—1
Латунь	Cu — 57—60, Zn — 40—43
Константан	Ni — 39—41, Mn — 0,4—0,6, решта Cu
Хромиста іржостійка сталь	Cr — 13—30, C до 2, решта Fe
Мельхіор	Ni — 18—20, решта Cu
Нейзильбер	Ni — 15, Zn — 20, Cu — 65
Ніхром	Ni — 64—71, Cr — 14—16, Fe — 14—17, Mn — 1—1,8
Припій свинцево-олов'яний	Sn — 14—90, решта Pb
Сплав для дробу	Sb — 0,5—1,5, решта Pb
Сталь	C до 2, добавки Si, S, P, O, N до 1, решта Fe
Твердий сплав «победит»	Co — 10, WC — 90
Друкарський сплав	Pb — 75, Sb — 20—24, Sn — 1,8—4,3, Cu — 1
Хромель	Cr — 9,5, Fe — 0,3, решта Ni
Чавун	C — 2—5, Fe — 95—98

Чавун і сталь

Найпоширеніші сплави — це чавун і сталь. Обидва ці сплави є сплавами на основі заліза. Головна відмінність між ними — це вміст вуглецю. Якщо вміст вуглецю перевищує 4 %, то такий сплав називають чавуном. Якщо ж вміст вуглецю менший за 4 %, то такий сплав називають сталлю. Вміст вуглецю в цих сплавах присутньо впливає на їхні фізичні властивості. Якщо чавун є твердим і крихким, то, на відміну від нього, сталь являє собою більш м'який і пластичний сплав. Окрім того, до складу сталі додають ще деякі інші метали задля добування сталі з необхідними характеристиками. Так, додавання до сталі марганцю підвищує її зносостійкість, що дозволяє використовувати її для виготовлення залізничних рейок. А додавання хрому збільшує стійкість до корозії; таку сталь називають іржостійкою.

Відповідно, вміст у цих сплавах певних добовок визначає галузь їхнього застосування в народному господарстві.

Виробництво чавуну

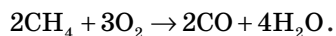
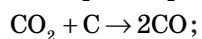
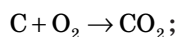
Як сировину для виробництва чавуну використовують залізну руду, що складається з оксидів Феруму, найчастіше Fe_2O_3 . Вона містить також порожню породу, у складі якої містяться сполуки Силіцію (SiO_2), Мангану (MnO_2), Алюмінію (Al_2O_3), Фосфору ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), Сульфур (FeS_2 , CaSO_4) та ін.

Перед плавкою руду збагачують — видаляють із неї певну частину порожньої породи, потім подрібнюють великі шматки руди до необхідних (оптимальних) розмірів, а пиловату руду спікають із вугіллям — піддають агломерації.

У доменній печі відбувається величезна кількість реакцій, які поділяють на кілька груп.

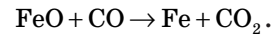
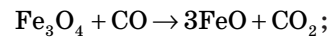
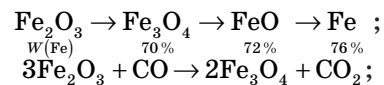
1-ша група реакцій.

Горіння коксу й утворення відновника — карбон(II) оксиду. Сьогодні в домни, окрім повітря, надходить природний газ, який інтенсифікує процес плавки й дозволяє зменшувати витрату дорогого коксу:



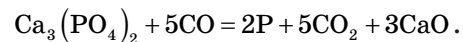
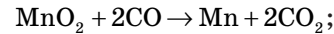
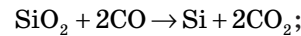
2-га група реакцій.

Відновлення ферум(III) оксиду карбон(II) оксидом відбувається трьома послідовними стадіями:



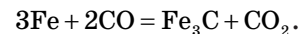
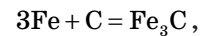
3-тя група реакцій.

Відновлення домішок. Завдяки цій групі реакцій багато елементів порожньої породи переходять у чавун:



4-та група реакцій.

Утворення чавуну найчастіше описують за допомогою рівняння реакції між залізом та коксом, а також між залізом та чадним газом:



Відмінності між чавуном і сталлю.

Способи виробництва сталі

Склад чавуну

Масова частка елементів у чавуні: Карбону — до 4,5 %, Фосфору — до 2,5 %, Сульфур — до 0,8 %. Від вмісту того чи іншого елемента та домішок залежать властивості чавуну й поділ його на сорти. Розрізняють чавун білий і сірий. Якщо Карбон у чавуні перебуває у вигляді графіту, то такий чавун називають сірим, або ливарним. Його використовують для виготовлення відливків (великих деталей машин, маховиків, плит), які не піддаються ударам та механічній обробці. Білий чавун (на зламі він має світло-сірий колір) містить Карбон у вигляді ферум карбїду Fe_3C . Такий чавун називають переробним, його використовують для переробки в сталь.

Склад сталі

Сталь — це сплав заліза з вуглецем, масова частка вуглецю в якому не перевищує 4,0 %. Сталь із найбільшим вмістом вуглецю 4,0 % називають твердою. Її використовують для виготовлення інструментів. Сталь із мінімальним вмістом вуглецю (до 0,3 %) називають м'якою й ковкою. Сталь містить також деякі технологічні домішки, які можуть бути як корисними,

так і шкідливими. До корисних домішок відносять манган і силіцій, вони мають міститися у сталі будь-яких марок (мангану від 0,3 до 0,9 %, силіцію від 0,2 до 0,5 %). Якщо в процесі переробки чавуну в сталь ці елементи переходять у шлак, їх спеціально додають наприкінці плавки. Манган зменшує черволамкість сталі, тобто ламкість при обробці нагрітої сталі, а силіцій запобігає утворенню пористості у від-

ливках, що може бути спричинене наявністю пухирців карбон(II) оксиду. Добавки силіцію й мангану роблять сталь більш якісною (легованою), тобто більш зносостійкою, жароміцною тощо. До корисних легувальних добавок, які спеціально додають у сталь, відносять також хром, нікол, вольфрам, молібден, ванадій, титан, алюміній.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте характерні риси металів:

- А пластичність; А
 Б золотистий колір; Б
 В не проводять теплоту; В
 Г рідкий агрегатний стан. Г

2. Позначте метали, що мають характерне забарвлення:

- А залізо та цинк; А
 Б алюміній та хром; Б
 В калій і натрій; В
 Г мідь та золото. Г

3. Позначте благородні метали:

- А золото і платина; А
 Б залізо і хром; Б
 В мідь та алюміній; В
 Г магній і кальцій. Г

4. Позначте тип хімічного зв'язку в металах:

- А ковалентний; А
 Б йонний; Б
 В металічний; В
 Г водневий. Г

5. Позначте ряд елементів, у якому наведено тільки металічні елементи:

- А Купрум, Аргентум, Ферум; А
 Б Натрій, Магній, Сульфур; Б
 В Алюміній, Силіцій, Плюмбум; В
 Г Нітроген, Фосфор, Хлор. Г

6. Позначте правильне твердження щодо захисту металів від корозії:

- А метали, що перебувають під водою, не піддаються корозії; А
 Б для захисту від корозії необхідно припинити контакт металевої поверхні з навколишнім середовищем; Б
 В для захисту від корозії необхідно металеві поверхні робити дзеркальними; В
 Г для захисту від корозії необхідно металеві поверхні зачищати наждаковим папером. Г

7. Позначте правильне твердження щодо чавуну:

- А це розчин вуглецю в залізі; А
 Б залізо, що виготовлене в мартенівській печі; Б
 В чисте залізо без домішок інших речовин; В
 Г інша назва сталі. Г

8. Позначте металічні *p*-елементи:

- А Купрум; А
 Б Станум; Б
 В Хром; В
 Г Аурум. Г

9. Позначте споруду або пристрій, у якому виготовляють чавун:

- А мартенівська піч; А
 Б домenna піч; Б
 В кисневий конвертер; В
 Г вугільна дуга. Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між металічним елементом та властивостями його сполуки.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Металічний елемент

- 1 Калій;
- 2 Купрум;
- 3 Кальцій;
- 4 Алюміній.

Властивості сполуки

- А Гідроксид належить до лугів;
- Б сполуки з валентністю металу II в розчинах блакитного забарвлення;
- В гідроксид — амфотерна сполука;
- Г оксид дуже енергійно взаємодіє з водою;
- Д оксид має кислотні властивості.

11. Установіть відповідність між металом та його властивостями.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Метали

- 1 Залізо;
- 2 цинк;
- 3 натрій;
- 4 срібло.

Властивості

- А Активно розчиняється в розчинах лугів;
- Б пасивується концентрованою сульфатною кислотою;
- В активно реагує з водою за кімнатної температури;
- Г за звичайних умов не взаємодіє з киснем;
- Д проявляє стійкість відносно фтору.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть елементи в порядку зростання їхніх металічних властивостей:

- А К;
- Б Rb;
- В Na;
- Г Li.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть елементи в послідовності зростання їхніх металічних властивостей:

- А Аргентум;
- Б Стронцій;
- В Йод;
- Г Станум.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть об'єм вуглекислого газу (в м³ за н. у.), що виділяється під час виготовлення сталі із чавуну масою 3 тонни, якщо при цьому вміст Карбону знижується від 3 до 1 %.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

15. Обчисліть об'єм водню (у літрах за н. у.), що виділяється при взаємодії магнію масою 60 г з надлишком хлоридної кислоти.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕМА 20. ЛУЖНІ ЕЛЕМЕНТИ І КАЛЬЦІЙ ТА ЇХНІ СПОЛУКИ

(День 55—57)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте номер групи періодичної системи, до якої входять лужні метали:
 - А I;
 - Б VI;
 - В VII;
 - Г IX.
- Позначте кількість валентних електронів, що мають атоми лужних металів:
 - А 2;
 - Б 1;
 - В 4;
 - Г 5.
- Позначте властивості, характерні для лужних металів:
 - А кислотні;
 - Б відновні;
 - В окисні;
 - Г амфотерні.
- Позначте символ хімічного елемента Кальцій:
 - А К;
 - Б Ка;
 - В Са;
 - Г С.
- Позначте число протонів, що містить ядро атома Кальцію:
 - А 20;
 - Б 30;
 - В 10;
 - Г 27.
- Позначте формулу кальцій гідроксиду:
 - А KOH;
 - Б CaO;
 - В Ca(OH)₂;
 - Г K(OH)₂

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

- Позначте фізичні властивості лужних металів:
 - 1 м'які;
 - 2 безбарвні;
 - 3 не мають запаху;
 - 4 не проводять електричний струм;
 - 5 за звичайних умов аморфні речовини;
 - 6 вибухонебезпечні.

Варіанти відповідей:

- А 1, 3;
- Б 2, 4;
- В 4, 5;
- Г 4, 6.

- Позначте фізичні властивості кальцій карбонату:
 - 1 за звичайних умов рідка речовина;
 - 2 проводить електричний струм;
 - 3 не має запаху;
 - 4 біла кристалічна речовина;
 - 5 плавиться з розкладанням;
 - 6 надзвичайно токсичний.

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 3;
- Б 2, 3, 4;
- В 3, 4, 5;
- Г 4, 5, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

- Установіть відповідність між назвою лужного металічного елемента та його символом:

Назва	Символ
1 Калій;	А Li;
2 Натрій;	Б Na;
3 Літій;	В К;
4 Цезій.	Г Rb;
	Д Cs.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Установіть відповідність між реагентами і продуктами реакції:

Реагенти	Продукти реакції
1 $\text{Ca} + \text{P}_4$;	А CaO ;
2 $\text{Ca} + \text{O}_2$;	Б Ca_3P_2 ;
3 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$;	В $\text{CaO} + \text{Fe}$;
4 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Ca}$.	Г CaH_2 ;
	Д $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть лужні металічні елементи за зростанням атомного радіуса:

А К;
Б Rb;
В Na;
Г Li.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть об'єм водню (у літрах за н.у.), що виділиться в результаті реакції 10 г натрію з надлишком води.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

ДЕЯКІ ПРЕДСТАВНИКИ МЕТАЛІВ

Загальна характеристика лужних металів

Будова атомів лужних елементів

На зовнішньому енергетичному рівні атоми лужних металічних елементів мають по одному електрону. На передзовнішньому енергетичному рівні в атома Літію 2 електрони, а в атомів інших металічних елементів по 8 електронів. Однакова будова не тільки зовнішнього, але й передостаннього енергетичного рівня атомів усіх лужних металічних елементів, окрім Літію, зумовлює велику подібність властивостей цих елементів. Водночас збільшення заряду ядра й загального числа електронів в атомі зі збільшенням порядкового номера, збільшення числа електронних рівнів (збільшення радіуса) спричиняє деякі відмінності в їхніх властивостях (збільшення легкості віддачі валентних електронів, посилення металічних властивостей).

Маючи на зовнішньому електронному рівні тільки по одному електрону, що перебуває на порівняно великій відстані від ядра, атоми цих елементів досить легко віддають електрон, тобто характеризуються низькою енергією йонізації. Утворювані при цьому однозарядні позитивні йони мають стійку електронну структуру відповідного інертного газу ($\text{Li}^+ \rightarrow \text{He}$; $\text{Na}^+ \rightarrow \text{Ne}$ тощо). Легкість віддачі зовнішніх електронів характеризує розглядані елементи як найбільш типових представників металів: металічні властивості в лужних металів виражені дуже чітко.

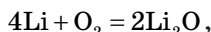
Загальні фізичні властивості лужних металів

Усі лужні метали мають кубічні об'ємно-центровані кристалічні ґратки, які не є щільно упакованими (атоми займають у них лише 68% наявного об'єму), тому всі лужні метали — легкі. Вони мають металевий блиск на свіжому зрізі металу.

Лужні метали характеризуються незначною твердістю, малою густиною, низькими температурами кипіння й плавлення, що пояснюється слабкими хімічними зв'язками в кристалічних ґратках цих металів.

Загальні хімічні властивості лужних металів

Лужні метали належать до числа найбільш активних у хімічному відношенні металів. На свіжому зрізі лужні метали мають блискучу поверхню, однак, вступаючи в контакт із киснем повітря, вони окиснюються й швидко тьмяніють, тому в разі потреби їх зберігають під шаром гасу. Усі лужні метали горять в атмосфері повітря, утворюючи сполуки з Оксигеном одного або кількох типів — нормальні *окси́ди* складу Me_2O , *перокси́ди* складу Me_2O_2 та *суперокси́ди* MeO_2 . При цьому тільки літій згорає на повітрі з утворенням оксиду:



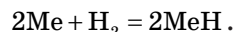
а інші лужні метали утворюють перокси́ди й суперокси́ди (або їхню суміш):



Окси́ди Натрію й Калію можуть бути отримані тільки при нагріванні суміші пероксиду з надлишком металу за відсутності кисню:

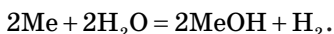


Легко віддаючи в хімічних реакціях свої валентні електрони, лужні метали є енергійними відновниками. Усі лужні метали сполучаються з воднем при нагріванні, утворюючи *гідриди*:



При взаємодії з галогенами, сіркою, азотом, фосфором, вуглецем та силіцієм утворюються відповідно *галогеніди*, *сульфіди*, *нітриди*, *фосфіди*, *карбіди* та *силіциди*.

При взаємодії лужних металів з водою утворюються луги й водень:



Активність металів зростає згори вниз за групою.

Із кислотами всі лужні метали реагують із вибухом, тому такі реакції спеціально не проводять.

Солі лужних металічних елементів розчиняються у воді, за винятком деяких солей Літію: флуориду, карбонату та ортофосфату.

Якщо внести в полум'я газового пальника сіль лужного металічного елемента, то вона розкладається, і випари вивільненого металу забарвлюють полум'я в характерний для даного металу колір. Калій забарвлює полум'я у фіолетовий колір, Натрій — у жовтий, а Літій — у малиновий. Леткі солі Рубідію та Цезію забарвлюють безбарвне полум'я пальника в рожево-фіолетовий колір.

Натрій і Калій

Поширеність у природі

Зі сполук лужних металічних елементів значно поширені в природі лише сполуки Натрію й Калію. У вигляді простих речовин у природі вони не трапляються, оскільки занадто активні.

Найважливішими природними сполуками Натрію й Калію є: натрій хлорид ($NaCl$), натрій сульфат — мірабіліт ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$), сильвініт ($NaCl \cdot KCl$), карналіт ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Сполуки інших лужних металічних елементів трапляються дуже рідко. Франції отриманий штучно в ядерних реакціях.

Добування натрію й калію

Лужні метали надзвичайно активні і є найсильнішими серед відомих відновників, тому електроліз водних розчинів солей цих металів не призводить до добування самих металів, а лише до утворення лугів. Прості речовини добувають електролізом розплавів їхніх галогенідів, найчастіше — хлоридів, що утворюють природні мінерали. Натрій у промисловості добувають електролізом розплаву натрій хлориду з інертними (графітовими) електродами.

Застосування сполук Натрію й Калію

Натрій та його сплав з калієм застосовують як рідкометалеві теплоносії. У металургії натрійтермічним методом добувають низку тугоплавких металів, а відновлюючи натрієм KOH , виділяють калій. Окрім того, натрій використовують як зміцнювальну добавку свинцевих сплавів. В органічному синтезі натрій використовують для добування багатьох речовин. Він слугує також каталізатором при добуванні деяких органічних полімерів. Із ртуттю натрій утворює твердий сплав — амальгаму натрію, яку іноді використовують як більш м'який відновник замість чистого металу. Натрій гідроксид застосовують для очищення продуктів переробки нафти, у миловарній, паперовій, текстильній та інших галузях промисловості, а також при виробництві штучного волокна.

Калій потрібен у значній кількості для живлення рослин, тому його широко використовують як добриво у вигляді нітрату. Поташ K_2CO_3 використовують при виробництві скла та рідкого мила.

Кальцій і Магній

Загальна характеристика елементів ІІа групи

До ІІа групи належать Берилій, Магній, Кальцій, Стронцій, Барій та Радій. Елементи цієї групи (Кальцій, Стронцій, Барій та Радій) називають лужноземельними елементами, оскільки вони здатні утворювати луги.

На зовнішньому електронному шарі атомів усіх цих елементів міститься по два електрони, що зумовлює їхню здатність віддавати електрони, набуваючи ступінь окиснення +2.

Загальна характеристика елементів ІІа групи

Характеристика	Берилій	Магній	Кальцій	Стронцій	Барій
Хімічний символ	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
Радіус атома, нм	0,112	0,160	0,197	0,215	0,222
Відносна електронегативність	1,57	1,31	1,00	0,95	0,89
Характерні ступені окиснення	+2	+2	+2	+2	+2
Вміст в земній корі, мас %	$3,8 \cdot 10^{-4}$	2,35	3,38	0,384	0,05

Поширеність Кальцію і Магнію в природі

Елементи ІІа групи достатньо хімічно активні, тому у вигляді простих речовин у природі не трапляються.

Магній — один з поширених елементів у природі. Відомо близько 100 його мінералів, серед яких карналіт $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$, бішофіт $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, каїніт $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, магнезит $MgCO_3$, доломіт $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ тощо. Одним з найголовніших видів магнезвмісної сировини є морська вода, що містить близько 0,13% йонів Магнію за масою.

Кальцій за поширеністю в природі посідає п'яте місце після Оксигену, Силіцію, Алюмінію і Феруму. Найважливішими природними сполуками Кальцію є кальцит, вапняк, мрамур, крейда, що мають склад $CaCO_3$; гіпс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$; фосфорит і апатит $Ca_3(PO_4)_2$; доломіт $CaCO_3 \cdot MgCO_3$. Кальцій міститься у складі 385 мінералів.

Фізичні властивості простих речовин

Магній — легкий (густина $1,738 \text{ г/см}^3$), ковкий, сріблясто-білий метал. За звичайних умов покритий міцною захисною плівкою з магній оксиду.

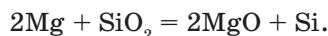
Завдяки цьому всі елементи ІІа групи є металічними. У групі закономірно посилюються металічні властивості елементів: Берилій здатний утворювати амфотерні сполуки, а Барій і Радій за багатьма властивостями подібні до лужних елементів. Про це також свідчить здатність простих речовин, утворених елементами ІІа групи взаємодіяти з водою: берилій не взаємодіє з водою навіть при сильному нагріванні, магній здатний взаємодіяти з киплячою водою, а барій при потраплянні у воду запалюється, як калій або рубідій. Посилення металічних властивостей пояснюється збільшенням радіуса атомів.

Кальцій — метал сріблясто-білого кольору, дуже легкий ($1,55 \text{ г/см}^3$), як і лужні метали, але значно твердіший за них і має більш високу температуру плавлення ($851 \text{ }^\circ\text{C}$).

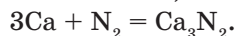
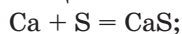
Хімічні властивості кальцію і магнію

Кальцій — типовий лужноземельний метал. Його хімічна активність висока, але найнижча за інших лужноземельних металів. Хімічна активність магнію ще нижча, його навіть можна зберігати на повітрі.

Магній при нагріванні на повітрі згоряє сліпучим полум'ям. Розпечений магній добре взаємодіє з водою і з силіцій(IV) оксидом, саме тому палаючий магній не можна гасити водою і піском:

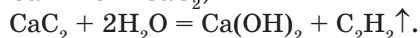
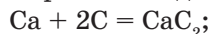


Кальцій вступає в хімічні реакції значно легше, він легко взаємодіє з більшістю неметалів за звичайних умов: киснем, вуглецем, хлором тощо:

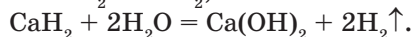
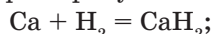


При нагріванні з вуглецем магній і кальцій утворюють карбіди, хоча правильніше їх називати ацетиленідами, оскільки їх можна розглядати як сіль ацетилену (етину). При потраплянні

у воду ацетиленіди енергійно розкладаються з утворенням відповідного гідроксиду і етину:



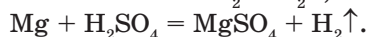
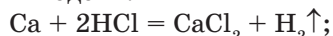
Взаємодіючи з воднем, кальцій утворює нестабільну сполуку — кальцій гідрид, що активно розкладається водою. Взаємодію кальцій гідриду з водою використовують для очищення органічних розчинників від домішок води. Кальцій гідроксид, що утворюється при взаємодії кальцій гідриду з водою, не розчиняється в органічних розчинниках, тому вода видаляється з розчинника, а нерозчинний гідроксид відфільтровують:



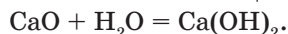
Кальцій і магній здатні витискувати водень із води. Кальцій взаємодіє з водою за звичайних умов, а магній тільки при кип'ятінні (завдяки підвищенню розчинності магній гідроксиду в гарячій воді):



Обидва метали активно взаємодіють з розчинами кислот за звичайних умов, витісняючи з них водень:



Магній оксид і кальцій оксид — основні оксиди. Їм відповідають основи, але за звичайних умов з водою з утворенням гідроксиду взаємодіє тільки кальцій оксид. Кальцій оксид називають негашеним вапном, на будівництві його гасять додаючи воду. При цьому утворюється гашене вапно — кальцій гідроксид:



Ця реакція відбувається настільки активно, з виділенням великої кількості теплоти, що вода часто закипає. Кальцій гідроксид, на відміну від магній гідроксиду, помірно розчиняється у воді, тому є малорозчинною речовиною. Насичений розчин кальцій гідроксиду у воді називають вапняною водою.

Солі Кальцію забарвлюють полум'я в цегельно-червоний колір, солі Стронцію — у червоний, солі Барію — у зелений. На цьому засновано виявлення цих елементів, а також застосування їхніх солей в піротехнічних сумішах. Сполуки Магнію не змінюють забарвлення полум'я.

Застосування магнію і кальцію

Сплави на основі магнію та алюмінію є важливими конструкційними матеріалами в авіа-

ційній та автомобільній промисловості завдяки їхній легкості та міцності. Сполуки Магнію і магній використовують для виготовлення потужних резервних електричних батарей. Магній оксид застосовують як вогнетривкий матеріал для виготовлення тиглів та футеровки металургійних печей. З монокристалів магній флуориду виготовляють оптичні лінзи. Завдяки властивості горіти сліпучим полум'ям магній широко застосовують у військовій справі для виготовлення освітлювальних та сигнальних ракет, трасуючих куль та снарядів.

Кальцій використовують як відновник для добування металів, переважно нікелю, міді та нержавіючої сталі. Сплави кальцію із свинцем застосовують в акумуляторних батареях та у підшипникових сплавах.

Кальцій карбонат використовують у виробництві цементу, сталі, скла. Кальцій оксид у чистому вигляді або у складі керамічних сумішей використовують для виготовлення вогнетривких матеріалів. Кальцій і кальцій гідрид застосовують в органічній хімії. Із кальцій карбиду добувають етин. Сполуки Кальцію застосовують у медицині як антигістамінні засоби (кальцій хлорид, кальцій глюконат тощо).

Біологічна роль Кальцію і Магнію

Магній та Кальцій — найважливіші біогенні елементи, у значних кількостях містяться в тканинах тварин і рослин. Магній необхідний для синтезу білків і АТФ у клітинах, тому є елементом, що контролює енергетичні процеси в організмі. Магній і Кальцій беруть участь у передачі нервових імпульсів і скороченні м'язів. При нестачі Магнію в організмі може виникати безсоння, хронічна втома, остеопороз, артрит, мігрень, м'язові судоми тощо.

Кальцій у складі гідроксоапатиту $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ є основою кісткової тканини, а фторапатити $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ містяться в зубах. Із кальцій карбонату складаються мушлі і панцири багатьох безхребетних (губок, коралових поліпів, молюсків тощо), ячна шкаралупа тощо. Йони Кальцію беруть участь у процесах згортання крові, секреції деяких гормонів. Тканини тварин містять 1,5–2 % Кальцію. Нестача Кальцію в організмі спричиняє м'язові судоми, біль у суглобах, сонливість, дефекти росту в дітей. Надлишок Кальцію і Магнію в організмі може осідати в нирках у вигляді каменів.

Магнієм насичені такі продукти харчування, як кунжут, висівки, горіхи. Він необхідний для

засвоєння організмом Кальцію. Багато Кальцію міститься в молочних продуктах, м'ясі, рибі та в деяких рослинних продуктах, зокрема в бобових.

Твердість води

Твердість води — це природна властивість води, зумовлена присутністю в ній розчинених солей Кальцію та Магнію. Сумарну концентрацію йонів Магнію й Кальцію називають загальною твердістю води. Розрізняють постійну й тимчасову твердість води, їхня порівняльна характеристика подана в таблиці.

Характеристика	Тимчасова твердість, або карбонатна	Постійна твердість, або некарбонатна
Причини твердості	Наявність розчинених гідрогенкарбонатів Магнію $Mg(HCO_3)_2$ й Кальцію $Ca(HCO_3)_2$	Наявність сульфатів, хлоридів або деяких інших солей Кальцію й Магнію (наприклад, $CaSO_4$, $MgCl_2$ та ін.)
Джерела твердої води	Річкові й озерні води, водопровідна вода, різні газзовані мінеральні води	Морська вода, вода солоних озер, природні негазовані мінеральні води
Усунення твердості	Усувається при кип'ятінні, при додаванні кислот або соди (Na_2CO_3)	Не усувається при кип'ятінні, але зникає при додаванні соди (Na_2CO_3) або при використанні йонообмінних смол

Морська вода непридатна для миття рук через її твердість — у твердій воді мило не милиться. Тверда вода так само непридатна для прання, тому що основний компонент прального порошку утворює хімічна сполука з йонами Магнію та Кальцію. Природна помірна твердість води необхідна для нормального вмісту Кальцію в організмі та повноцінного розвитку його кісток, але при надмірному її вживанні виникає ймовірність утворення в нирках каменів, які являють собою Кальцієві й Магнієві солі щавлевої кислоти: MgC_2O_4 — магній оксалат та CaC_2O_4 — кальцій оксалат.

У трубах з гарячою водою, у котлах і чайниках відкладається вапняний наліт, що перешкоджає нормальному теплообміну й у свою чергу призводить до надмірної витрати палива, а надалі й до течі труб, вибуху котлів та плавлення чайників.

Для того щоб позбутися вапняного нальоту в чайнику, слід залити його на ніч столовим оцтом (9% водним розчином етанової кислоти).

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте родину металічних елементів, до якої належать Натрій і Калій:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А лужні елементи;
 - Б лужноземельні елементи;
 - В рідкісноземельні елементи;
 - Г благородні елементи.
- Позначте групу металічних елементів, до якої належить Кальцій:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А лужні елементи;
 - Б лужноземельні елементи;
 - В рідкісноземельні елементи;
 - Г благородні елементи.

- Позначте, у вигляді якої сполуки Натрій найчастіше трапляється в побуті:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А кухонної солі й соди;
 - Б сплавів з іншими металами;
 - В крейди;
 - Г мармуру.
- Позначте назву мінералу, що містить йони Кальцію:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

 - А малахіт;
 - Б гіпс;
 - В сильвініт;
 - Г кам'яна сіль.

5. Позначте метали, що добувають електролізом розплавів:

А чорні метали;
 Б благородні метали;
 В малоактивні метали;
 Г активні метали.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

6. Позначте номер групи Періодичної системи, у якій розміщені лужні металічні елементи:

А I;
 Б VI;
 В VII;
 Г IX.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

7. Позначте число валентних електронів в електронних оболонках атомів лужних металічних елементів:

А 2;
 Б 1;
 В 4;
 Г 5.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

8. Позначте число валентних електронів в електронній оболонці атома Кальцію:

А 2;
 Б 1;
 В 4;
 Г 5.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

9. Позначте електронну конфігурацію йона Ca^{2+} :

А $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$;
 Б $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
 В $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$;
 Г $1s^2 2s^2 2p^6$.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між назвою лужного металічного елемента та його символом.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Назва	Символ
1 Калій;	А Li;
2 Натрій;	Б Na;
3 Літій;	В К;
4 Цезій.	Г Rb;
	Д Cs.

11. Установіть відповідність між реагентами і продуктами їхньої реакції.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Реагенти	Продукти реакції
1 $\text{Na} + \text{Cl}_2$;	А Na_2S ;
2 $\text{Na} + \text{O}_2$;	Б Na_2O_2 ;
3 $\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$;	В $\text{NaOH} + \text{H}_2$;
4 $\text{Na} + \text{S}$.	Г Na_2O ;
	Д NaCl .

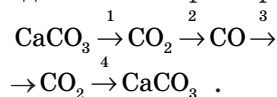
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть лужні металічні елементи в порядку зростання атомного радіуса:

А К;
 Б Rb;
 В Na;
 Г Li.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність застосування речовин для здійснення перетворень:



А O_2 ;
 Б CaO ;
 В С;
 Г HCl .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. У крейді на кожні 25 атомів Кальцію припадає 25 атомів Карбону та 75 атомів Оксигену. Складіть молекулярну формулу крейди та вкажіть у відповіді число атомів, що містяться в одній формульній одиниці.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. Визначте масу осаду, що утворюється при зливанні розчинів натрій хлориду й аргентум нітрату масою по 400 г, у яких масова частка розчинених речовин становить по 10 %.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 21. АЛЮМІНІЙ І ФЕРУМ ТА ЇХНІ СПОЛУКИ

(День 58—60)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте число електронів в атомі Алюмінію:

- А 3;
- Б 13;
- В 26;
- Г 50.

А

Б

В

Г

2. Позначте номер періоду Періодичної системи, у якому розташований Алюміній:

- А 8;
- Б 6;
- В 4;
- Г 3.

А

Б

В

Г

3. Позначте, що має статися з атомом Алюмінію, щоб утворився йон Al^{3+} :

- А віддати 2 електрони;
- Б прийняти 1 електрон;
- В віддати 3 електрони;
- Г прийняти 2 електрони.

А

Б

В

Г

4. Позначте формулу сполуки, у якій масова частка Феруму найбільша:

- А FeO ;
- Б FeS ;
- В Fe_2O_3 ;
- Г Fe_3O_4 .

А

Б

В

Г

5. Позначте формулу ферум(III) оксиду:

- А O_3F ;
- Б F_2O ;
- В Fe_2O_3 ;
- Г F_2O_3 .

А

Б

В

Г

6. Позначте правильне твердження про захист металів від корозії:

- А метали, що розташовані під водою, не піддаються корозії;
- Б для захисту від корозії необхідно припинити контакт металевої поверхні з навколишнім середовищем;
- В для захисту від корозії необхідно металеві поверхні робити дзеркальними;
- Г для захисту від корозії необхідно металеві поверхні зачищати наждаковим папером.

А

Б

В

Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте фізичні властивості Алюмінію:

- 1 за звичайних умов рідка речовина;
- 2 температура плавлення $0\text{ }^\circ\text{C}$;
- 3 має специфічний металічний блиск;
- 4 прозора речовина;
- 5 добре проводить електричний струм;
- 6 пластична.

А

Б

В

Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 4;
- Б 3, 5, 6;
- В 2, 4, 6;
- Г 3, 4, 5.

8. Позначте можливі продукти взаємодії заліза з киснем:

- 1 $Fe + H_2$;
- 2 $FeO + H_2$;
- 3 FeO ;
- 4 Fe_2O_3 ;
- 5 $Fe + H_2O$;
- 6 Fe_3O_4 .

А

Б

В

Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 3;
- Б 1, 2, 5;
- В 1, 2, 6;
- Г 3, 4, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між реагентами і продуктами їхньої реакції:

Реагенти

- 1 $2\text{FeS} + 3\text{O}_2$;
2 $4\text{FeS} + 7\text{O}_2$;
3 $2\text{FeS}_2 + 5\text{O}_2$;
4 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2$.

Продукти реакції

- А $2\text{FeO} + 4\text{SO}_2$;
Б $2\text{FeO} + 2\text{SO}_2$;
В $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$;
Г $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{SO}_2$;
Д $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Установіть відповідність між реагентами і продуктами їхньої реакції:

Реагенти

- 1 $\text{Al} + \text{N}_2$;
2 $\text{Al} + 3\text{O}_2$;
3 $\text{Al} + \text{S}$;
4 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}$.

Продукти реакції

- А $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$;
Б Al_2S_3 ;
В AlN ;
Г Al_2O_3 ;
Д $\text{Al}(\text{OH})_3$.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть сполуки у послідовності збільшення в них масової частки

Алюмінію:

- А Al_2O_3 ;
Б AlCl_3 ;
В $\text{Al}(\text{OH})_3$;
Г $\text{NaAl}(\text{OH})_4$.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. При згорянні заліза масою 14 г було витрачено кисень масою 4 г. Обчисліть масу продукту реакції.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Алюміній

Характеристика хімічного елемента

Алюміній розміщений у головній підгрупі ІІІ групи. На його зовнішньому електронному рівні міститься три електрони, які він здатний віддавати.

Порівнюючи Алюміній з іншими елементами цієї підгрупи, можна відзначити неметалічність Бору, який стоїть після Берилію в періоді, металічні властивості Галію, із чого можна припустити амфотерність сполук Алюмінію, тобто проміжних (від металічних до неметалічних) властивостей цього елемента.

Поширеність у природі

Алюміній — найпоширеніший метал на Землі (3-тє місце серед усіх елементів; 8% складу земної кори). У вигляді простої речовини він у природі не трапляється; міститься у складі

багатьох сполук, які утворюють ґрунт: глиноземів (Al_2O_3) та бокситів ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). Міститься у складі багатьох мінералів, зокрема коштовних каменів: берилу, аквамарину, рубіну, сапфіру, смарагду, корунду, топазу. Різне забарвлення цих мінералів зумовлюють невеликі домішки оксидів деяких металічних елементів.

Фізичні властивості

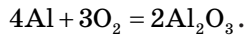
Алюміній — сріблясто-білий метал. Він ковкий, легко витягується в дріт, $T_{\text{пл.}} = +660^\circ\text{C}$, $T_{\text{кип.}} = +2520^\circ\text{C}$. За кімнатної температури алюміній не змінюється на повітрі, тому що його поверхня покрита тонкою оксидною плівкою, яка характеризується сильною захисною дією.

Хімічні властивості

1. Взаємодія з киснем.

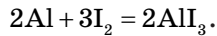
Алюміній є активним металом, тому на повітрі швидко реагує з киснем. Але перетворен-

ню піддається тільки та частина алюмінію, яка перебуває на поверхні зразка, тому що продукт взаємодії — алюміній оксид — утворює щільну оксидну плівку:

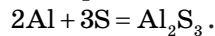


2. Взаємодія з галогенами.

Порошкоподібний алюміній активно взаємодіє з йодом за звичайних умов у присутності каталітичної кількості води:



3. Взаємодія із сіркою:

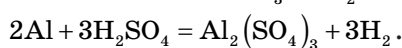
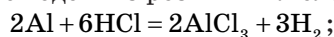


4. Взаємодія з водою.

Незважаючи на високу хімічну активність, з водою алюміній не взаємодіє. У першу чергу, завдяки захисній плівці, а також тому, що продукт взаємодії алюмінію з водою — нерозчинна речовина.

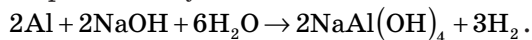
5. Взаємодія з кислотами.

Аналогічно до всіх активних металів алюміній витісняє водень із розчинів кислот:



6. Взаємодія з лугами.

Завдяки тому, що алюміній утворює амфотерні сполуки, він також здатний витіснити водень із розчинів лугів:



Добування алюмінію

Алюміній є одним із багатотоннажних продуктів металургійної промисловості. Його добувають у величезних кількостях, оскільки він є цінним матеріалом і реагентом. У сучасній металургії алюміній добувають електролізом бокситів (алюміній оксиду). Оскільки сам алюміній оксид є дуже тугоплавкою речовиною, для зменшення енерговитрат у боксит додають плавиковий шпат (кальцій флуорид), що знижує температуру плавлення руди.

Застосування алюмінію

Алюміній є цінним конструкційним матеріалом. Маючи відносну легкість (густина алюмінію набагато легша, ніж у сталі), він є досить міцним металом. Його використовують для виготовлення легких конструкцій, у сплаві з магнієм для обшивки літаків тощо. З алюмінію виготовляють столові прибори й посуд. У великих кількостях алюміній використовують

у металургії для добування металів алюмотермічним способом.

Ферум

Властивості хімічного елемента

Ферум належить до металічних елементів. За будовою електронної оболонки його відносять до *d*-елементів, оскільки в нього відбувається заповнення електронами *d*-підрівня.

Здебільшого Ферум виявляє ступінь окиснення +2 (за рахунок двох електронів зовнішнього рівня) або +3 (віддаючи ще один електрон з передзовнішнього рівня). Ступінь окиснення +3 для Феруму більш стабільний, оскільки передзовнішній *d*-підрівень у цьому разі стає наполовину заповненим, що є більш вигідним. Ферум є досить активним елементом. У хімічних реакціях він виявляє здебільшого металічність властивості.

${}_{26}\text{Fe}^0$	4	$\uparrow\downarrow$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow
${}_{26}\text{Fe}^{+2}$	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow
${}_{26}\text{Fe}^{+3}$	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow

У виняткових випадках Ферум може віддавати шість електронів і виявляє ступінь окиснення +6. Однак такі сполуки, у яких міститься Fe^{+6} , трапляються досить рідко.

Поширеність у природі

Ферум є одним з найпоширеніших елементів-металів на Землі. У земній корі 5 % маси припадає на атоми Феруму. Тільки Алюмінію в літосфері міститься більше (8,13 %).

У природі Ферум трапляється у вигляді сполук. Найпоширеніші сполуки Феруму — оксиди: ферум(II) оксид FeO , ферум(III) оксид Fe_2O_3 , а також змішаний оксид Fe_3O_4 , який іще називають залізною окалиною. Сполуки тривалентного Феруму мають колір від жовтого до бурого, залежно від складу. Саме вони надають жовтуватого кольору піску та бурого забарвлення багатьом ґрунтам.

Ферум міститься у складі великої кількості різних мінералів у вигляді оксидів, сульфідів та сполук з іншими елементами. Зазвичай ці речовини розсіяні в земній корі, але трапляються й скупчення мінералів. Ці скупчення є джерелом залізної руди, з якої потім добувають залізо.

Сполуки Феруму розчинені у водах деяких мінеральних джерел. Наявність у воді сполук двовалентного Феруму надає їй присмаку металу. Іноді у водопровідній воді, що тече по старих іржавих трубах, розчинені сполуки тривалентного Феруму, що надає воді кольору іржі.

Атоми Феруму також є складовою частиною багатьох живих організмів: в організмі дорослої людини міститься близько 4—5 г атомів Феруму. Він міститься у складі деяких вітамінів, білків, зокрема гемоглобіну — речовини, завдяки якій кров може переносити кисень по організму й виводити вуглекислий газ.

У вигляді простої речовини залізо входить до складу деяких метеоритів. Іноді трапляються злитки самородного заліза, хоча більшість учених вважають, що вони мають «метеоритне» походження.

Фізичні властивості заліза

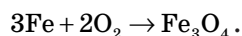
За звичайних умов залізо являє собою метал сірого кольору з металевим блиском, добре проводить електричний струм і теплоту. Залізо є досить пластичним металом і добре піддається куванню. Температура плавлення заліза +1540 °С, густина 7,87 г/см³. Як і багато інших металів, залізо не розчиняється у воді та в інших розчинниках, але розчиняється в ртуті.

Залізо притягується магнітом, тобто є парамагнетиком. Для заліза також характерне явище *феромагнетизму* — воно зберігає намагніченість після усунення зовнішнього магнітного поля. Завдяки цьому із заліза можна виготовляти магніти, а також матеріали для запису інформації.

Хімічні властивості заліза

Залізо досить активно вступає в хімічні взаємодії. Оскільки залізо має явні металічні властивості, то воно вступає переважно в реакції з неметалами.

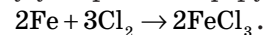
Залізо активно вступає у взаємодію з киснем навіть за звичайних умов. При нагріванні заліза на повітрі його поверхня покривається залізною окалиною:



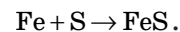
Якщо розжарений залізний дріт помістити в посудину, заповнену чистим киснем, то залізо спалахне, розкидаючи яскраві іскри.

Залізо може активно згорати навіть на повітрі. Однак це можливо тільки тоді, коли залізо подрібнене до дуже дрібного порошку, його називають пірофорним залізом. Якщо такий порошок потрапляє в повітря, то він яскраво спалахує навіть за кімнатної температури. Подрібнити залізо до дрібного порошку звичайними методами неможливо. Це роблять за допомогою хімічних методів.

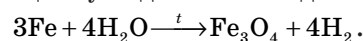
Залізний дріт також дуже активно згорає, якщо його помістити в посудину, наповнену хлором. При цьому утворюється ферум(III) хлорид:



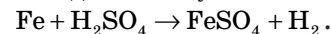
Залізо також активно взаємодіє із сіркою. У результаті цієї реакції утворюється ферум(II) сульфід:



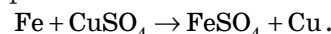
Залізо здатне реагувати з водою. При пропусканні перегрітої пари через розжарені залізні опущки залізо перетворюється на залізну окалину й при цьому виділяється водень:



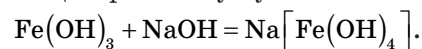
За звичайних умов залізо активно реагує з кислотами. При цьому утворюються солі, до яких Ферум входить зі ступенем окиснення +2:



Ферум також здатен витіснити менш активні метали з розчинів солей:



Зі ступенем окиснення +3 він може виявляти амфотерні властивості. Це можна довести тим, що ферум(III) гідроксид розчиняється в гарячому концентрованому лузі:



Амфотерні властивості Феруму виявляються значно слабше, ніж в Алюмінію, тому що алюміній гідроксид розчиняється в лугах за звичайних умов, а ферум(III) гідроксид — при нагріванні й за умови високої концентрації луку.

Застосування заліза

Залізо є одним із семи найстаріших металів, відомих людству з давніх часів. Унаслідок високої хімічної активності самородне залізо (тобто у вигляді простої речовини) на Землі не трапляється. Люди навчилися добувати залізо на початку першого тисячоліття до нашої ери. Звідтоді почався залізний вік розвитку нашої цивілізації. Хоча в археологічних розкопках іноді

трапляються залізні вироби, датовані другим і третім тисячоліттям до нашої ери, це так зване космічне залізо — уламки залізних метеоритів, що впали на Землю.

Залізо є набагато твердішим металом, аніж мідь, тому знаряддя праці та зброю для полювання було зручніше виготовляти саме з нього. Однак для добування заліза необхідна більш висока температура вогню, ніж для добування міді. І хоча міді в земній корі міститься приблизно в 1000 разів менше, ніж заліза, її було простіше виплавляти й обробляти. Отож першим металом, який почали обробляти люди, була мідь, а не залізо.

Залізо здебільшого використовують у вигляді сплавів: чавуну й сталі. Чавун за фізични-

ми властивостями посутньо відрізняється від заліза: він набагато твердіший і крихкіший. Саме тому чавун не піддається куванню, однак із нього виробляють предмети, що можуть витримувати великі механічні навантаження. Раніше з нього виплавляли гармати та ядра й навіть посуд. Зараз із чавуну виробляють станини для верстатів, лещата та інші вироби, для яких більш необхідна механічна міцність, а не пластичність. Такі вироби дуже «бояться» ударів, від сильного удару чавун розбивається.

Широко розповсюджена іржостійка сталь, її добувають додаванням у сталь нікелю й хрому, а для добування зносостійкої сталі додають манган (таку сталь використовують для виготовлення залізничних рейок).

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте процес, за допомогою якого добувають у промисловості алюміній:
 - А відновлення коксом;
 - Б відновлення чадним газом;
 - В електроліз;
 - Г алюмотермія.
- Позначте галузі, у яких застосовується залізо:
 - А суднобудування;
 - Б виготовлення ізоляційних матеріалів;
 - В виготовлення свічок;
 - Г підтримка дихання.
- Позначте фізичну властивість, притаманну залізу:
 - А добре розчиняється у воді;
 - Б за звичайних умов рідка речовина;
 - В температура плавлення вища за 1000 °С;
 - Г температура кипіння нижча за 1000 °С.
- Позначте фізичну властивість, притаманну алюмінію:
 - А за звичайних умов рідка речовина;
 - Б температура плавлення 0 °С;

- В прозора речовина;
- Г добре проводить електричний струм.

- Позначте формулу сполуки, у якій масова частка Феруму найбільша:
 - А FeO;
 - Б FeS;
 - В Fe₂O₃;
 - Г Fe₃O₄.
- Позначте речовину, з якою може взаємодіяти алюміній:
 - А гелій;
 - Б розбавлена нітратна кислота;
 - В вуглекислий газ;
 - Г залізо.
- Позначте, що має статися з атомом Феруму, щоб утворився йон Fe²⁺:
 - А він повинен віддати 2 електрони;
 - Б прийняти 1 електрон;
 - В віддати 1 електрон;
 - Г прийняти 2 електрони.
- Позначте правильне твердження щодо захисту заліза від корозії:
 - А при перебуванні під водою залізо не піддається корозії;
 - Б для захисту від корозії необхідно припинити контакт металевої поверхні з навколишнім середовищем;

- В** для захисту від корозії необхідно металеві поверхні робити дзеркальними;
Г для захисту від корозії необхідно металеві поверхні зачищати наждаковим папером.

9. Позначте назву мінералу, що містить Алюміній:

- А** корунд;
Б сода;
В малахіт;
Г халькопірит.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між реагентами і їхніми продуктами реакції.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Реагенти

- 1 $2\text{FeS} + 3\text{O}_2$;
 2 $4\text{FeS} + 7\text{O}_2$;
 3 $2\text{FeS}_2 + 5\text{O}_2$;
 4 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2$.

Продукти реакції

- А $2\text{FeO} + 4\text{SO}_2$;
 Б $2\text{FeO} + 2\text{SO}_2$;
 В $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$;
 Г $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{SO}_2$;
 Д $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$.

11. Установіть відповідність між реагентами і їхніми продуктами реакції.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Реагенти

- 1 $2\text{Fe} + \text{O}_2$;
 2 $4\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2$;
 3 $3\text{Fe} + 2\text{O}_2$;
 4 $4\text{FeO} + \text{O}_2$.

Продукти реакції

- А $2\text{Fe}_2\text{O}_3$;
 Б $2\text{Fe}_3\text{O}_4$;
 В $6\text{Fe}_2\text{O}_3$;
 Г 2FeO ;
 Д Fe_3O_4 .

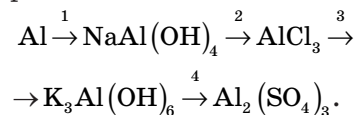
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть сполуки в порядку збільшення в них масової частки Феруму:

- А Fe_3O_4 ;
 Б FeF_3 ;
 В Fe_2O_3 ;
 Г FeO .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність застосування реагентів для здійснення перетворень:



- А HCl ;
 Б KOH ;
 В H_2SO_4 ;
 Г NaOH .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. При згорянні заліза масою 14 г було витрачено кисень масою 4 г. Обчисліть масу продукту реакції.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. У виробництві алюмінію з алюміній оксиду масою 2 т одержують алюміній масою 1 т. Обчисліть вихід продукту реакції від теоретично можливого (у відсотках).

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ (32 ДНІ)

ТЕМА 22. НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ

(День 61–65)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте назву алкану, що містить чотири атоми Карбону:

А пентан;
Б бутан;
В метан;
Г пропан.

А
Б
В
Г

2. Позначте гомологічну різницю:

А CH_2 ;
Б CH_4 ;
В CH ;
Г CH_3 .

А
Б
В
Г

3. Укажіть назву насиченого радикала, що містить три атоми Карбону:

А буган;
Б пропіл;
В метил;
Г пропан.

А
Б
В
Г

4. Укажіть загальну формулу насичених вуглеводнів (алканів):

А $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$;
Б C_nH_{2n} ;
В $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$;
Г $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$.

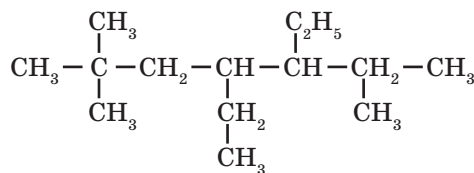
А
Б
В
Г

5. Позначте молекулярну формулу 4,5-діетил-2,2,6,6-тетраметилоктану:

А $\text{C}_{16}\text{H}_{30}$;
Б $\text{C}_{16}\text{H}_{32}$;
В $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$;
Г $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$.

А
Б
В
Г

6. Позначте назву вуглеводня, що має наступну структурну формулу:



А
Б
В
Г

А 3,4-діетил-2,6,6-триметилгептан;
Б 2,2,4,4,6-гексаметил-5-етилгептан;
В 4,5-діетил-2,2,6-триметилгептан;
Г 2,4,5-триетил-6-метилгептан.

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Укажіть можливі продукти горіння алканів:

1 кисень;
2 вода;
3 вуглекислий газ;
4 алкени;
5 чадний газ;
6 азот.

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

А 1, 4, 6;
Б 2, 3, 5;
В 1, 3, 5;
Г 2, 4, 6.

8. Укажіть речовини, які можна добути в реакції Вюрца із суміші хлороетану і хлоропропану:

1 етан;
2 буган;
3 пропан;
4 пентан;
5 гексан;
6 гептан.

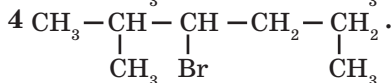
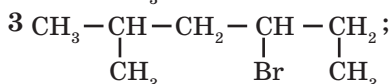
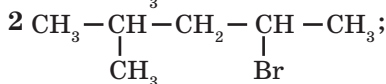
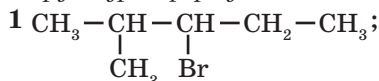
Варіанти відповідей:
А 1, 3, 6;
Б 2, 3, 5;
В 2, 4, 5;
Г 2, 4, 6.

А
Б
В
Г

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між структурною формулою алканів та їх назвами:

Структурна формула



	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Назва

- А 4-бromo-2,5-диметилпентан;
 Б 3-бromo-2-метилгексан;
 В 3-бromo-2-метилпентан;
 Г 4-бromo-2-метилгексан;
 Д 2-бromo-4-метилпентан.

10. Установіть відповідність між умовами проведення реакцій та назвою типу реакції:

Умови проведення реакції та реагенти

- 1 $\text{Cl}_2, h\nu$;
 2 $\text{Al}_2\text{O}_3, t^\circ\text{C}, p$;
 3 HNO_3 ;
 4 O_2 .

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Назва реакції

- А Ізомеризація;
 Б горіння;
 В хлорування;
 Г нітрування;
 Д гідрогенізація.

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть назви алканів у послідовності збільшення їхніх температур кипіння:

- А октан;
 Б декан;
 В бутан;
 Г пентан.

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть вихід продукту реакції (у відсотках) від теоретично можливого, якщо з хлорометану масою 40,4 г за допомогою реакції Вюрца було добуто етан об'ємом 6,72 л.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

РОЗМІТТЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Поняття про органічні речовини

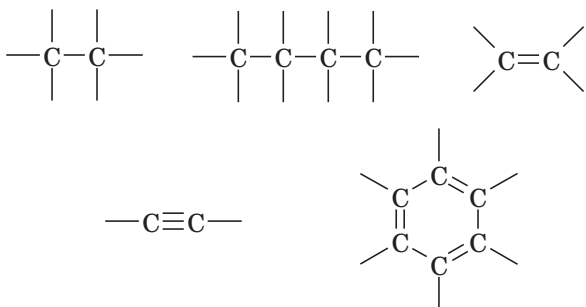
У наш час органічними називають як природні, так і синтетичні сполуки Карбону. Сьогодні відомо понад 20 мільйонів органічних речовин. Вони відіграють величезну роль

у природі, тому що життя на Землі пов'язане з їхнім виникненням і перетвореннями. Органічні сполуки становлять основу харчових продуктів, здавна застосовуються як сировина для виготовлення тканин, а також входять до складу різних видів палива. У сучасному світі незамінні синтетичні високомолекулярні сполуки, які використовуються як конструкційні матеріали, волокна тощо. Багато з них за своїми властивостями перевершують природні матеріали. Органічні сполуки — основні компоненти ліків, мийних засобів, пестицидів. Сировиною

для виробництва більшості органічних речовин служать нафта й природний газ.

Основою органічних сполук є Карбон. На відміну від інших хімічних елементів, властивості атомів Карбону дозволяють йому утворювати величезну кількість сполук, різноманітних за властивостями і функціями, які вони можуть виконувати. Різноманіття органічних сполук пояснюється двома важливими властивостями Карбону:

- здатністю атомів Карбону утворювати між собою міцні хімічні зв'язки, тобто з'єднуватися в досить довгі ланцюжки або цикли;
- здатністю атомів Карбону утворювати різні зв'язки: одинарні, подвійні і потрійні:



Незважаючи на все різноманіття, органічні сполуки мають деякі спільні властивості. Майже всі вони мають молекулярну будову, тобто складаються з молекул. Для таких сполук характерні порівняно низькі температури плавлення і кипіння, тому багато органічних сполук за звичайних умов є газуватими, леткими рідинами або легкоплавкими твердими речовинами.

На відміну від більшості неорганічних сполук органічні речовини, зазвичай, горючі і при нагріванні розкладаються. Багато з них нерозчинні у воді, а водні розчини розчинних речовин практично не проводять електричного струму. Це свідчить про те, що для органічних молекул характерні ковалентні неполярні або слабополярні хімічні зв'язки.

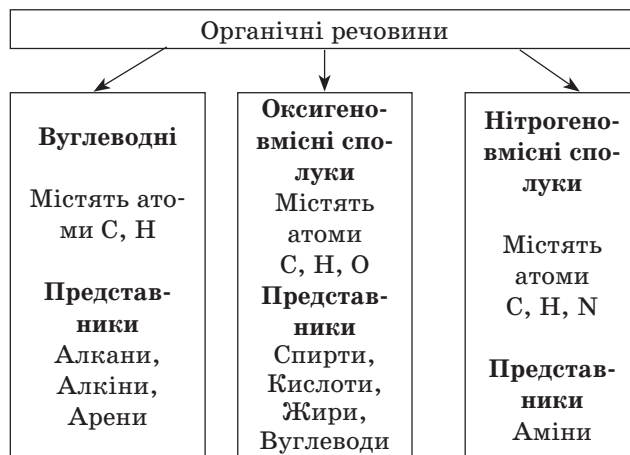
При повному спалюванні органічних речовин утворюються вуглекислий газ і вода. Отже, більшість органічних сполук, крім Карбону, містять також атоми Гідрогену і також, можливо, Оксигену. При розпаді білків утворюється амоніак, отже, органічні речовини також можуть містити атоми Нітрогену. Ці чотири елементи — Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген — утворюють більшість органічних сполук. Крім того, органічні речовини можуть

містити атоми Сульфуру, Фосфору й елементів галогенів.

Класифікація органічних сполук

Класифікація органічних сполук за складом

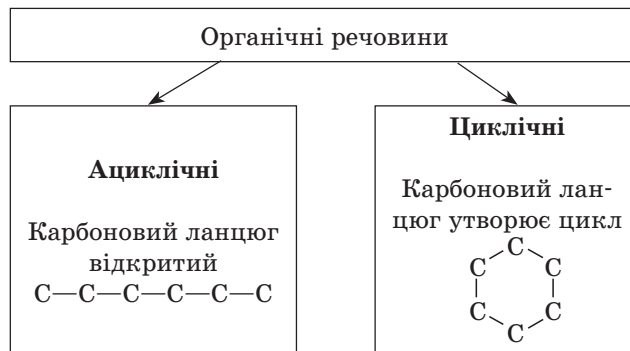
Для вивчення органічних речовин зручно розподілити їх на окремі класи відповідно до будови або властивостей. Найпростіші органічні сполуки містять тільки два елементи — Карбон і Гідроген, їх називають вуглеводнями (від двох слів — вуглець і водень). У складніших за складом речовинах зазвичай є атоми Оксигену або Нітрогену.



Існують також органічні речовини складнішого складу, які не укладаються в цю схему.

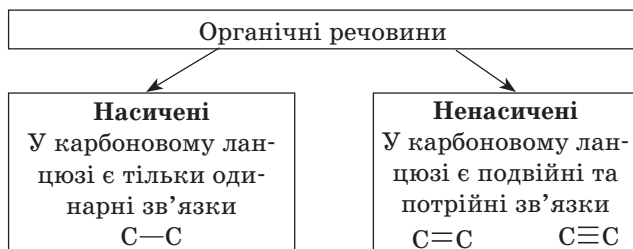
Класифікація органічних сполук за будовою карбонового кістяка

Карбонові кістяки бувають циклічними — у них карбоновий ланцюг замкнений у цикл, і відкриті, або ациклічні (префікс *a* — означає заперечення), — карбоновий ланцюг не замкнений.



Класифікація органічних сполук за кратністю зв'язків

Органічні сполуки можна також розділити за кратністю зв'язку. Сполуки, що містять тільки одинарні зв'язки C—C, називають насиченими. Ця назва пов'язана з тим, що вони містять максимально можливе при даному кістязку число атомів Гідрогену, тобто наче насичені Гідрогеном. Сполуки зі зв'язками C=C або C≡C називають ненасиченими.

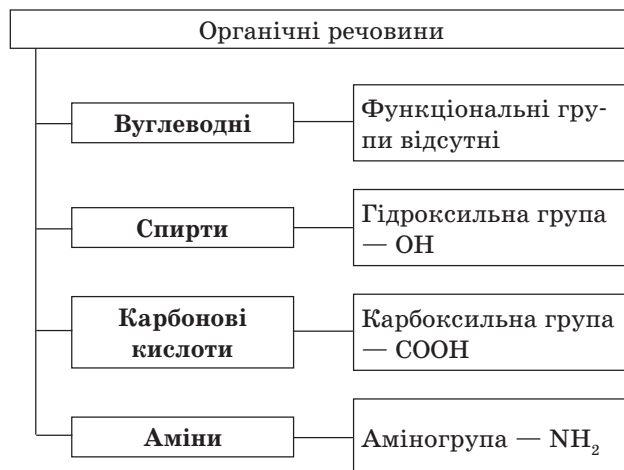


Класифікація органічних сполук за функціональними групами

Хімічні властивості органічних речовин визначаються не тільки будовою карбонового кістяка, але і головним чином видом атомів, які з ним зв'язані. У вуглеводнях карбоновий кістяк з'єднаний тільки з атомами Гідрогену, а в складніших молекулах — з атомами інших елементів

або групами атомів, які називають функціональними групами.

Функціональні групи — це активні центри органічних молекул. Саме вони найчастіше зазнають хімічних перетворень, тим самим визначаючи багато хімічних властивостей (функції) органічних сполук. Від функціональних груп залежить належність органічної речовини до того або іншого класу.



Багато органічних молекул містять відразу кілька функціональних груп. Такі сполуки називають поліфункціональними. До них відносять вуглеводи, амінокислоти, білки, нуклеїнові кислоти тощо.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Порівняльна характеристика органічних і неорганічних сполук

Властивість	Органічні сполуки	Неорганічні сполуки
Переважаючий тип хімічного зв'язку	Ковалентний слабополярний	Йонний, ковалентний сильнополярний
Температури плавлення й кипіння	У більшості випадків низькі, до +350 °C	Високі, зазвичай понад +600 °C
Стійкість при високих температурах	Зазвичай розкладаються на більш прості речовини при температурі близько 300 ÷ 450 °C	Більшість сполук стійкі до кількох тисяч градусів
Розчинність	Добре розчиняються в деяких органічних розчинниках, рідко — у воді	Більшість розчинні у воді
Електричні властивості	Майже всі сполуки — діелектрики і їхні розчини — неелектроліти	Багато речовин добре проводять електричний струм, багато з них у розчиненому або розплавленому стані є електролітами
Швидкість протікання обмінних реакцій	Повільна	Швидка
Поширеність	У живій природі (флора й фауна)	У неживій природі (атмосфера, гідросфера, літосфера)

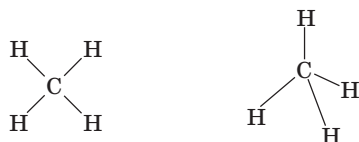
Хімічна структура та хімічна будова

Перший постулат Бутлерова. У молекулах речовин існує певний порядок зв'язування атомів, що називається хімічною структурою, або будовою речовини.

Кожній індивідуальній речовині відповідає одна-єдина певна хімічна структура.

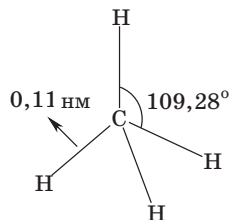
В органічній хімії Карбон завжди перебуває в чотиривалентному стані, тобто може утворювати щонайбільше чотири хімічні зв'язки.

Розгляньмо будову молекули метану CH_4 . У цій сполуці ступінь окиснення атома Карбону дорівнює -4 , а атомів Гідрогену $+1$. У просторі атоми Гідрогену можуть перебувати в такий спосіб: або в площині у вершинах квадрата, або у вершинах трикутної піраміди, так званого тетраедра. Це можна проілюструвати за допомогою структурних формул, у яких зв'язки між атомами позначають рисками:



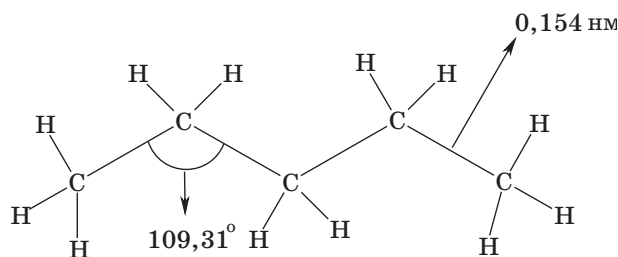
Однак форма квадрата неможлива, тому що через відштовхування атомів Гідрогену один від одного відбуватиметься деформація структури, і насамкінець молекула досягне стану, в якому атоми Гідрогену перебувають у вершинах тетраедра. При рентгеноструктурному аналізі метану було з'ясовано, що довжина зв'язків $\text{C}-\text{H}$ дорівнює $0,11$ нанометра (1 нм дорівнює 10^{-9} метра), а з погляду стереометрії було з'ясовано, що кут $\angle\text{HCH}$ дорівнює $109,28^\circ$.

Отже, наочно будову молекули метану можна подати так:



У принципі, і в більш складних органічних молекулах, у яких атоми Гідрогену заміщені різними замісниками, кути й довжини зв'язків будуть прагнути до наведених вище значень, тобто ланцюжок атомів Карбону (довжина $\text{C}-\text{C}$ зв'язку дорівнює $0,154$ нм) буде не лінійним, а зигзагоподібним, з кутом $\angle\text{CCC}$, який при-

близно дорівнює 110° . Наприклад, будову молекули пентану C_5H_{12} можна подати так:



Молекулярні, структурні та електронні формули сполук

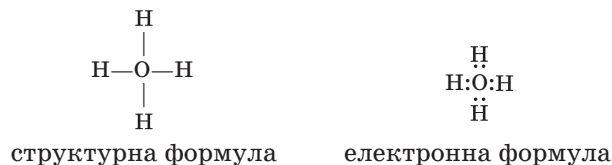
Другий постулат Бутлерова. Хімічні реакційні здатності певних груп атомів суттєво залежать від їхнього хімічного оточення, тобто від того, з якими атомами або групами атомів сусідить певна група.

Формули сполук, якими ми користалися при вивченні неорганічної хімії, відображають тільки кількість атомів того чи іншого елемента в молекулі. Такі формули називають «молекулярними формулами».

Як випливає з першого постулату Бутлерова, в органічній хімії важлива не тільки кількість тих чи інших атомів у молекулі, а ще й порядок їхнього зв'язування, тобто молекулярні формули не завжди доцільно використовувати для органічних сполук. Наприклад, для наочності при розгляді структури молекули метану ми використовували структурні формули — схематичне зображення порядку зв'язування атомів у молекулу. При зображенні структурних формул хімічний зв'язок позначають рискою, подвійний зв'язок — двома рисками тощо.

Електронна формула (або формула Льюїса) дуже схожа на структурну формулу, але в цьому випадку зображають не утворені зв'язки, а електрони, як ті, що утворюють зв'язок, так і ті, що його не утворюють.

Наприклад, щоб скласти електронну формулу метану, в структурній формулі замінюємо кожен риску між атомом Карбону та атомами Гідрогену на спільну електронну пару.



Структурні формули органічних сполук

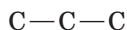
Майже всі органічні речовини складаються з молекул, склад яких виражається хімічними формулами, наприклад CH_4 , C_4H_{10} , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$:

— атоми в молекулах органічних речовин з'єднані хімічними зв'язками в певній послідовності, відповідно до їх валентності. Цю послідовність прийнято називати хімічною будовою;

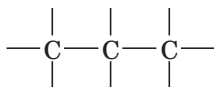
— атоми Карбону в усіх органічних сполуках чотиривалентні, а інші елементи виявляють характерні для них валентності.

На прикладі насиченого вуглеводню пропану C_3H_8 розглянемо, як скласти структурну формулу органічної речовини.

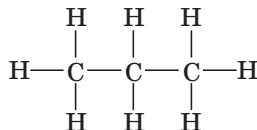
1. Зображуємо карбоновий кістяк. У даному випадку ланцюг складається з трьох атомів Карбону:



2. Карбон чотиривалентний, тому від кожного атома Карбону зображуємо недостатні риси таким чином, щоб поряд з кожним атомом було по чотири риси:



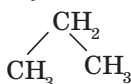
3. Допишемо символи атомів Гідрогену:



Часто структурні формули записують у скороченому вигляді, не зображуючи зв'язки $\text{C}-\text{H}$. Скорочені структурні формули набагато компактніше, ніж розгорнуті:

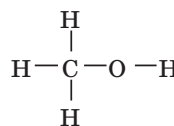


Структурні формули показують тільки послідовність з'єднання атомів, але не відображують просторової будови молекул, зокрема валентні кути. Відомо, наприклад, що кут між зв'язками C у пропані дорівнює $109,5^\circ$. Проте структурна формула пропану виглядає так, начебто цей кут дорівнює 180° . Тому вірніше було б записувати структурну формулу пропану в менш зручному, але більш правдивому вигляді:

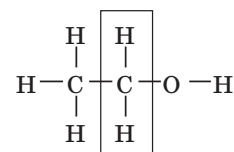


Гомологічні ряди органічних сполук

Розглянемо структурні формули двох сполук одного класу, наприклад спиртів:



метиловий спирт
(метанол)



етиловий спирт
(етанол)

Молекули метилового CH_3OH й етилового $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ спиртів мають однакову функціональну групу OH , загальну для всього класу спиртів, але відрізняються довжиною карбонового кістяка: в етанолі на один атом Карбону більше. Порівнюючи структурні формули, можна помітити, що при збільшенні карбонового ланцюга на один атом Карбону склад речовини змінюється на групу CH_2 , при подовженні карбонового ланцюга на два атоми — на дві групи CH_2 тощо.

Сполуки одного класу, що мають подібну будову, але відрізняються за складом на одну або кілька груп CH_2 , називають гомологами.

Групу CH_2 називають гомологічною різницею. Сукупність всіх гомологів утворює гомологічний ряд. Метанол і етанол належать до гомологічного ряду спиртів. Усі речовини одного ряду мають подібні хімічні властивості, а їхній склад можна виразити загальною формулою. Наприклад, загальна формула гомологічного ряду спиртів — $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$, де n — натуральне число.

Клас сполук	Загальна формула	Загальна формула з виокремленням функціональної групи
Алкани	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	
Циклоалкани	C_nH_{2n}	
Алкени	C_nH_{2n}	
Алкадієни	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	
Алкіни	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	
Одноядерні ароматичні (гомологічний ряд бензену)	$\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$	
Одноатомні насичені спирти	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$
Багатоатомні спирти	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_x$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2-x}(\text{OH})_x$
Альдегіди	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CHO}$

Закінчення таблиці

Клас сполук	Загальна формула	Загальна формула з виокремленням функціональної групи
Одноосновні карбонові кислоти	$C_n H_{2n} O_2$	$C_n H_{2n+1} COOH$
Естери	$C_n H_{2n} O$	$C_n H_{2n+1} COOC_n H_{2n+1}$
Вуглеводи	$C_n (H_2O)_m$	
Аміни первинні	$C_n H_{2n+3} N$	$C_n H_{2n+1} NH_2$
Амінокислоти	$C_n H_{2n+1} NO$	$H_2NC_n H_{2n} COOH$

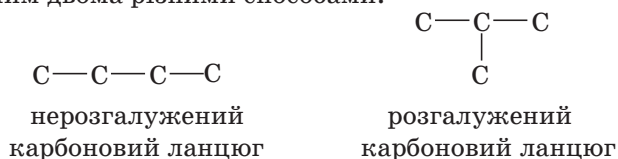
Явище ізомерії

Третій постулат Бутлерова. Деякі різні речовини мають однакову хімічну формулу, але різну структуру. Таке явище називають ізомерією.

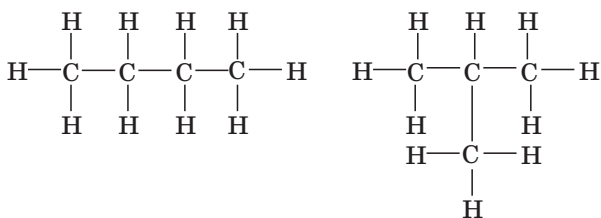
Ізомерія — це дуже розповсюджене явище. З явищем ізомерії значною мірою пов'язане величезне різноманіття органічних сполук. Кількість ізомерів з великою швидкістю зростає при збільшенні кількості атомів Карбону. Наприклад, кількість ізомерів бутану C_4H_{10} дорівнює 2, декану $C_{10}H_{22}$ — 75, а ейкозану $C_{20}H_{42}$ — вже 336 319!

Ізомери

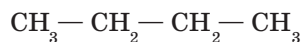
Одній молекулярній формулі можуть відповідати різні речовини. Наприклад, для сполуки зі складом C_4H_{10} можна запропонувати дві структурні формули, у яких карбоновий кістяк буде містити чотири атоми, з'єднані один з одним двома різними способами:



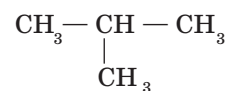
Кожному з них відповідає свій вуглеводень:



або



бутан

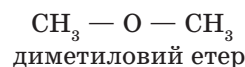
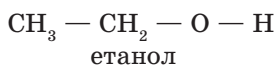


ізобутан

Таким чином, одній молекулярній формулі відповідають дві різні речовини — їх називають ізомерами.

Ізомери — це речовини, що мають однакову молекулярну формулу, але різну будову.

Будова молекул визначає їхні властивості, тому ізомери відрізняються один від одного за фізичними і хімічними показниками. Наприклад, складу C_2H_6O відповідають дві речовини — етанол і диметилловий етер:

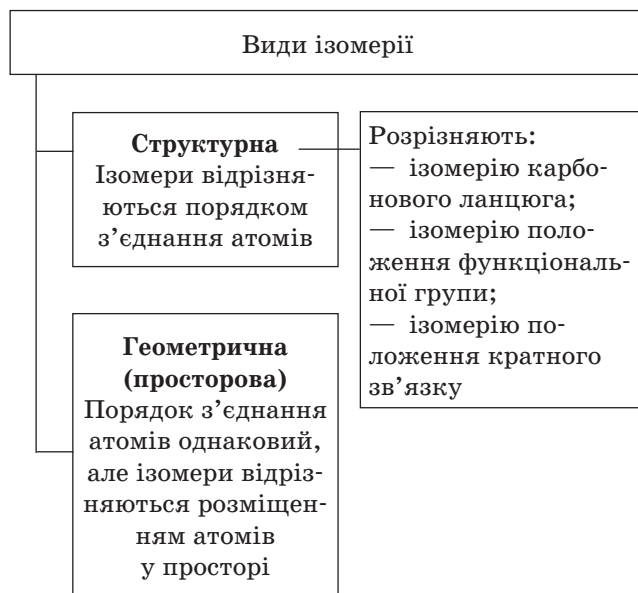


Етанол — це рідина, що реагує з натрієм. Диметилловий етер — газ, з натрієм не взаємодіє.

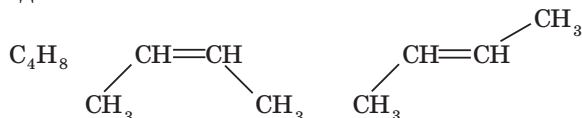
Явище ізомерії для органічних сполук відкрив О.М. Бутлеров. Спочатку він передбачив його теоретично, а потім підтвердив експериментально: синтезував ізобутан і довів, що два ізомери — бутан та ізобутан — мають різні властивості.

Різновиди ізомерії

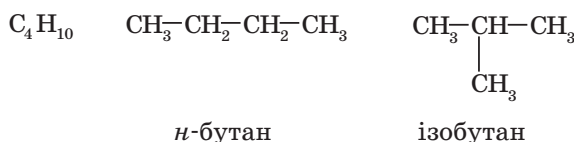
Ізомери відрізняються один від одного будовою молекул, але ці відмінності можуть бути різними. Залежно від того, за якою ознакою відрізняється будова молекул ізомерів, розрізняють декілька видів ізомерії:



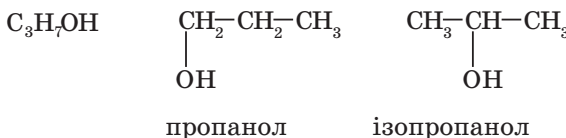
Усі різновиди ізомерії можна згрупувати у два типи: структурна і геометрична. Структурні ізомери відрізняються один від одного порядком з'єднання атомів, а у геометричних ізомерів порядок з'єднання однаковий, але геометрично молекули відрізняються одна від одної, наприклад:



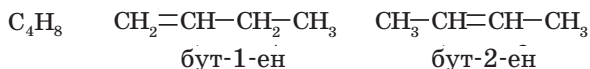
Якщо два ізомери належать до одного класу органічних сполук, то вони можуть відрізнятися один від одного за різними ознаками. Найчастіше трапляється ізомерія карбонового ланцюга: у цьому випадку ізомери відрізняються порядком з'єднання атомів Карбону карбонового кістяка, як, наприклад: C_4H_{10}



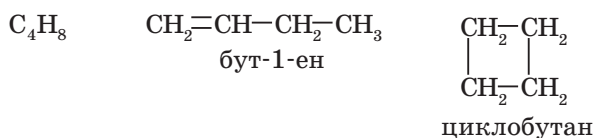
Багато сполук містять у своєму складі функціональні групи. Якщо карбоновий ланцюг має достатню довжину, то функціональна група може з'єднуватися з різними атомами Карбону в ланцюзі — це ізомерія положення функціональної групи:



Якщо сполука з великим карбоновим ланцюгом також має кратні зв'язки (подвійні або потрійні), то такі зв'язки можуть бути утворені між різними атомами Карбону — це ізомерія кратного зв'язку:



Структурні ізомери можуть належати не тільки до одного, але і до різних класів сполук. У такому випадку ізомерію називають міжкласовою. Так, розглянуті вже етанол і диметиловий етер є міжкласовими ізомерами: перша сполука належить до класу спиртів, а друга — до етерів. Також можуть існувати пари речовин, одна з яких є ненасиченим вуглеводнем, а друга — циклічним вуглеводнем:



Номенклатура органічних сполук

Сучасна номенклатура є систематичною і міжнародною, щоб спеціалісти всього світу могли відобразити в назві структуру сполуки і навпаки. У наш час використовується номенклатура ІЮПАК (IUPAC — Міжнародна спілка теоретичної і прикладної хімії).

За правилами ІЮПАК назва органічної сполуки складається з назви головного ланцюга, що утворює корінь слова, і назви замісників та функціональних груп, що позначаються префіксами або суфіксами.

Для правильного складання назви слід спочатку обрати головний ланцюг з атомів Карбону і пронумерувати в ньому атоми Карбону.

Замісник — це будь-який атом або група атомів, що заміщує атом Гідрогену в первісній структурі.

Функціональна група — це атом або група атомів неуглеводневого характеру, що визначає приналежність сполуки до певного класу.

Характеристична група — це функціональна група, сполучена з первісною структурою. Для складання назви в першу чергу визначають тип характеристичної групи (якщо вона є). Якщо характеристичних груп у сполуці декілька, то виділяють старшу характеристичну групу. Потім визначають первісну структуру, в яку обов'язково має входити старша характеристична група.

Для складання назв вуглеводнів слід дотримуватися певних правил.

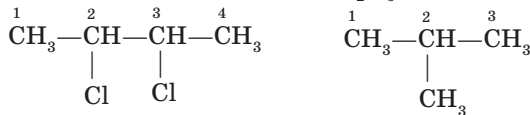
Нумерацію атомів Карбону в головному ланцюзі починають з того боку ланцюга, до якого ближче розташована старша група. Якщо варіантів декілька, то нумерацію проводять у такий спосіб, щоб кратний зв'язок (або інший замісник), що наявний в молекулі, отримав би найменший номер.

Основу назви сполуки становить корінь слова, що позначає насичений вуглеводень з таким самим числом атомів, що й головний ланцюг (мет-, ет-, проп-, бут-, тощо). Потім вказують суфікс, що характеризує ступінь насиченості: -ан, якщо в молекулі відсутні кратні зв'язки, -ен (-єн) за наявності подвійних зв'язків та -ин (-ін) за наявності потрійних зв'язків: пентан, пентен, пентин. Якщо кратних зв'язків у молекулі декілька, то в суфіксі вказується їхнє число: -дієн, -триєн, а перед суфіксом обов'язково арабськими цифрами вказується положення кратного зв'язку (пент-2-єн, гекс-3-ин, проп-1,2-дієн). Далі в суфіксі виносить назва найстаршої характерис-

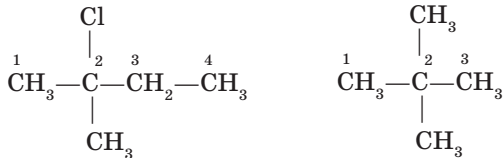
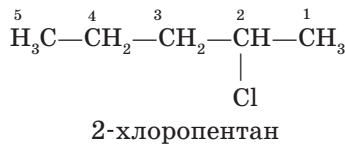
тичної групи в молекулі із зазначенням її положення цифрою.

Інші замісники позначаються префіксами. При цьому їх наводять не за старшинством, а за алфавітом. Положення замісника вказується цифрою перед префіксом: 3-метил; 2-хлор тощо. Якщо в молекулі наявні декілька однакових замісників, то перед назвою відповідної групи словом вказується їхнє число (диметил-, трихлор-, тетрабром- тощо). Усі цифри в назвах сполук відокремлюються від інших слів дефісом, а одна від одної комами.

Вуглеводневі замісники також мають власні назви, вони походять від назв відповідного йому алкану заміною суфіксу -ан на -ил (-іл): CH_4 — метан, а замісник CH_3 — метил, C_2H_6 — етан, а відповідний йому замісник C_2H_5 — етил тощо.

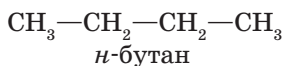
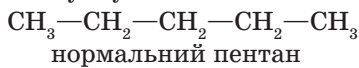


2,3-дихлоробутан 2-метилпропан
або ізобутан



2-метил-2-хлоробутан 2,2-диметилпропан

У назвах алканів нерозгалуженої будови без замісників для підкреслення їхньої нерозгалуженої будови додають слово «нормальний» або скорочено букву «н»:



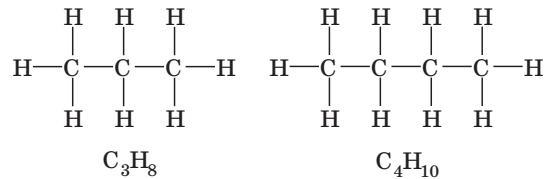
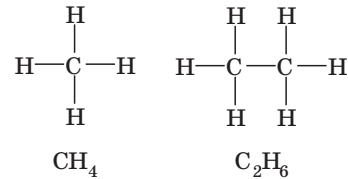
НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ. АЛКАНИ

Гомологічний ряд алканів

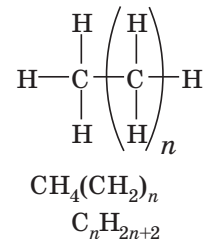
Усі насичені вуглеводні можна вишикувати в ряд, у якому порядковий номер вуглеводню

буде дорівнювати числу атомів Карбону в молекулі. Такий ряд називають гомологічним рядом, а сполуки, з яких складається цей ряд, називають гомологами.

Структурні формули й молекулярні формули нижчих (з невеликим числом атомів Карбону) гомологів мають вигляд:



Неважко помітити, що число атомів у наведених сполуках відрізняється на сталий фрагмент CH_2 . І справді, усі формули, подані вище, можна зобразити за допомогою однієї:



Тут коефіцієнт n може набувати невід'ємних цілих значень: 0, 1, 2, 3 тощо.

Різницю у формулах найближчих гомологів (CH_2) заведено називати гомологічною різницею.

Кожна сполука, зокрема й вуглеводні, мають власні назви. Назви сполук, що належать до гомологічного ряду алканів, є основою для складання назв інших органічних сполук. Перші чотири члени гомологічного ряду алканів мають традиційні назви, інші назви походять від назв грецьких числівників з додаванням суфікса — *ан*.

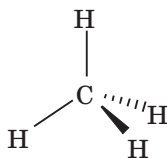
CH_4	Метан	C_9H_{20}	Нонан
C_2H_6	Етан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Декан
C_3H_8	Пропан	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	Ундекан
C_4H_{10}	Бутан	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	Додекан

Закінчення таблиці

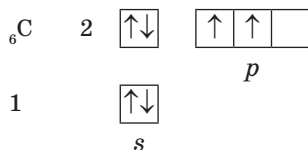
C_5H_{12}	Пентан	$C_{13}H_{28}$	Тридекан
C_6H_{14}	Гексан	$C_{14}H_{30}$	Тетрадекан
C_7H_{16}	Гептан	$C_{20}H_{42}$	Ейкозан
C_8H_{18}	Октан		

Будова алканів

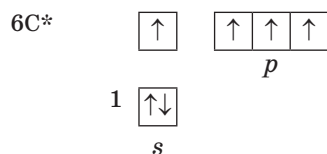
Кожний атом Карбону в алканах перебуває в стані sp^3 -гібридизації й утворює чотири σ -зв'язки С–С або С–Н, кути між якими дорівнюють $109,5^\circ$. Завдяки такій орієнтації зв'язки від одного атома Карбону в алканах спрямовані до вершин тетраедра. Довжина зв'язку С–С в алканах дорівнює 0,154 нм, енергія зв'язку — 354 кДж/моль.



Валентність атома Карбону має зумовлюватися будовою його електронної оболонки. У звичайному (основному стані) на зовнішньому енергетичному рівні атома Карбону міститься чотири електрони: одна пара на s -орбіталі і два неспарені на p -орбіталі:



Але для утворення чотирьох зв'язків на зовнішньому рівні має бути чотири неспарені електрони. Для цього атом Карбону поглинає невелику кількість енергії і переходить у збуджений стан, у якому будова його електронної оболонки виявляється такою:



При переході одного електрона на p -орбіталь, орбіталі зовнішнього рівня атома Карбону також зазнають змін: одна s -орбіталь та три p -орбіталі утворюють чотири однакові за енергією та формою орбіталі. Ці орбіталі називають гібридизованими, а про стан самого атома Карбону говорять, що він перебуває у стані sp^3 -гібридизації.



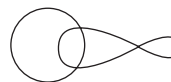
негібридизовані
 s - та p -орбіталі

гібридизована
орбіталь

Оскільки нові орбіталі однакові за енергією, вони мають однаково відштовхуватися одна від одної і тому на відміну від звичайних p -орбіталей, що розташовані по взаємоперпендикулярних осях, sp^3 -гібридизовані орбіталі у просторі розташовані таким чином, що вони спрямовані до вершин тетраедра (правильної трикутної піраміди):



Для утворення зв'язків гібридизовані орбіталі перекриваються з іншими орбітальми (s -орбітальми або іншими гібридизованими орбітальми):



або

Добре видно, що в обох випадках перекривання орбіталей відбувається у такий спосіб, що лінія, яка з'єднує ядра атомів, перетинає область перекривання орбіталей. Такий тип зв'язку називають σ -зв'язком. Він завжди утворюється при з'єднанні атомів одинарним зв'язком. Отже, в алканах усі утворені зв'язки С–С та С–Н є σ -зв'язками.

Фізичні властивості алканів

Оскільки речовини гомологічного ряду алканів мають подібну будову й відрізняються тільки довжиною карбонового ланцюга, то і їхні фізичні властивості подібні.

За звичайних умов перші чотири алкани, від CH_4 до C_4H_{10} , — гази, наступні, від C_5H_{12} до $C_{16}H_{34}$, — рідини, алкани з більшим числом атомів Карбону — тверді речовини. Це пояснюється тим, що зі збільшенням довжини карбонового ланцюга збільшується молекулярна маса речовин, а отже збільшується необхідна кількість енергії для плавлення або випаровування речовин. Для будь-якого гомологічного ряду виконується правило, що зі збільшенням числа атомів Карбону підвищуються температури плавлення і кипіння речовин.

Усі алкани — безбарвні речовини. На відміну від газуватих і твердих алканів, рідкі алкани

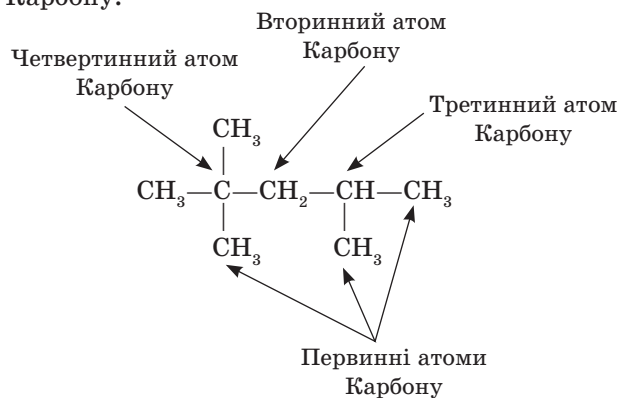
мають специфічний «вуглеводневий» або «квітковий» запах.

Усі алкани — малополярні сполуки, тому вони практично нерозчинні у воді, а тверді алкани жирні на дотик. Саме тому алкани й інші нециклічні вуглеводні ще називають аліфатичними сполуками («аліфатичний» походить від грецького *aleiphar* — жир). Рідкі алкани легші за воду, при спробі змішати їх з водою суміш розшарується: алкан виявляється зверху, а вода — знизу. Тому нафта, що складається переважно з рідких алканів, при потраплянні у водойми розтікається тонким шаром по поверхні води і створює серйозні проблеми для навколишнього середовища.

Хімічні властивості алканів

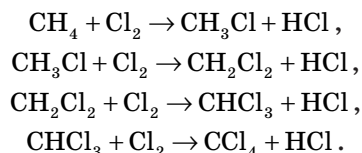
За звичайних умов алкани хімічно інертні. Вони стійкі до дії багатьох реагентів: не взаємодіють із концентрованими сульфатною та нітратною кислотами, з концентрованими й розплавленими лугами, не окиснюються сильними окисниками — калій перманганатом KMnO_4 тощо.

Хімічна стійкість алканів пояснюється високою міцністю зв'язків $\text{C}-\text{C}$ та $\text{C}-\text{H}$, а також їхньою неполярністю. неполярні зв'язки $\text{C}-\text{C}$ в алканах не схильні до йонного розриву, але здатні до розщеплення гомолітично під дією активних вільних радикалів. Для алканів характерні радикальні реакції, унаслідок яких виходять сполуки, де атоми Гідрогену заміщені на інші атоми або групи атомів. Отже, алкани вступають у реакції, які протікають за механізмом радикального заміщення. За таким механізмом найлегше заміщаються атоми Гідрогену в третинних, потім у вторинних і первинних атомів Карбону.



1. Галогенування. При взаємодії алканів з галогенами (хлором і бромом) під дією ультрафіолетового випромінювання або високої температури

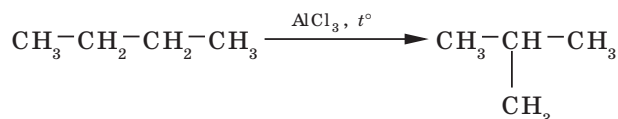
утворюється суміш продуктів від моно- до полігалогензаміщених алканів. Загальна схема цієї реакції показана на прикладі метану:



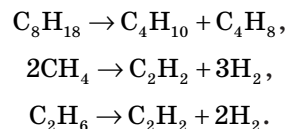
2. Нітрування (реакція Коновалова). Під час дії нітратної кислоти на алкани при температурі $+140^\circ\text{C}$ та невеликому тиску протікає радикальна реакція:



3. Ізомеризація. Нормальні алкани за певних умов можуть перетворюватися на алкани з розгалуженим ланцюгом:

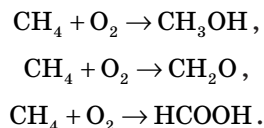


4. Крекінг — це гомолітичний розрив зв'язків $\text{C}-\text{C}$, що протікає при нагріванні й під дією каталізаторів. При крекінгу алканів утворюються алкени й нижчі алкани, при крекінгу метану й етану утворюється етин:

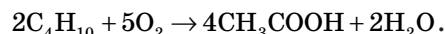


Ці реакції мають велике промислове значення. В такий спосіб висококиплячі фракції нафти (мазут) перетворюють на бензин, газ та інші цінні продукти.

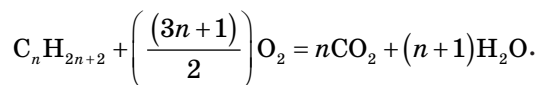
5. Окиснення. При м'якому окисненні метану киснем повітря в присутності різних каталізаторів можуть бути отримані метанол, метаналь, метанова кислота:



М'яке каталітичне окиснення бутану киснем повітря — один із промислових способів добування етанової кислоти:



На повітрі алкани згорають до CO_2 та H_2O :

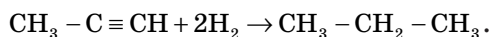
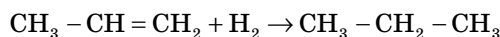


Методи добування алканів

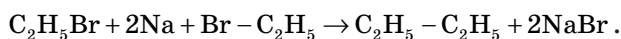
Основні природні джерела алканів — нафта й природний газ. Різні фракції нафти містять алкани від C_5H_{12} до $C_{30}H_{62}$. Природний газ складається з метану (95 %) з домішкою етану та пропану.

Із синтетичних методів добування алканів можна виділити наступні:

1. *Добування з ненасичених вуглеводнів.* Взаємодія алкенів або алкінів з воднем («гідрування») відбувається в присутності металевих каталізаторів (Ni, Pd) при нагріванні:

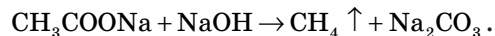


2. *Добування з галогенопохідних.* При нагріванні моногалогенозаміщених алканів з металевим натрієм добувають алкани з подвійним числом атомів Карбону (реакція Вюрца):

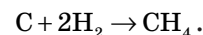


Подібну реакцію зазвичай не проводять із двома різними галогенозаміщеними, оскільки при цьому виходить суміш трьох різних алканів.

3. *Добування із солей карбонових кислот.* При сплавленні безводних солей карбонових кислот з лугами добувають алкани, що містять на 1 атом Карбону менше порівняно з карбоновим ланцюгом вихідних карбонових кислот:

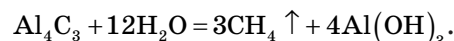


4. *Добування метану.* В електричній дузі, що горить в атмосфері водню, утворюється значна кількість метану:



Така сама реакція відбувається при нагріванні вуглецю в атмосфері водню при температурі +400—500 °C при підвищеному тиску в присутності каталізатора.

5. У лабораторних умовах метан часто добувають з алюміній карбїду:



КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Укажіть третій член гомологічного ряду метану:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А декан;
Б бутан;
В пропан;
Г метан.
- Укажіть сполуку, що є гомологом для гексану:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А пропін;
Б пропан;
В пропен;
Г циклопропан.
- Укажіть число можливих структурних формул, що відповідають складу C_3H_8 :

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А 1;
Б 2;
В 3;
Г 4.

- Позначте правильне твердження щодо ізомерів:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А мають тотожні властивості;
Б мають різні молекулярні маси;
В відрізняються за будовою;
Г ізомери бувають лише одного виду.
- Позначте вид ізомерії органічних сполук, що властива для алканів:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А термічна;
Б структурна;
В геометрична;
Г кольорова.
- Позначте назву насиченого радикала, що містить три атоми Карбону:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А пропен;
Б пропіл;
В пропін;
Г пропан.
- Позначте загальну формулу насичених вуглеводнів (алканів):

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А C_nH_{2n-2} ;
Б C_nH_{2n} ;
В C_nH_{2n+2} ;
Г $C_{2n}H_{2n-2}$.

8. Укажіть речовину, що можна добути реакцією Вюрца з хлороетану:

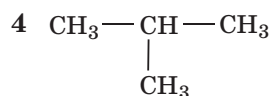
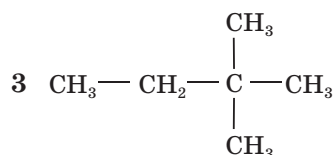
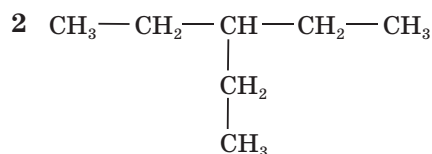
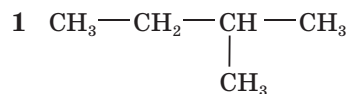
А етан;
Б бутан;
В пропан;
Г пентан.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

9. Установіть відповідність між формулою та назвою ізомерів.

Формула сполуки



Назва сполуки

А 2-метилбутан;
Б 2-метилпропан;
В 3-етилпентан;
Г 2,2-диметилбутан;
Д 3-метилбутан.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Установіть відповідність між умовами проведення реакцій та назвою типу реакції.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Умови проведення реакції та реагенти

1 $\text{Cl}_2, h\nu$;
2 $\text{Al}_2\text{O}_3, t^\circ\text{C}, p$;
3 HNO_3 ;
4 O_2 .

Назва реакції

А Ізомеризація;
Б горіння;
В хлорування;
Г нітрування;
Д гідрогенізація.

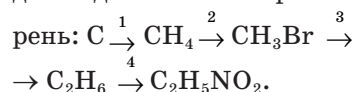
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть назви алканів у порядку збільшення їхніх температур кипіння:

А октан;
Б декан;
В бутан;
Г пентан.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Установіть послідовність застосування реагентів для здійснення перетворень:



А $\text{Br}_2, h\nu$;
Б H_2, Pt ;
В HNO_3 ;
Г Na .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

13. Укажіть число структурних ізомерів зі складом C_5H_{12} .

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

14. Обчисліть масу циклобутану (у грамах), що утворюється при взаємодії 1,4-дихлоробутану масою 63,5 г з кальцієм.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 23. НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ

(День 66—70)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте назву алкену, що містить три атоми Карбону:

А пентен;
Б бутен;
В етен;
Г пропен.

А
Б
В
Г

2. Укажіть загальну формулу алкенів:

А $C_n H_{2n-2}$;
Б $C_n H_{2n}$;
В $C_n H_{2n+2}$;
Г $C_n H_{2n-4}$.

А
Б
В
Г

3. Позначте молекулярну формулу бутену:

А C_4H_4 ;
Б C_4H_8 ;
В C_4H_{10} ;
Г C_4H_7 .

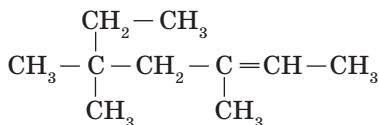
А
Б
В
Г

4. Позначте молекулярну формулу 3-етил-2,2,7-триметиліокт-3-ену:

А $C_{13}H_{26}$;
Б $C_{14}H_{28}$;
В $C_{12}H_{24}$;
Г $C_{13}H_{28}$.

А
Б
В
Г

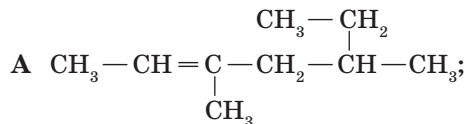
5. Позначте назву вуглеводню, що має структурну формулу:



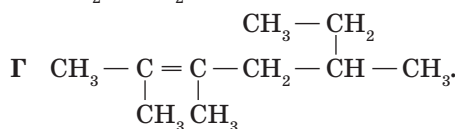
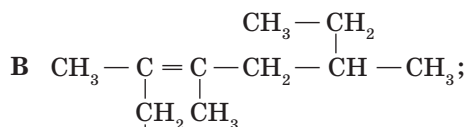
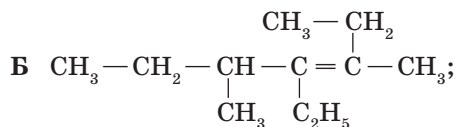
А 5-етил-3,5-диметилгекс-2-ен;
Б 3,5,5-триметилгепт-2-ен;
В 2-етил-2,4-диметилгекс-4-ен;
Г 3,3,5-триметилгепт-5-ен.

А
Б
В
Г

6. Позначте структурну формулу 2,3,5-триметилгепт-2-ену:



А
Б
В
Г



Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Укажіть можливі продукти горіння алкенів:

1 кисень;
2 вода;
3 вуглекислий газ;
4 алкени;
5 чадний газ;
6 азот.

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

А 1, 4, 6;
Б 2, 3, 5;
В 1, 2, 3;
Г 2, 3, 6.

8. Укажіть властивості, характерні для алкенів:

1 приєднання молекули галогенів;
2 приєднання молекули водню;
3 заміщення атома Гідрогену атомом Галогену;
4 відщеплення молекули водню;
5 відщеплення молекули води;

А
Б
В
Г

6 заміщення атома Гідрогену групою NO_2 .

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 4;
 Б 2, 4, 6;
 В 1, 3, 5;
 Г 2, 3, 5.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між умовами проведення реакцій за участю алкенів та назвою типу реакції:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Умови проведення реакції та реагенти

- 1 H_2 , каталізатор Ni , $t^\circ\text{C}$, p ;
 2 спиртовий розчин лугу;
 3 HCl ;
 4 H_2O .

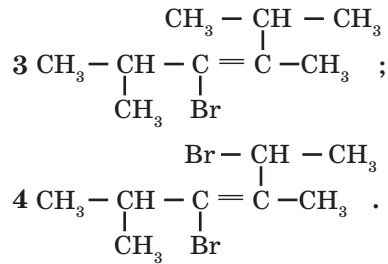
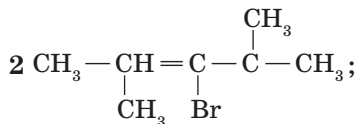
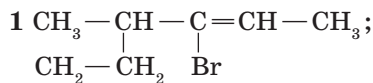
Назва реакції

- А Гідратація;
 Б дегідрування;
 В дегідрогалогенування;
 Г гідрогалогенування;
 Д гідрування.

10. Установіть відповідність між структурною формулою алкенів та їх назвами:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Структурна формула



Назва

- А 4-бромо-2,3,5-триметилгекс-3-ен;
 Б 2,4-дібромо-3,5-діметилгекс-3-ен;
 В 3-бромо-2,4-діметил-пент-2-ен;
 Г 3-бромо-4-метилгекс-2-ен;
 Д 3-бромо-4-метил-2-ізопропілпент-2-ен.

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність одержання речовин для добування спирту:

- А CH_3Cl ;
 Б C_2H_4 ;
 В C_2H_6 ;
 Г $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть об'єм етену (н. у.), який можна добути з етанолу масою 11,5 г, якщо вихід продукту реакції від теоретично можливого становить 80 %.

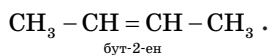
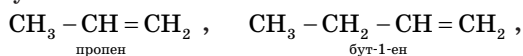
Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

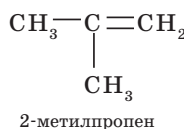
АЛКЕНИ

Гомологічний ряд алкенів

Алкенами називають ненасичені вуглеводні, молекули яких містять один подвійний зв'язок. Перший представник цього класу етен $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$, тому алкени також називають етеновими вуглеводнями. Найближчі гомологи етену:

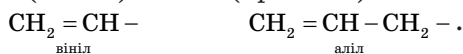


Найпростіший алкен з розгалуженим карбоновим ланцюгом:



Загальна формула гомологічного ряду алкенів C_nH_{2n} . Вона збігається із загальною формулою циклоалканів, тому алкени й циклоалкани є міжкласовими ізомерами.

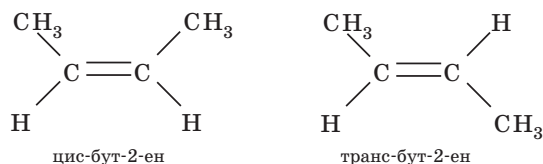
При відщепленні атома Гідрогену від молекул алкенів утворюються ненасичені радикали загальної формули $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}$, найпростіші з них — вініл (етеніл) та аліл (пропеніл):



Ізомерія алкенів

Структурна ізомерія алкенів зумовлена ізомерією карбонового ланцюга (наприклад, бут-1-ен і 2-метилпропен) та ізомерією положення подвійного зв'язку (бут-1-ен і бут-2-ен).

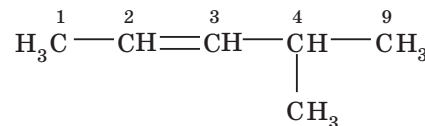
Просторова ізомерія, або *цис-транс-ізомерія*, зумовлена різним положенням замісників щодо площини подвійного зв'язку. Якщо кожний з атомів Карбону при зв'язку $\text{C} = \text{C}$ пов'язаний із двома різними замісниками, то ці замісники можуть розташовуватися з одного боку від площини подвійного зв'язку (цис-ізомер) або по обидва боки (транс-ізомер), наприклад:



Ці два ізомери не можна перевести один в одного без обертання навколо подвійного зв'язку $\text{C} = \text{C}$, а це обертання вимагає його розриву й витрати великої кількості енергії, тому цис-і транс-ізомери являють собою різні індивідуальні речовини, які відрізняються одна від одної фізичними й хімічними властивостями. Алкени, у яких хоча б один з атомів Карбону при зв'язку $\text{C} = \text{C}$ має два однакові замісники, не мають цис-транс-ізомерів.

Номенклатура алкенів

В алкенах з нерозгалуженим карбоновим ланцюгом нумерацію атомів Карбону починають із того кінця, до якого ближче перебуває подвійний зв'язок. У назві відповідного алкану закінчення -ан замінюється на -ен (-єн). У розгалужених алкенах головний ланцюг вибирають так, щоб він містив подвійний зв'язок, навіть якщо він при цьому й не буде найдовшим. Перед назвою головного ланцюга вказують номер атома Карбону, при якому перебуває замісник, і назву цього замісника. Номер після назви головного ланцюга вказує положення подвійного зв'язку, наприклад:

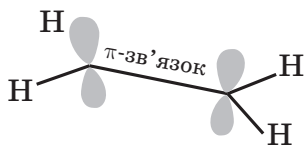


4-метилпент-2-ен

Будова алкенів

Атоми Карбону при подвійному зв'язку перебувають у стані sp^2 -гібридизації. Три σ -зв'язки, утворені гібридними орбіталями, розташовуються в одній площині під кутом 120° один щодо одного. Утворений π -зв'язок при перекриванні негібридних p -орбіталей сусідніх атомів Карбону. При цьому атомні p -орбіталі перекриваються не в міжатомному просторі, а поза ним, тому таке «бічне» перекривання менш ефективне, і, отже, π -зв'язок є менш міцним, аніж σ -зв'язок. Додаткове π -зв'язування двох атомів вуглецю призводить до того, що зменшується відстань між ядрами, оскільки подвійний зв'язок є поєднанням σ - та π -зв'язків. Довжина подвійного зв'язку $\text{C} = \text{C}$ становить 0,133 нм, що набагато менше від

довжини одинарного зв'язку (0,154 нм). Енергія подвійного зв'язку (606 кДж/моль) менша від подвійного значення енергії одинарного зв'язку ($354 \cdot 2 = 708$ кДж/моль); це обумовлено меншою енергією π -зв'язку.



Фізичні властивості алкенів

Фізичні властивості алкенів схожі на властивості алканів, хоча вони мають трохи нижчі температури плавлення й кипіння, ніж відповідні алкани. Наприклад, пентан має температуру кипіння $+36$ °C, а пент-1-ен — $+30$ °C. За звичайних умов алкени $C_2 - C_4$ — гази, $C_5 - C_{15}$ — рідини, починаючи із C_{16} — тверді речовини. Алкени нерозчинні у воді, добре розчиняються в органічних розчинниках.

Добування алкенів

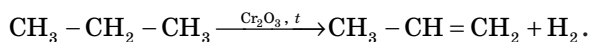
У природі алкени трапляються рідко. Зважаючи на те, що алкени є цінною сировиною для промислового органічного синтезу, на сьогодні розроблено багато способів їхнього добування.

1. Основним промисловим джерелом алкенів є крекінг алканів, що містяться у складі нафти:



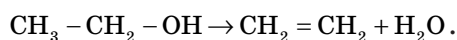
Крекінг відбувається за вільнорадикальним механізмом за високих температур ($+400 - 700$ °C).

2. Інший промисловий спосіб добування алкенів — дегідрування алканів:

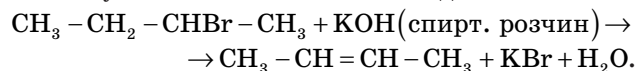


У лабораторних умовах алкени добувають за реакціями відщеплення (елімінування), при яких від сусідніх атомів Карбону відщеплюються два атоми або дві групи атомів, і утворюється додатковий зв'язок. До таких реакцій належать:

а) Дегідратація спиртів при їхньому нагріванні з водовідймальними засобами, наприклад із сульфатною кислотою за температури понад $+150$ °C:

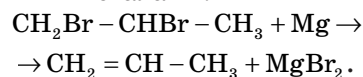


б) Відщеплення галогеноводнів при дії розчинів лугів на моноалкілгалогеніди:



При відщепленні H_2O від спиртів, HBr та HCl від алкілгалогенідів атом Гідрогену переважно відщеплюється від того із сусідніх атомів Карбону, який зв'язаний з найменшим числом атомів Гідрогену (від менш гідрогенізованого атома Карбону). Ця закономірність має назву правила Зайцева.

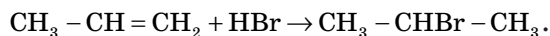
3. Дегалогенування відбувається при нагріванні дигалогеналканів, які мають атоми галогену в сусідніх атомів Карбону, з активними двовалентними металами:



Хімічні властивості алкенів

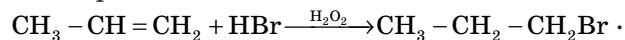
Хімічні властивості алкенів визначаються наявністю в їхній молекулі подвійного зв'язку. При приєднанні полярних молекул типу HX ($X: Hal, OH, CN$) до несиметричних алкенів Гідроген переважно приєднується до більш гідрогенізованого атома Карбону, що примикає до подвійного зв'язку (правило Марковникова).

1. *Гідрогалогенування.* При взаємодії алкенів з галогеноводнями (HCl, HBr) утворюються галогеналкани:



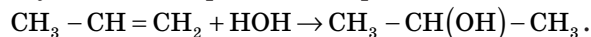
Продукти реакції визначаються правилом Марковникова.

Слід, однак, підкреслити, що в присутності якого-небудь неорганічного пероксиду полярні молекули HX реагують з алкенами не за правилом Марковникова:

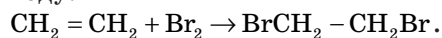


Це пов'язано з тим, що присутність пероксиду зумовлює радикальний, а не йонний механізм реакції.

2. *Гідратація.* При взаємодії алкенів з водою в присутності мінеральних кислот (сульфатної, ортофосфатної) утворюються спирти. Мінеральні кислоти виконують роль каталізаторів і є джерелом протонів. Приєднання води також відбувається за правилом Марковникова:

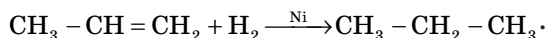


3. *Галогенування.* Алкени знебарвлюють бромну воду:

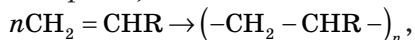


Ця реакція є якісною на речовини з подвійним або потрійним зв'язком.

4. *Гідрування*. Приєднання водню відбувається під дією металевих каталізаторів, найчастіше нікелю:

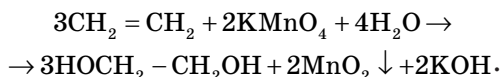


5. *Полімеризація алкенів* та їхніх похідних:

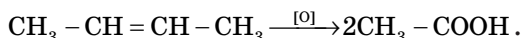


де $\text{R} = \text{H}, \text{CH}_3, \text{Cl}, \text{C}_2\text{H}_5$ тощо. Молекула $\text{CH}_2 = \text{CHR}$ називається мономером, отримана сполука — полімером, число n — ступенем полімеризації. Назва полімерів утворена від назви мономерів додаванням префікса полі-. Так, з етилену добувають поліетилен, із пропілену — поліпропілен, із хлороетену (вінілхлориду) — полівінілхлорид (ПВХ) тощо.

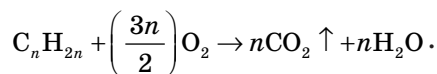
6. Окрім приєднання, для алкенів характерні також реакції окиснення. При м'якому окисненні алкенів водним розчином калій перманганату (реакція Вагнера) утворюються двоатомні спирти:



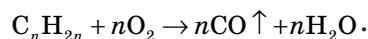
У результаті протікання цієї реакції фіолетовий розчин калій перманганату швидко знебарвлюється й випадає коричневий осад манган(IV) оксиду. Ця реакція, як і реакція знебарвлення бромної води, є якісною на речовини з кратним зв'язком. При окисненні алкенів киплячим розчином калій перманганату в кислому середовищі відбувається повний розрив подвійного зв'язку з утворенням кетонів, карбонових кислот або CO_2 , наприклад:



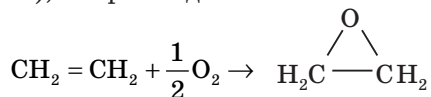
7. Як і всі інші вуглеводні, алкени горять і при широкому доступі кисню утворюють карбон(IV) оксид та воду:



При обмеженому доступі повітря горіння алкенів може призводити до утворення карбон монооксиду та води:



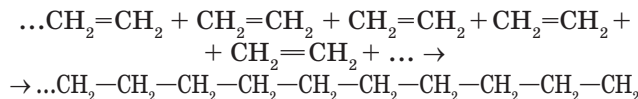
Якщо змішати алкен з киснем і пропустити цю суміш над нагрітим до $+200^\circ\text{C}$ срібним каталізатором, то утворюється алкен оксид (епоксиалкан), наприклад:



Поняття про полімери

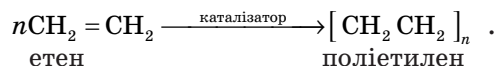
Реакція полімеризації

Для етенових вуглеводнів характерний ще один тип хімічних реакцій: у присутності спеціальних каталізаторів молекули етенових вуглеводнів можуть з'єднуватися один з одним, утворюючи довгий карбоновий ланцюг:



Реакції такого типу називають реакціями полімеризації. Продукти реакції полімеризації називають полімерами (від грецького «полімерес» — «той, що складається з багатьох частин»), у них багато разів повторюється той самий фрагмент. За своєю суттю реакція полімеризації — це об'єднання величезної кількості молекул ненасичених вуглеводнів одна з одною.

При записуванні рівняння реакції полімеризації у формулі полімеру повторюваний фрагмент молекули беруть у квадратні дужки. Тоді рівняння полімеризації етену можна записати так:



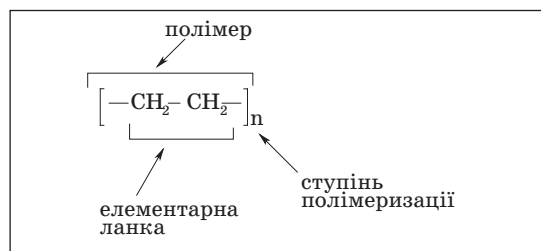
Зверніть увагу на те, що етен і поліетилен мають однаковий якісний і кількісний склад: обидва складаються з Карбону і Гідрогену, причому в обох речовинах на один атом Карбону припадає два атоми Гідрогену. Важлива відмінність між ними полягає в тому, що в молекулі етену є подвійний зв'язок, це ненасичений вуглеводень, а в поліетилені всі зв'язки одинарні, тому він виявляє властивості насичених вуглеводнів. Фактично, поліетилен — це алкан з високою молекулярною масою, тому хімічно він досить інертний. Поліетилен не взаємодіє ні з кислотами, ні з лугами, стійкий до дії окисників. Саме хімічною стійкістю поліетилену пояснюється його широке застосування.

Основні характеристики полімерів

Полімерами називають речовини, що складаються з великої кількості повторюваних фрагментів. Полімери дуже поширені серед органічних речовин, хоча трапляються і неорганічні полімери. Оскільки полімери складаються з великої кількості фрагментів, вони мають дуже високі молекулярні маси. Тому інша назва полімерів — високомолекулярні сполуки. Полімери бувають природні й синтетичні. До природних

полімерів відносять білки, нуклеїнові кислоти і полісахариди. Синтетичні полімери — це продукти хімічної промисловості, багато з яких помітно полегшують наш побут. Пластикові пляшки для води, плівка, у яку загортають продукти, корпуси телефонів і телевізорів, шини автомобілів — усе це зроблено з полімерів.

Вихідну речовину для реакції полімеризації називають мономером, продукт — полімером, фрагмент у молекулі полімеру, що повторюється, — елементарною ланкою, число n — ступенем полімеризації. Ступінь полімеризації показує число молекул мономера, що об'єдналися в молекулу полімеру. Залежно від умов він може змінюватися від тисячі до сотень тисяч.



У формулах полімерів не зазначено, чим закінчується карбоновий ланцюг. Зазвичай на кінцях молекули полімеру перебувають фрагменти молекул розчинника, наприклад атоми Гідрогену або гідроксогрупи. Ці частинки майже не впливають на властивості полімеру, оскільки карбоновий ланцюг дуже довгий.

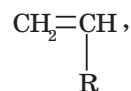
Структурна ланка поліетилену $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ складається з двох однакових груп атомів $-\text{CH}_2-$. Чому ж формулу поліетилену не запи-

сують у спрощеному вигляді $[-\text{CH}_2-]$? Це робити не прийнято, тому що формула полімеру повинна відображувати його зв'язок з вихідною речовиною — мономером, у цьому випадку — етеном $\text{CH}_2=\text{CH}_2$.

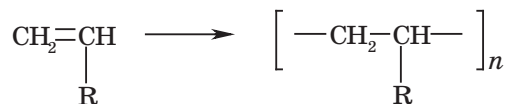
Більшість полімерів (крім деяких біополімерів) відрізняються від низькомолекулярних речовин тим, що не мають суворо певної молекулярної маси. Так, у кожному зразку поліетилену всі молекули мають різну довжину і масу, тому коли говорять про полімери, використовують поняття середньої молекулярної маси.

Різновиди і застосування полімерів

У реакцію полімеризації крім етену вступають і різноманітні похідні етену із загальною формулою:



де R — будь-яка група атомів. Рівняння полімеризації має вигляд:

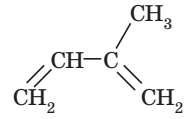
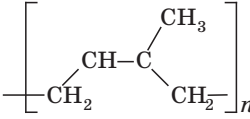
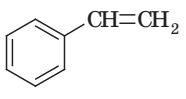
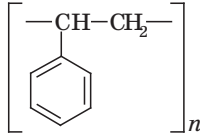


Саме так добувають поліпропілен, полівінілхлорид, полістирол, органічне скло тощо. У сучасній промисловості виготовляється декілька різновидів полімерів. Вони можуть відрізнятися мономером і умовами добування. Найпоширеніші полімери наведено в таблиці:

Найпоширеніші полімери

Мономер		Полімер	
Формула	Назва	Формула	Назва
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Етен	$\left[-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \right]_n$	Поліетилен
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	Пропен (пропілен)	$\left[\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Поліпропілен
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$	Хлороетен (вінілхлорид)	$\left[\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	Поліхлороетен (полівінілхлорид-ПВХ)
$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	Тетрафтороетен	$\left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right]_n$	Поліфтороетен (тефлон)

Закінчення таблиці

Мономер		Полімер	
Формула	Назва	Формула	Назва
	Ізопрен		Поліізопрен (каучук)
	Стірен (стірол)		Полістірол

Найпоширеніший з полімерів — поліетилен. Він являє собою прозору речовину, що погано проводить тепло і електричний струм, на дотик нагадує парафін. Він досить пластичний, а при нагріванні вище за 100 °С розм'якшується. Молекулярна маса коливається від 30 тис. до 3 млн, залежно від способу добування. За високого тиску (тисячі атмосфер) утворюється полімер з низькою молекулярною масою і низькою густиною. Його використовують для виробництва пакувальних матеріалів. Якщо процес полімеризації проходить за низького тиску, то утворюється поліетилен з високою молекулярною масою і високою густиною. Він міцніший і має кращі механічні властивості, ніж поліетилен з низькою молекулярною масою. З нього виготовляють труби великого діаметра, пластикові пляшки і канистри.

Поліетилен легко піддається обробці. При нагріванні він розм'якшується, і можна під пресом вичавити з нього виріб необхідної форми. Такі полімери називають термопластичними. На відміну від поліетилену, існують термоактивні полімери. Вони зазвичай твердіші, але нагрівати їх не можна, оскільки при нагріванні вони руйнуються.

Чисті полімери на практиці зазвичай не використовують. На їх основі виготовляють різноманітні матеріали, які називають пластмасами. Для їх виготовлення до полімерів додають різні речовини: стабілізатори, пластифікатори, барвники, спінювачі тощо. З досить невеликого числа полімерів виготовляється величезна кількість різних пластмас.

Протягом останніх 100 років полімери і матеріали на їх основі досить міцно увійшли в наше життя. Ними замінюють коштовніші і менш доступні матеріали: шкіру, деревину, скло, метали тощо. Деякі з пластмас виявляють

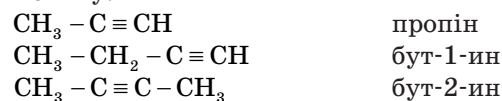
навіть більш цінні властивості, ніж матеріали, які ними замінюють. По-перше, пластмаси дешевші за природні матеріали, по-друге — вони мають невелику густину, завдяки чому вироби з них легші (порівняйте скляну або залізну пляшку з пластиковою), хімічно інертні, водото газонепроникні, не проводять електричний струм та неотруйні. Крім того, іноді трапляється, що деякі пластмаси навіть міцніші за дерево або деякі метали. Завдяки цьому пластмаси мають широке застосування в нашому житті. Практично немає галузі промисловості і техніки, де б не застосовувалися полімери.

У більшості полімерів є істотний недолік — термічна нестійкість, горючість і крихкість, але сучасна наука не стоїть на місці. В останні роки винайшли багато нових матеріалів, і можливо, що в найближчі роки пластмаси стануть єдиним матеріалом, що людство буде використовувати, зберігаючи тим самим природні матеріали.

АЛКІНИ

Гомологічний ряд алкінів

Алкінами називають ненасичені вуглеводні, молекули яких мають один потрійний зв'язок. Перший представник цього класу — етин $\text{HC} \equiv \text{CH}$, у зв'язку із чим алкіни також називають етиновими вуглеводнями. Найближчі гомологи етину:

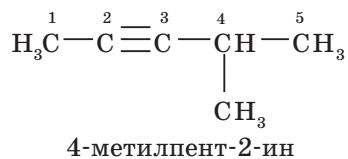


Загальна формула гомологічного ряду алкінів C_nH_{2n-2} . Вона збігається із загальною формулою алкадієнів, тому алкіни й алкадієни є міжкласовими ізомерами.

Ізомерія й номенклатура

Структурна ізомерія алкінів зумовлена ізомерією карбонового ланцюга, так само як і в алканів та алкенів (наприклад, 3-метилбут-1-ин і пент-1-ин), та ізомерією положення потрійного зв'язку (бут-1-ин і бут-2-ин). Просторова ізомерія для алкінів не характерна.

В алкінах з нерозгалуженим карбоновим ланцюгом нумерацію починають із того кінця, ближче до якого перебуває потрійний зв'язок. У назві відповідного алкану закінчення -ан змінюється на -ін (-ин). У розгалужених алкінах вибирають головний ланцюг так, щоб він містив потрійний зв'язок, навіть якщо він при цьому й не буде найдовшим. Перед назвою головного ланцюга вказують номер атома Карбону, при якому перебуває замісник, і назву цього замісника. Номер після назви головного ланцюга вказує положення потрійного зв'язку, наприклад:



Будова алкінів

Атоми Карбону при потрійному зв'язку перебувають у стані *sp*-гібридизації. Два σ -зв'язки, утворені гібридними орбіталями, розташовуються вздовж однієї лінії під кутом 180° один щодо одного; два π -зв'язки утворені при перекриванні двох пар негібридних *p*-орбіталей сусідніх атомів Карбону. Додаткове зв'язування двох атомів Карбону призводить до того, що відстань між ядрами зменшується, оскільки потрійний зв'язок є поєднанням одного σ -зв'язку і двох π -зв'язків. Довжина потрійного зв'язку $C \equiv C$ становить 0,121 нм, що менше за довжину як одинарного, так і подвійного зв'язку. Енергія потрійного зв'язку становить 828 кДж/моль.

Фізичні властивості алкінів

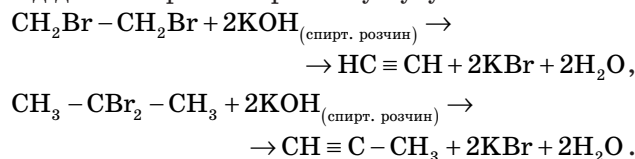
Фізичні властивості алкінів схожі на властивості алканів та алкенів. За звичайних умов ($C_2 - C_4$) — гази, ($C_5 - C_{16}$) — рідини, починаю-

чи із C_{17} — тверді речовини. Температури кипіння алкінів вищі, ніж у відповідних алкенів. Так, етин має температуру кипіння $-103^\circ C$, етин кипить при $-83,6^\circ C$; пропен і пропін відповідно при $-47^\circ C$ і $-23^\circ C$.

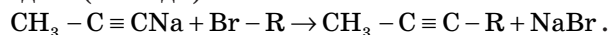
Розчинність нижчих алкінів у воді трохи вища, ніж алкенів та алканів, однак усе-таки вона дуже мала. Алкіни добре розчиняються в різних органічних розчинниках.

Добування алкінів

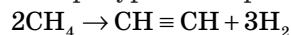
1. Загальний спосіб добування алкінів — відщеплення двох молекул галогеноводню від дигалогеналканів, які містять два атоми галогену або в сусідніх, або в одного атома Карбону, під дією спиртового розчину луку:



2. Гомологи етину можна також добувати, діючи галогеналканами на солі етинових вуглеводнів (етиніди):



3. У промисловості етин добувають шляхом високотемпературного крекінгу метану:

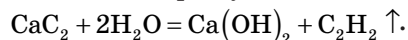


або його найближчих гомологів — етану й пропану, причому в цьому разі етин утворюється при більш низьких температурах $1200^\circ C$:



Сировиною в цих способах є природний газ або нафта.

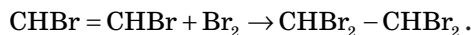
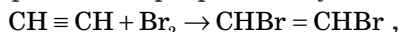
4. У лабораторних умовах етин добувають гідролізом кальцій карбіду:



Хімічні властивості алкінів

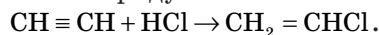
Хімічні властивості алкінів зумовлені наявністю в їхніх молекулах потрійного зв'язку. Типовими реакціями для етину та його гомологів є реакції приєднання. Відмінність алкінів від алкенів полягає в тому, що реакції приєднання можуть протікати у дві стадії. На першій стадії йде приєднання до потрійного зв'язку утворенням подвійного зв'язку, а на другій стадії — приєднання за подвійним зв'язком. Реакції приєднання для алкінів протікають повільніше, ніж для алкенів.

1. *Галогенування.* Галогени приєднуються до алкінів у дві стадії. Наприклад, приєднання бром до етину призводить до утворення диброметену, який, у свою чергу, реагує з надлишком Br_2 з утворенням тетрабромостану:

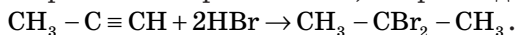


Алкіни, так само як і алкени, знебарвлюють бромну воду.

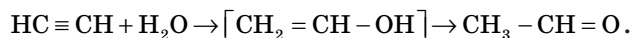
2. *Гідрогалогенування.* Галогеноводні приєднуються до потрійного зв'язку важче, ніж до подвійного. Для активації галогеноводню використовують AlCl_3 . З етину при цьому можна добувати вінілхлорид (хлороетен), який використовують для добування важливого полімеру — полівінілхлориду:



У разі надлишку галогеноводню відбувається повне гідрогалогенування, причому для несиметричних алкінів на кожній стадії приєднання йде за правилом Марковникова, наприклад:

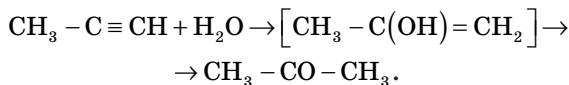


3. *Гідратація.* Приєднання води до алкінів каталізується солями ртуті (II):



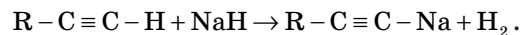
На першій стадії реакції утворюється ненасичений спирт, у якому гідроксильна група перебуває безпосередньо в атома Карбону при подвійному зв'язку. Такі спирти заведено називати вініловими, або енолами. Прикметною рисою енолів є їхня нестійкість. У момент утворення вони ізомеризуються в більш стабільні карбонільні сполуки (альдегіди або кетони) за рахунок перенесення протона від гідроксильної групи до сусіднього атома Карбону при подвійному зв'язку. При цьому подвійний зв'язок між атомами Карбону розривається й утворюється подвійний зв'язок з атомом Карбону та атомом Оксигену. Причиною ізомеризації є більша міцність подвійного зв'язку $\text{C}=\text{O}$ порівняно з подвійним $\text{C}=\text{C}$.

У результаті реакції гідратації тільки етин перетворюється на альдегід; гідратація гомологів етину відбувається за правилом Марковникова, і утворені еноли ізомеризуються в кетони. Наприклад, пропін перетворюється на ацетон:

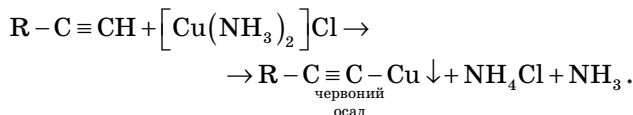
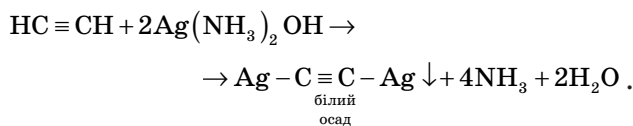


Реакцію гідратації алкінів відкрив М. Г. Кучеров (1881 р.), саме тому її й називають реакцією Кучерова.

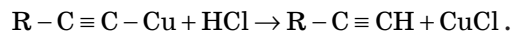
4. *Кислотні властивості.* Особливістю алкінів, що мають кінцевий кратний зв'язок, є їхня здатність відщеплювати протон під дією сильних основ, тобто проявляти слабкі кислотні властивості. Таким чином, алкіни, на відміну від алкенів та алканів, здатні утворювати солі, які називають ацетиленідами:



Ацетиленіди Аргентуму й Купруму(I) легко утворюються й випадають в осад при пропусканні етину крізь амоніачний розчин аргентум(I) оксиду або купрум(I) хлориду. Ці реакції виявляють алкіни з потрійним зв'язком у кінці ланцюга:

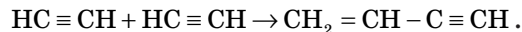


Ацетиленіди Аргентуму й Купруму, як солі дуже слабких кислот, легко розкладаються при дії хлоридної кислоти з виділенням вихідного алкіну:

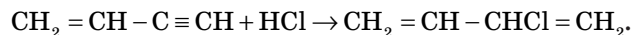


Отже, використовуючи реакції утворення й розкладу етинідів, можна виділяти алкіни із сумішей з іншими вуглеводнями.

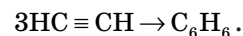
5. *Полімеризація.* У присутності каталізаторів алкіни можуть реагувати один з одним, причому залежно від умов утворюються різні продукти. Так, під дією водного розчину CuCl та NH_4Cl етин димеризується, утворюючи вінілацетилен:



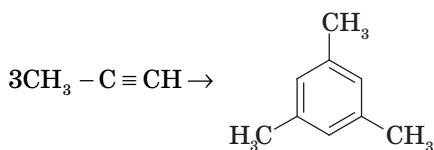
Вінілацетилен має велику реакційну здатність, приєднуючи хлороводень, він утворює хлоропрен, який використовують для добування штучного каучуку:



При пропусканні етину над активованим вугіллям при температурі $+600^\circ\text{C}$ відбувається тримеризація етину з утворенням бензену:

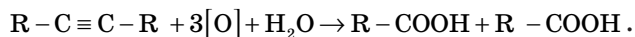


В аналогічні реакції тримеризації можуть також вступати й найближчі гомологи етину, наприклад:

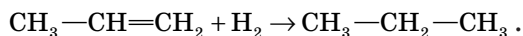
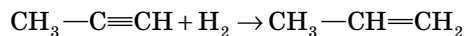


6. Реакції окиснення й відновлення. Алкіни легко окиснюються різними окисниками, зокрема калій перманганатом. При реакції розчин калій перманганату знебарвлюється, що свідчить про наявність потрійного зв'язку. При окиснен-

ні зазвичай відбувається розщеплення потрійного зв'язку, утворюються карбонові кислоти:



У присутності металевих каталізаторів алкіни відновлюються шляхом послідовного приєднання молекул водню, перетворюючись спочатку на алкени, а потім на алкани:



КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте характерну ознаку алкенів:

А наявність подвійного зв'язку



Б наявність потрійного зв'язку



В наявність одинарних зв'язків



Г наявність атомів Гідрогену.

А

Б

В

Г

2. Позначте характерну ознаку алкінів:

А наявність подвійного зв'язку



Б наявність потрійного зв'язку



В наявність одинарних зв'язків



Г наявність атомів Гідрогену.

А

Б

В

Г

3. Позначте речовину, що утворюється при горінні алкенів:

А кисень;

Б вода;

В алкіни;

Г азот.

А

Б

В

Г

4. Позначте реакцію, характерну для алкенів:

А приєднання молекули галогенів;

Б заміщення атома Гідрогену атомом галогену;

А

Б

В

Г

В відщеплення молекули води;

Г заміщення атома Гідрогену групою NO_2 .

5. Позначте реакцію, характерну для алкенів:

А приєднання молекули водню;

Б відщеплення води;

В заміщення атома Гідрогену групою SO_3H ;

Г димеризація.

А

Б

В

Г

6. Позначте назву першого члена гомологічного ряду алкінів:

А етен;

Б етин;

В пентин;

Г пропен.

А

Б

В

Г

7. Позначте ознаку якісної реакції на ненасичені вуглеводні:

А знебарвлення розчину нітратної кислоти;

Б поява блакитного забарвлення з купрум(II) гідроксидом;

В знебарвлення бромної води;

Г виділення газу під час дії концентрованої сульфатної кислоти.

А

Б

В

Г

8. Позначте реакцію, характерну для алкінів:

А відщеплення водню;

Б нітрування;

В заміщення атомів Гідрогену атомом галогену;

Г приєднання галогенів.

А

Б

В

Г

9. Укажіть тип реакції, за допомогою якої можна добути алкіни:

А приєднання води до алкенів;
 Б відщеплення водню від алкенів;
 В полімеризація алкенів;
 Г приєднання водню до алкенів.

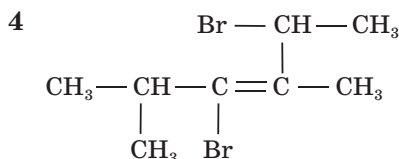
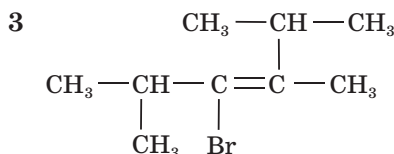
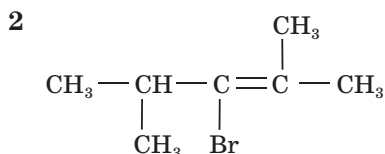
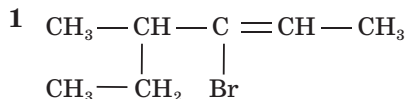
А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між структурною формулою алкенів та їх назвами:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Структурна формула



Назва

А 4-бромо-2,3,5-триметилгекс-3-ен;
 Б 2,4-дибромо-3,5-диметилгекс-3-ен;
 В 3-бромо-2,4-диметилпент-2-ен;
 Г 3-бромо-4-метилгекс-2-ен;
 Д 3-бромо-4-метил-2-ізопропілпент-2-ен.

11. Установіть відповідність між умовами проведення реакцій за участю алкінів та назвою типу реакції:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Умови проведення та реагенти

- 1 H_2O , HgSO_4 ;
 2 HCl ;
 3 H_2 ;
 4 AgNO_3 .

Назва реакції

А Дегідрування;
 Б гідрування;
 В гідратація;
 Г гідрогалогенування;
 Д заміщення атомів Гідрогену атомом металічного елемента.

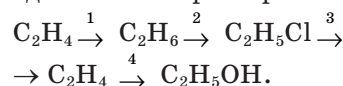
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть послідовність одержання речовин для добування спирту:

А CH_3Cl ;
 Б C_2H_4 ;
 В C_2H_6 ;
 Г $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність застосування реагентів та умов перетворення для здійснення перетворень:



А H_2O ;
 Б H_2 ;
 В Cl_2 ;
 Г спиртовий розчин лугу.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масу продукту реакції (у грамах), що утворюється при взаємодії пропіну об'ємом 11,2 л (н. у.) та хлору масою 80 г.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. Обчисліть масу осаду (у грамах), що утворюється при пропусканні пропіну об'ємом 0,56 л (н. у.) крізь амоніачний розчин аргентум(I) оксиду.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 24. АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ

(День 71–73)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте формулу сполуки, що належить до гомологічного ряду бензену:

А C_7H_{12} ;
 Б C_8H_{10} ;
 В $C_{10}H_{12}$;
 Г C_6H_8 .

А
 Б
 В
 Г

2. Позначте сполуку, що утворюється при повній гідрогенізації бензену:

А гексан;
 Б гексен;
 В циклогексан;
 Г циклогексен.

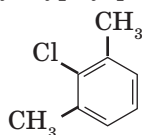
А
 Б
 В
 Г

3. Позначте молекулярну формулу 2,6-диетил-1,3,5-триметилбензену:

А $C_{13}H_{20}$;
 Б $C_{13}H_{22}$;
 В $C_{13}H_{28}$;
 Г $C_{12}H_{18}$.

А
 Б
 В
 Г

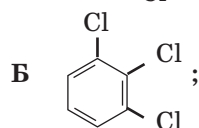
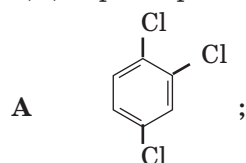
4. Позначте назву вуглеводню, що має структурну формулу:



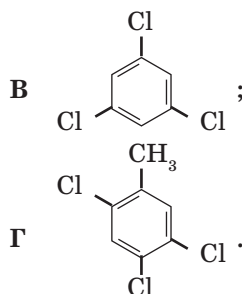
А 1,3-диметил-2-хлоробензен;
 Б 1,5-диметил-6-хлоробензен;
 В 2,6-диметил-1-хлоробензен;
 Г 2,6-диметил-1-хлоротолуен.

А
 Б
 В
 Г

5. Позначте структурну формулу 1,2,4-трихлоробензену:



А
 Б
 В
 Г



6. Позначте назву стіролу за номенклатурою IUPAC:

А диметилбензен;
 Б метилбензен;
 В етилбензен;
 Г вінілбензен.

А
 Б
 В
 Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте ароматичні сполуки:

1 бутадієн;
 2 толуєн;
 3 циклогексан;
 4 циклогексадієн;
 5 бромобензен;
 6 диніротолуєн.

А
 Б
 В
 Г

Варіанти відповідей:

А 1, 3, 4;
 Б 2, 4, 6;
 В 2, 5, 6;
 Г 1, 3, 5.

8. Укажіть властивості, характерні для ароматичних сполук:

1 заміщення атомів Гідрогену атомом галогену;
 2 взаємодія з нітратною кислотою;
 3 гідратація;
 4 заміщення атомів Гідрогену атомом Аргентуму;
 5 приєднання галогеноводнів;
 6 приєднання хлору.

А
 Б
 В
 Г

Варіанти відповідей:

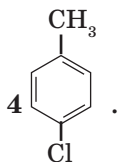
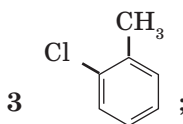
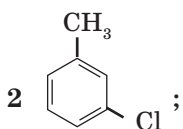
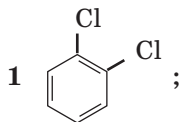
А 1, 2, 6;
 Б 1, 3, 5;
 В 3, 4, 5;
 Г 1, 3, 6.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між структурною формулою речовини та її назвою:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Структурна формула



Назва речовини

- А м-хлоротолуен;
 Б о-хлоротолуен;
 В о-дихлоробензен;
 Г п-дихлоробензен;
 Д п-хлоротолуен.

10. Установіть відповідність між каталізатором та типом реакції, у якій він використовується:

Каталізатор

- 1 Концентрована сульфатна кислота;
 2 ультрафіолетове випромінювання;
 3 ферум(III) бромід;
 4 платина.

Тип хімічної реакції

- А Приєднання хлору до бензену;
 Б нітрування бензену;
 В приєднання водню;
 Г приєднання галогеноводнів;
 Д заміщення атома Гідрогену на атом галогену.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність одержання речовин при добуванні хлоробензену:

- А етин;
 Б бензен;
 В хлоробензен;
 Г метан.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть масу тринітротолуену, який можна одержати з толуену масою 36,8 г, якщо вихід продукту реакції становить 25 %.

Відповідь:

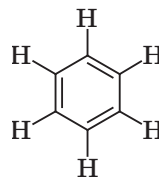
ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ (АРЕНИ)

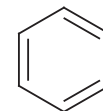
Поняття про ароматичні сполуки

Ароматичними вуглеводнями (аренами) називають речовини, у молекулах яких міститься одне або кілька бензенових кілець — циклічних

груп атомів Карбону з особливим характером зв'язків. Найпростішим представником ароматичних сполук є бензен. Першу структуру бензену запропонував у 1865 р. німецький учений А. Кекуле:



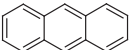
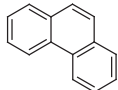


або просто



Ця формула правильно відтворює рівноцінність шести атомів Карбону, однак не пояснює низку особливих властивостей бензену. Наприклад, незважаючи на ненасиченість, бензен не проявляє схильності до реакцій приєднання: він не знебарвлює бромну воду й розчин калій перманганату, тобто не дає типових для ненасичених сполук якісних реакцій. Саме тому питання, пов'язане з будовою бензолу, привертало увагу дослідників упродовж десятків років.

До ароматичних сполук належать сполуки, що виявляють властивість ароматичності. Один із критеріїв ароматичності був сформульований німецьким фізиком Е. Хюккелем і відомий як правило Хюккеля. Згідно із цим правилом, ароматичні молекули повинні мати плоский циклічний карбоновий ланцюг і число узагальнених π -електронів дорівнює $4n + 2$, де $n = 0, 1, 2, 3$ тощо. Тільки в цьому разі молекула буде мати ароматичний характер. Число узагальнених π -електронів може бути 6, 10, 14 тощо:

Структурна формула		
Молекулярна формула	C_6H_6	$C_{10}H_8$
Число π -електронів	6	10
Назва	Бензен	Нафтаген
Структурна формула		
Молекулярна формула	$C_{14}H_{10}$	$C_{14}H_{10}$
Число π -електронів	14	14
Назва	Антрацен	Фенантрен

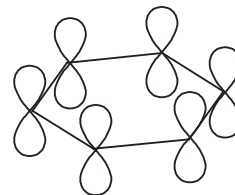
Будова бензену

Особливості будови та властивостей бензену вдалося пояснити тільки після розвитку сучасної теорії хімічних зв'язків.

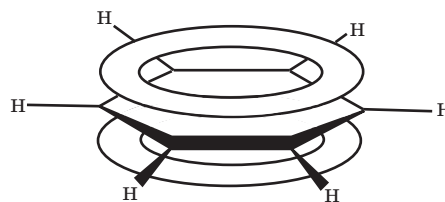
Згідно із сучасними уявленнями, шість атомів Карбону в молекулі бензену перебувають у sp^2 -гібридному стані. Кожний атом Карбону утворює σ -зв'язки із двома іншими атомами Карбону та одним атомом Гідрогену, що лежать в одній площині. Кути між трьома σ -зв'язками

дорівнюють 120° . Отже, усі атоми Карбону лежать в одній площині, утворюючи правильний шестикутник.

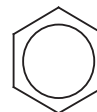
Кожний атом Карбону має одну негібридну p -орбіталь. Шість таких орбіталей розташовуються перпендикулярно до площини циклу з атомів Карбону й паралельно один одному:



Усі шість p -електронів взаємодіють між собою, утворюючи π -зв'язки, не локалізовані в пари, як при утворенні звичайних подвійних зв'язків, а такі, що утворюють єдину π -електронну хмару. Таким чином, у молекулі бензену здійснюється кругове з'єднання. Найбільша π -електронна густина у цій зв'язаній системі розташовується над і під площиною карбонового ланцюга:



Як наслідок, усі зв'язки між атомами Карбону в бензені вирівняні й мають довжину 0,139 нм. Ця величина є проміжною між довжиною одинарного зв'язку в алканах (0,154 нм) і довжиною подвійного зв'язку в алкенах (0,133 нм). Рівноцінність зв'язків заведено позначати кружечком усередині циклу:



Кругове з'єднання дає вигравш в енергії 150 кДж/моль. Ця величина становить енергію з'єднання — кількість енергії, яку необхідно затратити, щоб порушити ароматичну систему бензолу. Така електронна будова пояснює всі особливості бензену. Зокрема, зрозуміло, чому бензен важко вступає в реакції приєднання — це призводить до порушення з'єднання. Такі реакції можливі тільки в дуже жорстких умовах. Сукупність властивостей бензену заведено

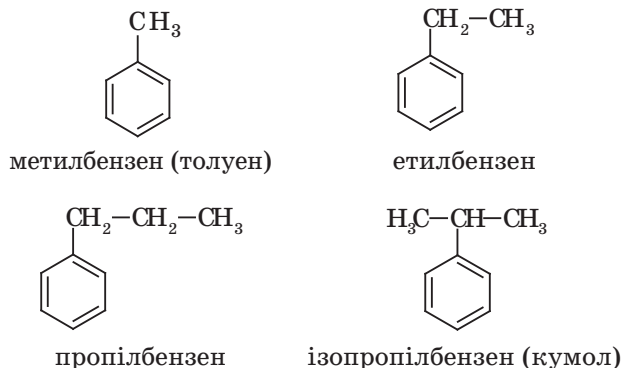
називати проявом ароматичного характеру, або ароматичністю.

Гомологічний ряд аренив

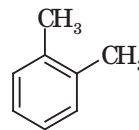
Залежно від числа бензенових ядер у молекулах ароматичних сполук, ацени поділяють на одноядерні, двоядерні, триядерні тощо. До одноядерних аренив належать бензен та його похідні, загальна формула вуглеводнів ряду бензену: C_nH_{2n-6} . Відповідно, першим членом гомологічного ряду одноядерних аренив є вуглеводень із шістьма атомами Карбону, тобто C_6H_6 — бензен. Формула наступного члена гомологічного ряду відрізняється від бензену на групу $CH_2 - C_7H_8$ (метилбензен, або толуен). До двоядерних аренив належать нафталін та його похідні, загальна формула вуглеводнів ряду нафталіну: C_nH_{2n-12} (першим членом гомологічного ряду є вуглеводень із десятьма атомами Карбону $C_{10}H_8$ — нафталін). Загальна формула триядерних аренив: C_nH_{2n-18} (перший член ряду містить 14 атомів Карбону $C_{14}H_{10}$).

Номенклатура та ізомерія

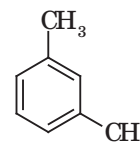
Структурна ізомерія в ряді бензену зумовлена взаємним розташуванням замісників у кільці. Якщо в бензеновому кільці тільки один замісник, то така сполука не має ароматичних ізомерів, тому що всі атоми Карбону в бензеновому ядрі рівноцінні. Назви таких сполук складають, указуючи замісники в бензеновому ядрі:



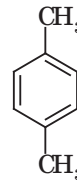
Якщо з кільцем зв'язані два замісники, то вони можуть перебувати в трьох різних положеннях відносно один одного. Положення замісників указують цифрами або позначають словами: орто (*o*-), мета (*m*-), пара (*p*-):



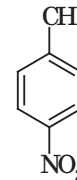
o-диметилбензен
(1,2-диметилбензен)



m-диметилбензен
(1,3-диметилбензен)

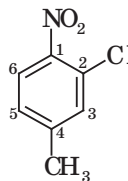


p-диметилбензен
(1,4-диметилбензен)

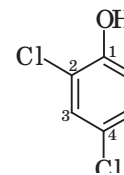


p-нітротолуен
(1-метил-4-нітробензен)

Якщо в бензеновому ядрі більше за два замісники, то їхнє положення вказують переважно цифрами, причому нумерація атомів Карбону в циклі починається з найбільш старшого замісника в бік найближчого сусіднього замісника:

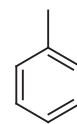


4-метил-
-2-хлоронітробензен

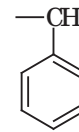


1-гідрокси-2,4-ди-
хлоробензен

При відщепленні атома Гідрогену від молекул ароматичних вуглеводнів утворюються ароматичні радикали загальної формули C_nH_{2n-7} (їх називають арильними радикалами), найпростіші з яких — феніл і бензил:



феніл



бензил

Фізичні властивості аренив

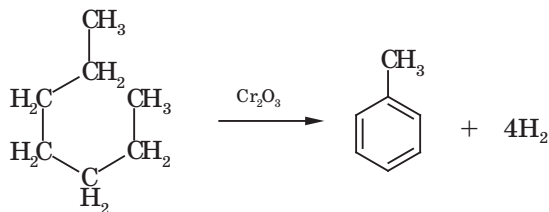
Перші члени гомологічного ряду бензену — безбарвні рідини зі специфічним запахом. Вони легші за воду і в ній не розчиняються. Добре розчиняються в органічних розчинниках, і самі є гарними розчинниками для багатьох органічних

речовин. Бензен має характерний, досить приємний запах, але при цьому є дуже токсичним.

Вдихання випарів бензену викликає запаморочення й головний біль. При високих концентраціях бензену можливі випадки втрати свідомості. Його випари подразнюють очі й слизову оболонку. Рідкий бензен проникає в організм крізь шкіру, і це може призвести до отруєння. У жодному разі не можна пити бензен. Це дуже небезпечно, тому, працюючи з бензеном (та його гомологами), слід бути дуже обережним.

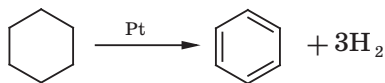
Добування аренів

1. Дегідроциклізація — добування з аліфатичних вуглеводнів. Для добування бензену та його гомологів у промисловості використовують ароматизацію насичених вуглеводнів, що входять до складу нафти. При пропусканні алканів з нерозгалуженим ланцюгом, що мають не менше ніж 6 атомів Карбону в молекулі, над нагрітою платиною або хром оксидом відбувається дегідрування з одночасним замиканням циклу:

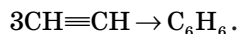


Із гексану при цьому виходить бензен, а з гептану — толуен.

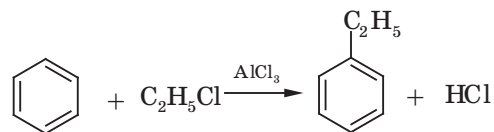
2. Дегідрування циклоалканів також призводить до ароматичних вуглеводнів. Реакція відбувається при пропусканні випарів циклогексану або його гомологів над нагрітою платиною:



3. Бензен можна добувати при тримеризації етину. Реакція відбувається при пропусканні етину над активованим вугіллям при температурі +600 °С:



4. Гомологи бензену добувають із бензену при його взаємодії з алкілгалогенідами в присутності галогенідів Алюмінію (реакція Фріделя-Крафтса):



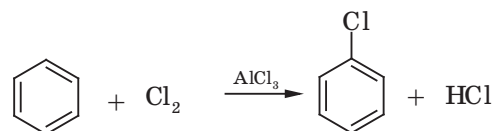
5. При сплавленні солей ароматичних кислот з лугом виділяються ацени в газоподібному вигляді:



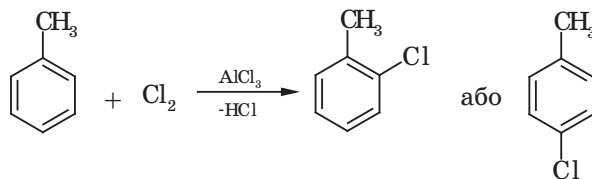
Хімічні властивості аренів

У зв'язку з тим, що утворення ароматичного зв'язку (трьох зв'язаних подвійних зв'язків у шестичленному циклі) є надзвичайно енергетично вигідним, для аренів майже не характерні реакції приєднання, попри те, що вони є ненасиченими сполуками. Для аренів найбільш характерні реакції заміщення. Хоча поряд з реакціями заміщення ароматичні вуглеводні все-таки можуть вступати в реакції приєднання. Зважаючи на те, що ці реакції призводять до порушення ароматичної системи, вони вимагають більших витрат енергії й протікають тільки в жорстких умовах.

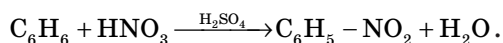
1. *Галогенування.* Бензен та його гомологи взаємодіють із хлором або бромом у присутності каталізаторів — безводних AlCl_3 , FeBr_3 або AlBr_3 :



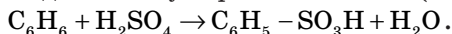
Із толуену за цією реакцією виходить суміш *орто*- і *пара*-ізомерів.



2. *Нітрування.* Бензен дуже повільно реагує з концентрованою нітратною кислотою навіть при сильному нагріванні. Однак при дії так званої нітрувальної суміші (суміш концентрованої нітратної та сульфатної кислот) реакція нітрування проходить досить легко:

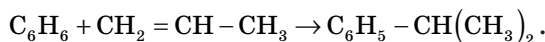


3. *Сульфування.* Реакція легко проходить під дією «димної» сульфатної кислоти (олеуму):

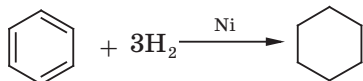


4. *Алкілування за Фріделем-Крафтсом* (див. вище способи добування гомологів бензену).

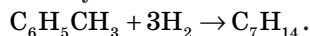
5. *Алкілування алкенами.* Ці реакції широко використовують у промисловості для добування етилбензену та ізопропілбензену (кумолу). Алкілування проводять у присутності каталізатора AlCl_3 :



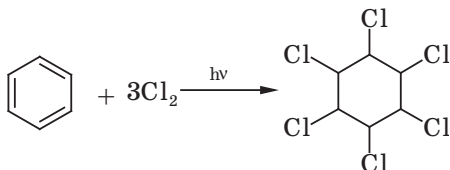
6. *Гідрування* бензену йде при нагріванні й високому тиску в присутності металічних каталізаторів (Ni, Pt, Pd). Бензен перетворюється на циклогексан:



Гомологи бензену при гідруванні дають похідні циклогексану:

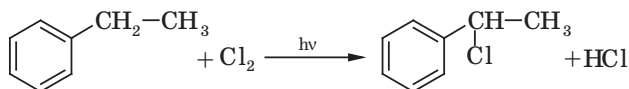


7. *Радикальне галогенування бензену* відбувається при взаємодії його парів із хлором тільки під впливом жорсткого ультрафіолетового випромінювання. При цьому бензен приєднує три молекули хлору й утворюється твердий продукт — гексахлорциклогексан (гексахлоран):

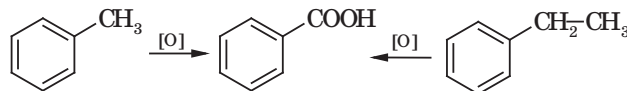


(атоми Гідрогену в молекулі $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ не зазначені).

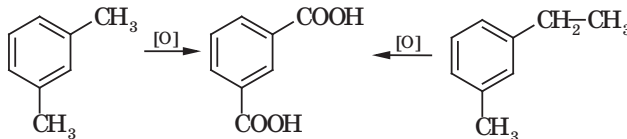
8. *Реакції в боковому ланцюзі.* За хімічними властивостями алкільні радикали в ароматичних сполуках подібні до алканів. Атоми Гідрогену в них можуть замінюватися на галоген, тому за відсутності каталізатора при нагріванні або ультрафіолетовому опроміненні йде радикальна реакція заміщення в бічному ланцюзі. Вплив бензенового кільця на алкільні замісники призводить до того, що замінюється завжди атом Гідрогену в атома Карбону, безпосередньо пов'язаного з бензеновим кільцем (α — атома Карбону).



9. *Окиснення.* При дії на гомологи бензену калій перманганату та інших сильних окисників бічні ланцюги окиснюються. Яким би складним не був ланцюг замісника, він руйнується, за винятком α -атома Карбону, що окиснюється в карбоксильну групу. Гомологи бензену з одним боковим ланцюгом дають бензойну кислоту:



Гомологи, що мають два бокові ланцюги, дають двоховосновні кислоти:



Правила орієнтації (заміщення) у бензенівому кільці

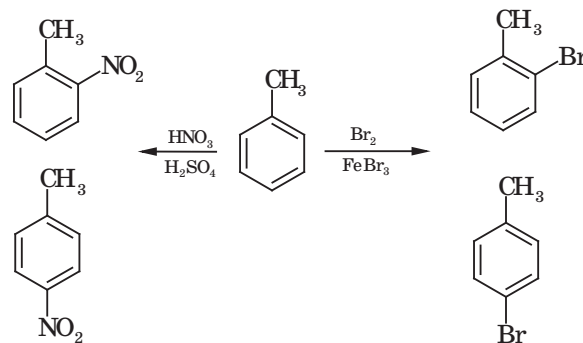
Найважливішим чинником, що визначає хімічні властивості ароматичної речовини, є розподіл у ній електронної густини, що залежить від типу замісників у бензенівому кільці.

Замісники поділяють на два типи:

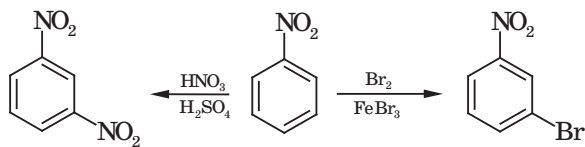
— замісники першого роду (*орто-пара*-орієнтанти) — алкільні замісники, гідроксигрупа OH , аміногрупа NH_2 , атоми галогенів;

— замісники другого роду (*мета*-орієнтанти) — нітрогрупа $-\text{NO}_2$, сульфогрупа $-\text{SO}_3\text{H}$, альдегідна $-\text{CHO}$ та карбоксильна групи $-\text{COOH}$.

Наприклад, толуен, який містить замісник першого роду, нітрується й алкілується в *пара*- або *орто*-положення:



Нітробензен, який містить замісник другого роду, нітрується й галогенується в мета-положення:



КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте загальну формулу сполук гомологічного ряду бензену:

- А C_nH_{2n+6} ;
 Б C_nH_{2n-6} ;
 В C_nH_{2n-4} ;
 Г C_nH_{2n-2}

А
 Б
 В
 Г

2. Позначте сполуку, що утворюється при взаємодії бромиду з толуеном:

- А фенолбромометан;
 Б бромобензен;
 В 2,4,6-трибромотолуен;
 Г 2,4,6-трибромобензен.

А
 Б
 В
 Г

3. Позначте клас органічних сполук, до яких належить бензен:

- А алкани;
 Б арени;
 В алкени;
 Г циклоалкени.

А
 Б
 В
 Г

4. Позначте назву толуену за номенклатурою IUPAC:

- А диметилбензен;
 Б метилбензен;
 В триметилбензен;
 Г пропілбензен.

А
 Б
 В
 Г

5. Виберіть твердження, що характеризує реакцію гідронування (гідрогенізації) бензену:

- А відщеплення атомів Гідрогену;
 Б відщеплення молекули водню;
 В приєднання молекули галогену;
 Г приєднання трьох молекул водню.

А
 Б
 В
 Г

6. Виберіть твердження, що характеризує реакцію галогенування бензену:

- А відщеплення атомів галогену;
 Б відщеплення галогеноводню;
 В приєднання молекули галогену;
 Г заміщення атомів Гідрогену на атом галогену.

А
 Б
 В
 Г

7. Позначте назву ароматичної сполуки:

- А бутадієн;
 Б циклогексан;
 В циклогексадієн;
 Г бромобензен.

А
 Б
 В
 Г

8. Позначте властивість, характерну для ароматичних сполук:

- А взаємодія з нітратною кислотою;
 Б гідратація;
 В заміщення атомів Гідрогену атомом Аргентуму;
 Г приєднання галогеноводнів.

А
 Б
 В
 Г

9. Позначте тип реакції, за якою можна добути ароматичні сполуки:

- А тримеризація етину;
 Б реакція Вюрца;
 В дегідратація спиртів;
 Г дегідрогалогенування хлоропохідних алканів.

А
 Б
 В
 Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між реагентами та назвою органічного продукту реакції.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Реагенти

- 1 Бензен та хлор у присутності ферум(III) хлориду;
- 2 толуен та нітратна кислота;
- 3 циклогексан у присутності каталізатора;
- 4 толуен та водень.

Назва органічного продукту

- А Толуен;
- Б хлоробензен;
- В бензен;
- Г нітротолуен;
- Д метилциклогексан.

11. Установіть відповідність між каталізатором та типом реакції, у якій він використовується.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Каталізатор

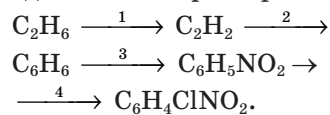
- 1 Концентрована сульфатна кислота;
- 2 ультрафіолетове випромінювання;
- 3 ферум(III) бромід;
- 4 платина.

Тип хімічної реакції

- А Приєднання хлору до бензену;
- Б нітрування бензену;
- В приєднання водню;
- Г приєднання галогеноводнів;
- Д заміщення атома Гідрогену на атом галогену.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

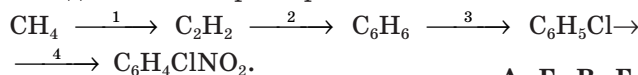
12. Установіть послідовність застосування реагентів та умов перетворення для здійснення перетворень:



- А Суміш нітратної та сульфатної кислот;
- Б активоване вугілля;
- В Pt, t °C;
- Г хлор, ферум(III) хлорид.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність застосування реагентів та умов перетворення для здійснення перетворень:



- А Суміш нітратної та сульфатної кислот;
- Б активоване вугілля;
- В t °C, p;
- Г хлор.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Укажіть число структурних ароматичних ізомерів зі складом C₆H₄Cl₂.

15. Обчисліть масу дихлоробензену, що можна одержати з бензену, використовуючи хлор об'ємом 44,8 л (н. у.), якщо вихід продукту реакції від теоретично можливого становить 60 %.

ТЕМА 25. ПРИРОДНІ ДЖЕРЕЛА ВУГЛЕВОДНІВ

(День 74–76)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте природне джерело вуглеводнів, що зазвичай перебуває у твердому агрегатному стані:
А кам'яне вугілля;
Б нафта;
В природний газ;
Г болотний газ.
2. Позначте клас речовин, що переважають у нафті:
А алкани;
Б алкени;
В алкіни;
Г арени.
3. Позначте основний продукт переробки кам'яного вугілля:
А бензин;
Б газоконденсат;
В кокс;
Г лігроїн.
4. Позначте галузь переважного використання продуктів переробки нафти:
А рідке паливо;
Б металургія;
В добування пластмас;
Г переробка деревини.
5. Позначте природну сировину для добування бензину:
А нафта;
Б природний газ;
В кам'яне вугілля;
Г торф.
6. Позначте природну сировину для добування бензену:
А кам'яне вугілля;
Б підземні води;
В горючі сланці;
Г торф.

7. Серед наведених фракцій нафти позначте найбільш важкокиплячу:
А бензин;
Б лігроїн;
В авіаційний бензин;
Г мазут.
8. Позначте спосіб, що застосовується для підвищення октанового числа бензину:
А риформінг;
Б дистиляція;
В коксування;
Г полімеризація.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

9. Установіть відповідність між вуглеводневою сировиною і галуззю його переважного застосування.
- | | А | Б | В | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Джерела вуглеводнів

- 1 Природний газ;
2 бензин;
3 кам'яновугільна смола;
4 торф.

Галузь застосування

- А Рідке паливо;
Б газувате паливо;
В тверде паливо;
Г джерело ароматичних сполук;
Д джерело пластмас.

10. Установіть відповідність між вуглеводневою сировиною і способом її переробки.
- | | А | Б | В | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Сировина

- 1 Кам'яне вугілля;
2 сира нафта;
3 мазут.

Спосіб переробки

- А Вакуумна перегонка;
Б коксування;
В відстоювання;
Г дистиляція.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність зростання температури кипіння фракцій перегонки нафти:

А гас;
Б лігроїн;
В бензин;
Г мазут.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

12. Під час крекінгу насиченого вуглеводню утворилася суміш трьох газів, густина якої в 1,5 разу менша за густину вихідного вуглеводню. Обчисліть вихід продукту реакції крекінгу від теоретично можливого (у відсотках).

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Природні джерела і застосування вуглеводнів

Перегонка нафти

Багато органічних речовин, з якими ви маєте справу в повсякденному житті, — пластмаси, фарби, мийні засоби, ліки, лаки, розчинники — синтезовані з вуглеводнів. У природі є три основних джерела вуглеводнів — нафта, природний газ і кам'яне вугілля.

Нафта — одне з найважливіших корисних копалин. Сучасне суспільство неможливо уявити собі без нафти і продуктів її переробки. Не-

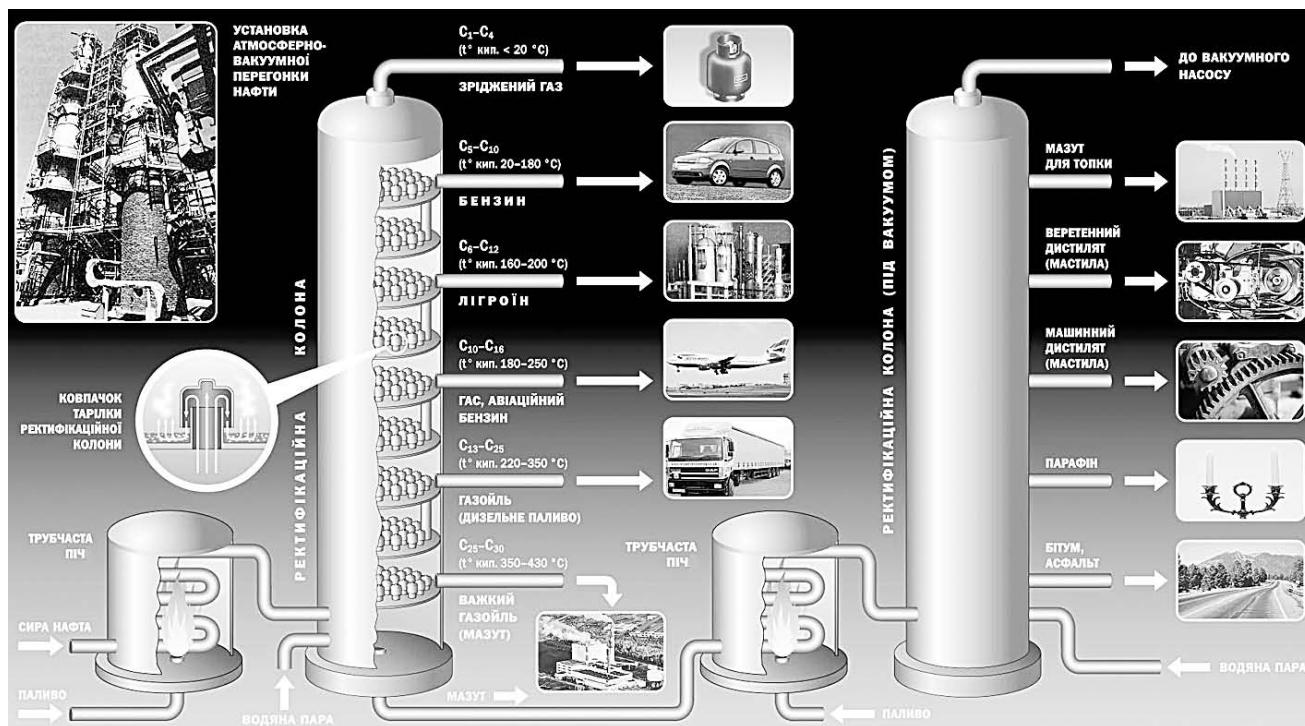
дарма країни, багаті нафтою, відіграють важливу роль у світовій економіці.

Нафта — темна масляниста рідина, що залягає в земній корі на різній глибині. Вона являє собою однорідну суміш складного виду, в якій міститься кілька сотень речовин — переважно насичених вуглеводнів із числом атомів Карбону від 1 до 40. При переробці цієї суміші використовують як фізичні, так і хімічні методи.

Спочатку нафту розділяють на простіші суміші (фракції) шляхом перегонки, заснованої на тому, що різні речовини у складі нафти киплять за різних температур.

Фракції перегонки нафти

Фракція	Число атомів Карбону в молекулах	Температура кипіння, °С	Застосування
Газова фракція	1—4	< 20 °С	Паливо
Бензин	5—10	20—180 °С	Автомобільне паливо
Лігроїн	6—12	160—200 °С	Паливо, сировина для синтезу
Гас	10—16	180—250 °С	Авіаційний бензин
Газойль	13—25	220—350 °С	Дизельне паливо
Важкий газойль (мазут)	26—30	350—430 °С	Паливо для теплоелектростанцій
Важкий мазут	> 30	При нагріванні розкладається, переганяють під вакуумом	Виробництво асфальту, мастильних матеріалів, паливо для котелень

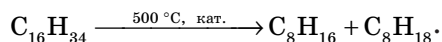


Перегонка відбувається в ректифікаційній колоні при сильному нагріванні. Найважчі фракції, що за високої температури розкладаються, переганяють за зниженого тиску.

Хімічна переробка нафтопродуктів

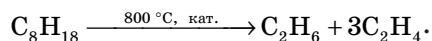
Багато продуктів перегонки нафти можна застосовувати відразу, без подальшої переробки. Однак найбільшу цінність для промисловості являють легкі фракції — бензин і гас, але вихід їх при перегонці невеликий. До того ж після перегонки виходить бензин низької якості (з невеликим октановим числом), тому що нафта в основному містить вуглеводні з нерозгалуженим карбоновим кістяком, які при стискуванні детонують. Двигун, що працює на такому паливі, видає характерний стукіт і швидко виходить із ладу. Для підвищення якості бензину і збільшення його виходу нафту піддають хімічній переробці.

Один з найважливіших способів хімічної переробки нафти — крекінг. При нагріванні до 500 $^{\circ}C$ без доступу повітря у присутності спеціальних каталізаторів довгі молекули алканів розщеплюються на дрібніші. Під час крекінгу з насичених вуглеводнів утворюється суміш легких насичених і ненасичених вуглеводнів, наприклад:



Цей процес приводить до збільшення виходу бензину і гасу. Якщо крекінг проводити в присутності алюмосилікатних каталізаторів (каталітичний крекінг), то утворюються алкани переважно розгалуженої будови, що підвищує якість палива (крекінг-бензин).

За сильнішого нагрівання нафти (до 700—900 $^{\circ}C$) розщеплюються навіть молекули середніх розмірів, наприклад:



У суміші залишаються тільки найпростіші вуглеводні, переважно ненасичені. Цей процес, що називають піролізом, проводять для добування етену — вихідної речовини для синтезу етанолу і пластмас. При піролізі утворюються також ароматичні вуглеводні.

Основоположником сучасних методів переробки нафти є видатний хімік В. М. Іпатьєв.

Однією з характеристик, якою позначають якість бензину, є так зване октанове число, що показує можливість детонації паливно-повітряної суміші у двигуні. Розглянемо, як впливає детонація на роботу двигуна. У циліндр двигуна внутрішнього згоряння подається суміш парів бензину з повітрям. При нормальній роботі двигуна в циліндрі ця суміш стискується поршнем і підпалюється свічкою:

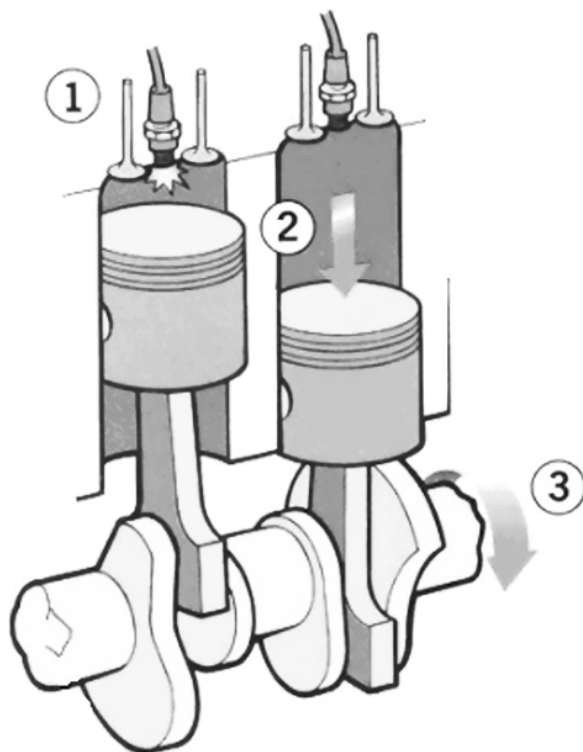


Схема роботи двигуна внутрішнього згорання:
 1 — паливно-повітряна суміш стискується поршнем і підпалюється; 2 — продукти згорання займають більший об'єм, тому витискують поршень; 3 — поршень прокручує вал двигуна.

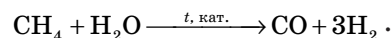
Оскільки продукти згорання мають більший об'єм, ніж вихідна суміш, вони штовхають назад поршень, який прокручає колінвал. Але бензин низької якості не встигає підпалитися свічкою, а при стисканні поршнем вибухає (детонує), і сила, що вивільнюється, не використовується на роботу двигуна. Це призводить до руйнування двигуна і погіршення його роботи. Чим вище значення октанового числа, тим менше вірогідність детонації бензину, а отже вище його якість.

Нормальний гептан — абсолютно непридатний як моторне паливо, він детонує майже завжди. У той же час 2,2,4-триметилпентан (ізооктан) має унікальні властивості: він майже не детонує у двигуні. Ці дві речовини лежать в основі шкали вимірювання якості бензину — шкала октанових чисел. У цій шкалі гептану присвоєно значення нуль, а ізооктанові — сто. Згідно з цією шкалою бензин з октановим числом 90 має такі самі детонаційні властивості, як і суміш 90 % ізооктану і 10 % гептану.

Природний газ

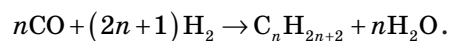
Друге за важливістю джерело вуглеводневої сировини — природний газ, головною складовою частиною якого є метан. Природний газ використовують у першу чергу як ефективне паливо. При його згорянні не утворюється ані зола, ані отрутний чадний газ, тому природний газ вважають екологічно чистим паливом. Велику кількість природного газу використовує хімічна промисловість.

Його переробка зводиться переважно до добування ненасичених вуглеводнів і синтезу-газу. Етен і етин утворюються при відщепленні водню від нижчих алканів, а синтез-газ — суміш карбон(II) оксиду і водню — добувають нагріванням метану з водяною парою:



Із цієї суміші, застосовуючи різні каталізатори, синтезують оксигеновмісні сполуки — метанол, етанову кислоту тощо.

Просуваючись над кобальтовим каталізатором, синтез-газ перетворюється на суміш алканів, що являє собою синтетичний бензин:



Кам'яне вугілля

Ще одне джерело вуглеводнів — кам'яне вугілля. У хімічній промисловості його переробляють шляхом коксування — нагрівання до 1000 °С без доступу повітря. При цьому утворюються кокс і кам'яновугільна смола, маса якої становить усього кілька відсотків від маси вугілля. Кокс використовують як відновник в металургії (наприклад, для добування заліза з його оксидів).

Кам'яновугільна смола містить кілька сотень органічних сполук, у першу чергу — ароматичних вуглеводнів, які виділяють з неї перегонкою.

Кам'яне вугілля також використовують як паливо, однак при цьому виникають серйозні екологічні проблеми. По-перше, вугілля містить негорючі домішки, які при окисненні палива перетворюються на шлаки; по-друге, у складі вугілля є невеликі кількості сполук Сульфуру і Нітрогену, при згорянні вони утворюють оксиди, що забруднюють атмосферу.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте природне джерело вуглеводнів, що зазвичай перебуває в рідкому агрегатному стані:
 А кам'яне вугілля;
 Б нафта;
 В природний газ;
 Г торф.
2. Позначте природне джерело вуглеводнів, що зазвичай перебуває в газоподібному агрегатному стані:
 А кам'яне вугілля;
 Б нафта;
 В природний газ;
 Г торф.
3. Позначте основний компонент природного газу:
 А пропан;
 Б бутан;
 В етан;
 Г метан.
4. Позначте основний продукт переробки кам'яного вугілля:
 А авіаційний бензин;
 Б кам'яновугільна смола;
 В асфальт;
 Г мазут.
5. Позначте основний продукт переробки нафти:
 А бензин;
 Б кам'яновугільна смола;
 В газоконденсат;
 Г мазут.
6. Позначте галузь переважного використання продуктів переробки кам'яного вугілля:
 А металургія;
 Б рідке паливо;
 В добування полімерів;
 Г органічний синтез.

7. Позначте продукт переробки нафти:
 А бутанол;
 Б бутан;
 В бензен;
 Г бензин.
8. Позначте сполуки, що складають основну частину нафти:
 А алкени та алкіни;
 Б арени, алкіни, алкадієни;
 В алкани, алкени, алкіни;
 Г алкани, циклоалкани, арени.
9. Серед наведених фракцій нафти позначте найбільш легкокиплячу:
 А бензин;
 Б авіаційний бензин;
 В мазут;
 Г асфальт.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між вуглеводневою сировиною і способом її переробки.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Сировина

- 1 Кам'яне вугілля;
 2 сира нафта;
 3 мазут.

Спосіб переробки

- А Вакуумна перегонка;
 Б коксування;
 В відстоювання;
 Г дистиляція.

11. Установіть відповідність між джерелом вуглеводнів і галуззю його переважного застосування.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Джерело вуглеводнів

- 1 Бензин;
 2 газ;
 3 мазут;
 4 природний газ.

Галузь застосування

- А Добування машинних масел;
 Б автомобільне паливо;
 В опалення осель;
 Г дизельне паливо;
 Д добування ароматичних сполук.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть фракції перегонки нафти за збільшенням їхньої середньої молярної маси:
 А лігроїнова фракція;
 Б газова фракція;
 В мазут;
 Г бензинова фракція.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть рідини за збільшенням їх детонаційної стійкості:
 А ізооктан;
 Б бензин А-76;
 В бензин А-95;
 Г гексан.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Один із сортів нафти містить Сульфур з масовою часткою 0,5 %, переважно у вигляді сірководню. Обчисліть об'єм сірководню (у м³ за н. у.), що міститься в цій нафті масою 1 т.

15. В одному із сортів нафти масова частка Карбону перевищує масову частку Гідрогену в 5,7 разу. Обчисліть середнє число атомів Карбону в одній молекулі вуглеводню, якщо вважати, що нафта складається переважно з алканів.

ТЕМА 26. СПИРТИ Й ФЕНОЛИ

(День 77—80)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте реакцію, характерну для спиртів:
 - А приєднання хлору;
 - Б дегідрування;
 - В заміщення атомів Гідрогену металічними елементами;
 - Г взаємодія з алюміній хлоридом.
- Позначте речовину, необхідну для добування етанолу з хлоретану:
 - А натрій гідроксид;
 - Б хлор;
 - В сульфатна кислота;
 - Г кисень.
- Позначте загальну формулу насичених одноатомних спиртів:
 - А $C_nH_{2n}OH$;
 - Б $C_nH_{2n}O_2$;
 - В $C_nH_{2n+2}O$;
 - Г $C_nH_{2n}O$.
- Укажіть ароматичну сполуку, що містить гідроксигрупу:
 - А етанол;
 - Б фенол;
 - В бензен;
 - Г толуен.
- Укажіть речовину, за допомогою якої можна визначити фенол у розчині:
 - А фенолфталеїн;
 - Б гідроген пероксид;
 - В ферум(III) хлорид;
 - Г гліцерол.
- Позначте спільну ознаку між етанолом та фенолом:
 - А взаємодіють з натрієм;
 - Б взаємодіють з натрій гідроксидом;
 - В містять у складі дві гідроксигрупи;
 - Г за нормальних умов перебувають у твердому стані.

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

- Позначте сполуки, що можна добути нагріванням спиртів з концентрованою сульфатною кислотою:
 - 1 метан;
 - 2 етен;
 - 3 етан;
 - 4 пропен;
 - 5 бутин;
 - 6 бутен.

Варіанти відповідей:

 - А 1, 3, 5;
 - Б 2, 4, 6;
 - В 2, 5, 6;
 - Г 1, 2, 3.
 - Позначте властивості, що характерні для фенолу:
 - 1 токсичність;
 - 2 нестійкість на повітрі;
 - 3 розчинність у воді;
 - 4 окисні властивості;
 - 5 не має запаху;
 - 6 має зелене забарвлення.

Варіанти відповідей:

 - А 1, 2, 3;
 - Б 2, 3, 4;
 - В 3, 4, 5;
 - Г 4, 5, 6.
- Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.
- Установіть відповідність між структурною формулою і назвою спирту:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Формула

 - 1 CH_3-CH_2-OH ;
 - 2 $CH_3-CHOH-CH_3$;
 - 3 $CH_3-CH_2-CH_2-OH$;
 - 4 $CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$.

Назва

 - А Пропан-2-ол;
 - Б пропан-1-ол;
 - В ізобутанол;
 - Г метанол;
 - Д етанол.

10. Установіть відповідність між схемою перетворення та реагентом:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Схема перетворення

- $C_6H_5Cl \rightarrow C_6H_5OH$;
- $C_6H_5OH \rightarrow C_6H_4(NO_2)OH$;
- $C_3H_7OH \rightarrow C_3H_6$;
- $C_3H_7OH \rightarrow C_3H_7ONa$.

Реагент

- А H_2SO_4 ;
 Б Na;
 В NaOH;
 Г H_2O ;
 Д HNO_3 .

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність одержання речовин при добуванні фенолу:

- А етин;
 Б метан;
 В хлоробензен;
 Г бензен.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть об'єм водню за нормальних умов, що виділиться при дії кальцію на метанол масою 24 г.

Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

СПИРТИ Й ФЕНОЛИ

Гомологічний ряд спиртів

Спирти — оксигеновмісні органічні речовини, молекули яких містять одну або кілька гідроксильних груп OH, приєднаних до карбонового радикала. Групу OH називають функціональною групою, оскільки вона відповідає за всі функціональні особливості спиртів, за якими спирти відрізняються від вуглеводнів та які зумовлюють їхні фізичні й хімічні властивості.

За числом гідроксильних груп у молекулах спирти поділяють на одноатомні (одна гідроксильна група), двоатомні (дві гідроксильні групи) тощо.

Загальна формула одноатомних спиртів: $C_nH_{2n+1}OH$ ($R-OH$) або $C_nH_{2n+2}O$. Перша із цих формул показує, що дані спирти можна вважати похідними вуглеводнів, у молекулах яких один атом Гідрогену замінений гідроксильною групою.

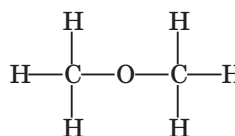
Загальна формула багатоатомних спиртів: $C_nH_{2n+2-m}(OH)_m$.

Ізомерія та класифікація спиртів

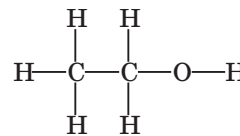
Для спиртів характерна ізомерія карбонового ланцюга. Окрім цього, у спиртів з'являється

ще два типи ізомерії — ізомерія положення функціональної групи та міжгрупова ізомерія.

Міжгрупова ізомерія полягає в тому, що дві сполуки з одним складом належать до різних класів органічних сполук. Загальну формулу $C_nH_{2n+2}O$ може мати два класи сполук — спирти й етери.

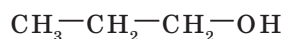


диметиловий етер

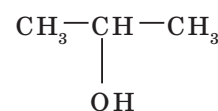


етанол

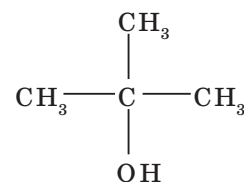
За типом атома Карбону, до якого приєднана гідроксильна група, спирти поділяють на первинні, вторинні й третинні.



первинний спирт



вторинний спирт



третинний спирт

Номенклатура спиртів

Спирти також мають загальну назву — алканоли та алкоголі.

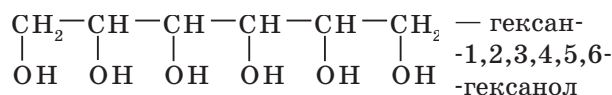
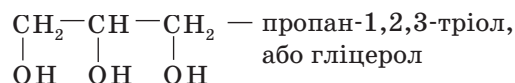
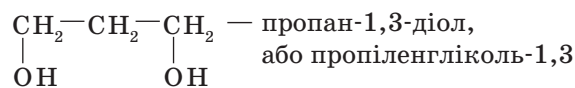
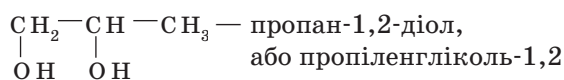
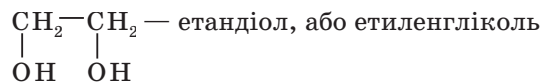
Правила складання назви спиртів ґрунтуються на правилах для алканів з деякими доповненнями:

1. Назва спиртів походить від назви відповідного алкану додаванням суфікса -ол.

2. Оскільки існують спирти з однаковою кількістю атомів Карбону в молекулі, у яких ОН-група приєднана до різних атомів Карбону, то слід також указувати положення гідроксильної групи (пропан-1-ол, пропан-2-ол, гексан-3-ол тощо).

3. При складанні назв спиртів розгалуженої будови нумерацію карбонових атомів починають із того кінця, ближче до якого гідроксильна група, у назві спершу позначають місця відгалужень, а потім положення гідроксильної групи (2-метилпропан-1-ол, 3-метилбутан-1-ол тощо). Таким чином, тут зберігається той самий принцип, що й у ненасичених сполуках.

Номенклатура багатоатомних спиртів майже не відрізняється від номенклатури одноатомних спиртів, окрім одного додаткового правила, пов'язаного з більшою кількістю гідроксильних груп: перед суфіксом -ол, що означає гідроксильну групу, у назві спирту вказують кількість цих груп. Окрім того, за традицією, двохатомні спирти також називають гліколями.



Фізичні властивості спиртів

У гомологічному ряді спиртів немає газоподібних речовин. Перші члени гомологічного ряду — це рідини, а вищі спирти (від C_{15}) — тверді речовини. У гомологічному ряді нормальних спиртів зі збільшенням молекулярної маси збільшуються температури плавлення й кипіння. Густина спиртів майже не змінюється. Розчинність у воді при цьому погіршується, хоча перші три члени гомологічного ряду змішуються з водою необмежено. Тверді спирти не мають запаху, тим часом як рідкі спирти мають специфічні запахи. При цьому метанол та етанол за запахом дуже схожі й відрізнити їх дуже складно.

Фізичні властивості спиртів подані в таблиці.

Фізичні властивості спиртів

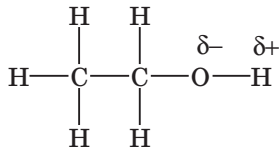
Назва	Формула	M_r	ρ , г/мл	$t_{\text{пл.}}$, °C	$t_{\text{кип.}}$, °C	Розчинність у воді
Метанол	CH_3OH	32	0,79	-97,5	64,5	Розчиняється необмежено
Етанол	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46	0,79	-114,5	78,3	Розчиняється необмежено
<i>n</i> -Пропанол	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	60	0,80	-126,2	97,2	Розчиняється необмежено
<i>n</i> -Бутанол	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	74	0,81	-89,5	117,1	Погано розчиняється (7%)
<i>n</i> -Пентанол	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	88	0,81	-78,9	138,1	Дуже погано розчиняється (2%)
<i>n</i> -Гексанол	$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$	102	0,81	-46,1	157,5	Не розчиняється (0,7%)
<i>n</i> -Гептанол	$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{OH}$	117	0,81	-30,6	176,4	Не розчиняється
<i>n</i> -Октанол	$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{OH}$	130	0,82	-15	195,3	Не розчиняється

У ряді насичених одноатомних спиртів, на відміну від насичених і ненасичених вуглеводнів, немає газуватих речовин, хоча перші члени ряду мало відрізняються від них за молекулярною масою. Це пояснюється утво-

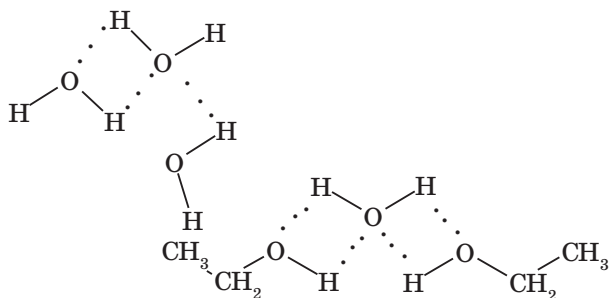
ренням водневого зв'язку між молекулами спиртів.

За рахунок нього молекули спиртів, так само як і води, асоційовані, між ними існує додаткова сила міжмолекулярної взаємодії.

Сутність водневого зв'язку полягає в тому, що гідроксильний атом Гідрогену внаслідок зсуву електронної густини до Оксигену має частковий позитивний заряд. Атом Оксигену через наявність у нього неподілених електронних пар і зміщеної до нього електронної густини зв'язків O—H має негативний заряд.



Таким чином встановлюється електростатична взаємодія між атомами Гідрогену й Оксигену різних молекул спирту. Слід також відзначити, що при утворенні водневого зв'язку, крім електростатичного механізму, присутній і донорно-акцепторний механізм. Інакше кажучи, між молекулами встановлюється зв'язок через атом Гідрогену — водневий зв'язок. У формулах його зазвичай позначають трьома крапками.



Утворенням водневих зв'язків з молекулами води пояснюється розчинність спиртів. Молекули спиртів складаються ніби з двох частин — розчинної у воді (гідрофільної), яка містить гідроксильну групу, та нерозчинної (гідрофобної), яка складається з вуглеводневого радикала. Якщо вуглеводневий радикал невеликий, то водневі зв'язки гідроксильної групи з молекулами води спроможні втримати молекулу спирту в розчині. Якщо ж молекула спирту має довгий вуглеводневий ланцюг, «який чинить опір» розчиненню, то гідроксильна група вже не в змозі здійснити розчинення речовини.

Щодо загальних фізичних властивостей багатоатомних спиртів слід відзначити, що це в'язкі речовини, добре розчинні у воді й погано розчинні в органічних розчинниках. За рахунок більшого числа можливих водневих зв'язків багатоатомні спирти мають більшу в'язкість, більшу температуру плавлення та кипіння й кращу

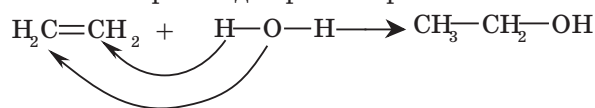
розчинність порівняно з їхніми одноатомними аналогами.

Етиленгліколь — це безбарвна сиропоподібна рідина, солодкувата на смак, необмежено розчиняється у воді й спирті, не розчиняється у вуглеводнях та етерах. Температура кипіння +197,9 °С, температура плавлення –12,6 °С, густина 1,12 г/мл. Надзвичайно отруйна!

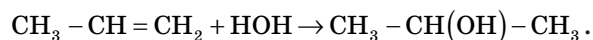
Гліцерол — безбарвна сиропоподібна, дуже в'язка рідина, неотруйна. Температура плавлення +18,2 °С, температура кипіння +290 °С, густина 1,26 г/мл. Із водою змішується в будь-яких співвідношеннях, дуже гігроскопічна. За рахунок своєї гігроскопічності використовується для пом'якшення шкіри в шкіряній промисловості та фармації.

Методи добування спиртів

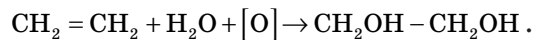
1. Гідратація алкенів. При взаємодії алкенів з водою в присутності мінеральних кислот (сульфатної, ортофосфатної) утворюються спирти. Мінеральні кислоти виконують роль каталізаторів і є джерелом протонів:



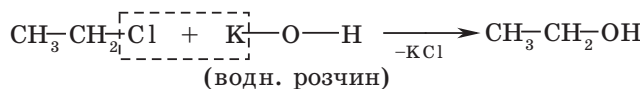
Приєднання води відбувається за правилом Марковникова:



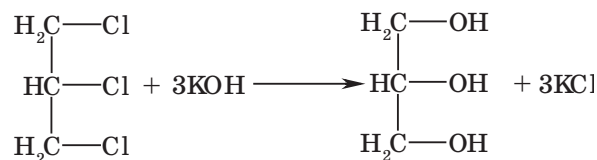
Гідратація етиленових вуглеводнів у присутності окисників (найчастіше калій перманганату) призводить до утворення багатоатомних спиртів (реакція Вагнера):



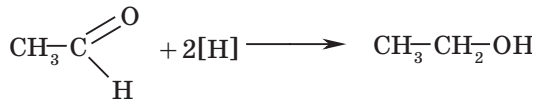
2. Гідроліз галогенопохідних алканів водним розчином лугів:



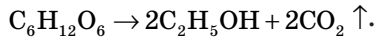
Гідроліз полігалогенопохідних алканів водними розчинами лугів призводить до утворення багатоатомних спиртів:



3. Відновлення альдегідів у присутності катализаторів:



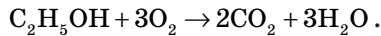
4. Етиловий спирт можна добувати спиртовим бродінням вуглеводів (глюкози) під впливом ферменту зимази спиртових дріжджів:



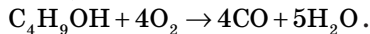
Хімічні властивості спиртів

1. *Горіння*. При збільшенні кількості атомів Карбону в молекулі спиртів поряд з реакцією повного згорання спиртів може відбуватися реакція неповного згорання з виділенням сажі (вуглецю), що призводить до збільшення світіння полум'я. Виділення різних продуктів (CO_2 та C) пояснює явище яскравого полум'я, що коптить.

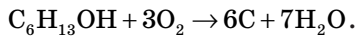
Повне згорання (достатня кількість кисню):



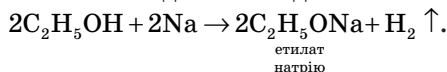
Неповне згорання з виділенням чадного газу (нестача кисню):



Неповне згорання з виділенням сажі (нестача кисню):

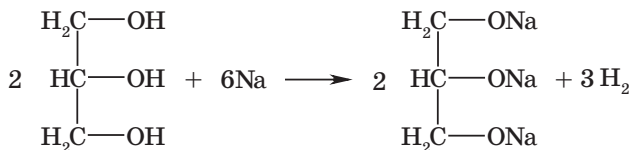


2. *Взаємодія спиртів з лужними металами*. Атоми активних металів витісняють атоми Гідрогену гідроксильної групи з утворенням алколятів та газоподібного водню:



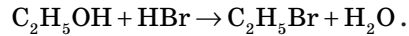
Реакція з натрієм дає привід зараховувати спирти до класу кислот. Однак спирт не проводить електричного струму, не забарвлює лакмус у червоний колір, майже не взаємодіє з водними розчинами лугів, його дисоціація виражена значно слабше, ніж у води. Саме тому спирт не відносять до кислот (з погляду теорії Арреніуса).

Багатоатомні спирти також здатні взаємодіяти з активними металами, зокрема з натрієм. Реакція відбувається аналогічно до одноатомних спиртів.

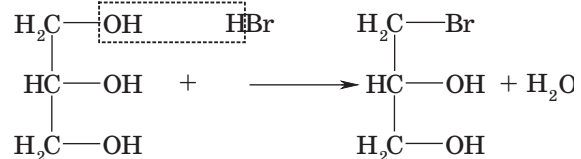


Взаємодія з натрієм відбувається дуже бурливо з виділенням великої кількості теплоти, унаслідок чого водень, який виділяється, може самозайматися.

3. *Взаємодія спиртів з галогеноводнями*. Спирти здатні взаємодіяти з галогеноводнями в присутності концентрованої сульфатної кислоти з утворенням галогеналканів (гідроксильна група заміщається атомом галогену):



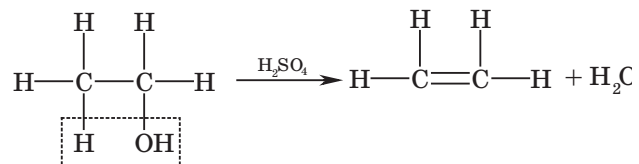
Багатоатомні спирти взаємодіють із галогеноводнями в присутності речовин, які зв'язують воду. Однак видалення з реакційного середовища галогенопохідних багатоатомних спиртів утруднений унаслідок високої температури кипіння:



Заміщення другої гідроксильної групи більш утруднене, а третя гідроксильна група, як правило, не заміщається.

4. *Дегідратація*. Процес дегідратації може відбуватися двома різними способами: за участю однієї молекули спирту та двох молекул спирту.

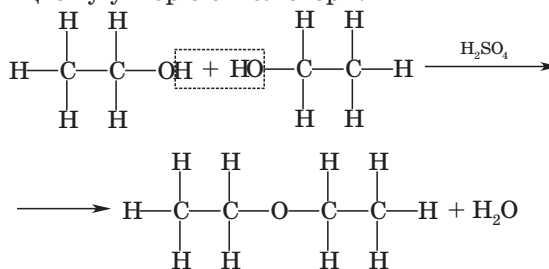
4.1. *Внутрішньомолекулярна дегідратація*. Під дією водовіднімального засобу (найчастіше в цій ролі виступає концентрована сульфатна кислота) від молекули спирту відщеплюється молекула води: гідроксильна група й атом Гідрогену від сусіднього атома Карбону. При цьому вільні валентності двох сусідніх атомів Карбону насичуються за рахунок утворення додаткового зв'язку: у процесі внутрішньомолекулярної дегідратації спиртів утворюються ненасичені вуглеводні:



Реакція дегідратації є оборотною реакцією. Здійснюючи її у зворотному напрямку, тобто приєднуючи воду до ненасичених вуглеводнів, добувають спирти.

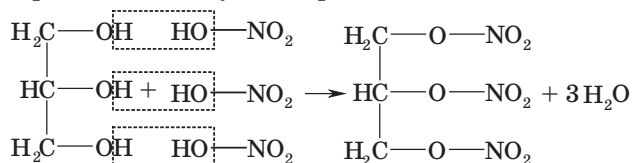
4.2. *Міжмолекулярна дегідратація*. При надлишку етанолу й не дуже сильному нагріванні

реакція дегідратації може протікати за участю двох молекул — міжмолекулярна дегідратація. При цьому утворюються етери:



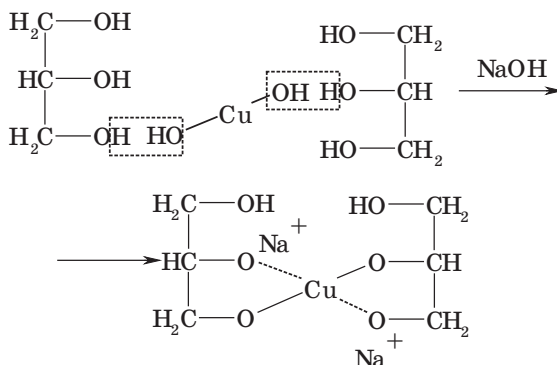
5. *Взаємодія багатоатомних спиртів з неорганічними кислотами.*

Багатоатомні спирти здатні взаємодіяти з неорганічними кислотами (наприклад, з нітратною) з утворенням етерів. Ця реакція лежить в основі виробництва вибухових речовин:



Взаємодією з нітратною кислотою добувають динітроетиленгліколь і тринітрогліцерол.

6. *Якісна реакція на багатоатомні спирти.* Якісною реакцією на багатоатомні спирти є взаємодія їх зі свіжоосадженим купрум(II) гідроксидом. Атоми Купруму заміщають атоми Гідрогену в гідроксогрупі аналогічно до взаємодії з натрієм. У результаті реакції при додаванні до блакитного осаду купрум(II) гідроксиду розчину багатоатомного спирту утворюється темно-синій розчин комплексної сполуки Купруму із двома молекулами спирту:



Аналогічно купрум(II) гідроксид реагує й з іншими багатоатомними спиртами.

Застосування спиртів

Спирти використовують як органічні розчинники, як паливо для двигунів (добавка ме-

танолу й етанолу сприяє повноті згорання й запобігає забрудненню атмосфери).

Їх використовують також для виробництва бутадієну, з якого в подальшому виготовляють синтетичний каучук, для добування низки фармацевтичних препаратів (медичного етеру, хлоретану тощо), а ще для добування етанової кислоти та «фруктових есенцій» (естерів).

У майбутньому все більше й більше зростатиме значення метанолу для добування найрізноманітніших речовин, потрібних народному господарству. За багатством своїх застосувань, як вважають вчені, він перевершить етанол, і його роль можна буде порівняти з тією, котру сьогодні відіграють в органічному синтезі ненасичені вуглеводні.

Метанол використовують для добування метанолу, потрібного для виробництва пластмас та феноло-формальдегідних смол і деяких етерів (за аналогією до етанолу).

Етиленгліколь та пропіленгліколь використовують при виготовленні антифризу для автомобілів, у виробництві розчинників (діоксану, карбітолу), вони містяться у складі гальмівної рідини. Етер з нітратною кислотою (динітрогліколь) являє собою вибухову речовину. Етиленгліколь також використовують у виробництві пластмас та поліетерного волокна.

Гліцерол застосовують у паперовій, поліграфічній, парфумерній та фармакологічній промисловості. Він міститься у складі гальмівної рідини, пластифікаторів, алкідних та епоксидних лаків. Його етер з нітратною кислотою (нітрогліцерол) — надзвичайно вибухонебезпечна речовина, а його 1% -й розчин використовують як ліки при серцево-судинних захворюваннях.

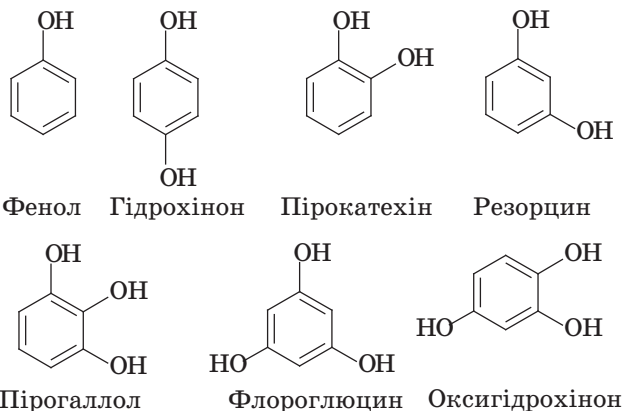
Поняття про феноли

Ароматичні речовини, що містять гідроксильну групу в бічному ланцюзі, належать до спиртів. За властивостями вони подібні до насичених спиртів, а якщо гідроксильна група з'єднана з бензеновим ядром, то такі сполуки утворюють клас фенолів.

Феноли — це клас ароматичних гідроксильних сполук, у яких гідроксильна група з'єднана безпосередньо з бензеновим ядром.

Серед фенолів виділяють також речовини з різним числом гідроксильних груп. За аналогією до спиртів, феноли так само бувають одно-

атомними, двохатомними тощо. Деякі з них мають свої тривіальні назви, наприклад:



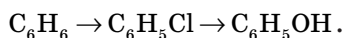
Фізичні властивості фенолу

Фенол являє собою безбарвні кристали (в ідеалі), при зберіганні набуває рожевуватого забарвлення внаслідок часткового окиснення. Має специфічний стійкий запах (так званий «запах карболки»). Отруйний! При потраплянні на шкіру викликає хімічні опіки. Температура плавлення $+42\text{ }^{\circ}\text{C}$. Фенол дуже погано розчиняється в холодній воді, але дуже добре розчиняється в гарячій воді.

Добування фенолів

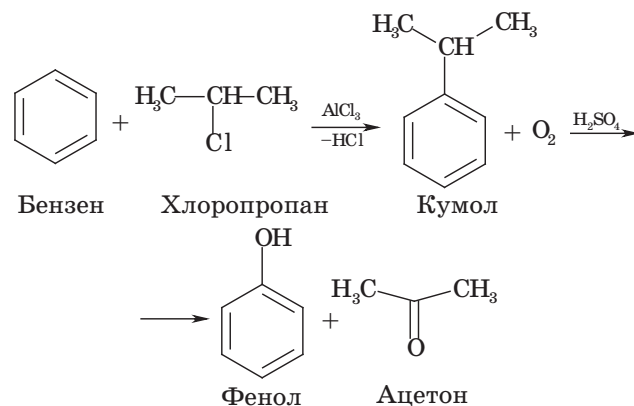
Джерелом добування фенолу є насамперед коксохімічне виробництво. Фенол поряд з багатьма іншими речовинами (гомологами бензену, нафталіном тощо) добувають із кам'яновугільної смоли при ректифікаційній перегонці. Але розвиток коксохімічного виробництва в основному визначається потребами металургії в коксі, тому воно не задовольняє швидкозростаючі потреби в ароматичних речовинах, зокрема й у фенолі. Зараз широко використовують синтетичні способи добування цієї речовини.

Вихідною речовиною для синтезу фенолу є бензен. Знаючи шлях перетворення від вуглеводнів до спиртів через галогенопохідні, можна скласти рівняння реакцій згідно із такою схемою:



Такий спосіб не є головним, оскільки хлор при бензеновому кільці заледве заміщається на гідроксильну групу (доводиться не тільки нагрівати хлоробензен з розчином луку, але

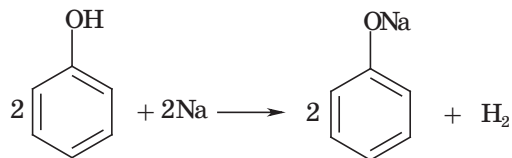
й застосовувати тиск або ж вести процес у паровій фазі в присутності каталізаторів). Більш сучасним способом є, наприклад, кумольний спосіб:



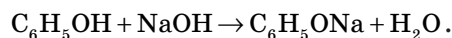
Це сучасний спосіб добування фенолу. Крім того, він більше прийнятний також тому, що в результаті утворюється ще один важливий продукт — ацетон.

Хімічні властивості фенолів

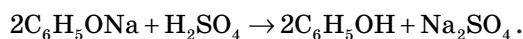
1. *Взаємодія фенолів з натрієм.* Ця реакція доводить подібність фенолів до спиртів:



2. *Взаємодія фенолів з лугами.* Феноли не випадково виділені із класу спиртів, вони мають особливі властивості. На відміну від спиртів, феноли здатні реагувати з лугами як звичайні кислоти:



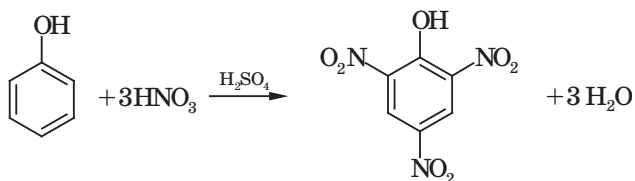
Аби переконатися в тому, що тут відбулася хімічна реакція, а не розчинення фенолу у більшій кількості води, до розчину натрій феноляту можна додати кислоту — фенол знову виділяється у вільному стані:



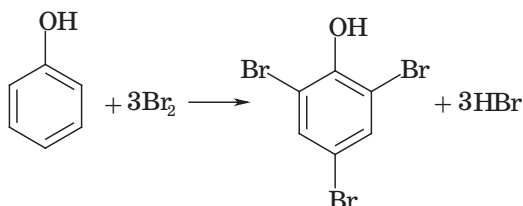
Ця властивість характеризує фенол як слабку кислоту. Отже, під впливом ароматичного радикала у фенолу з'явилися кислотні властивості.

3. *Взаємодія фенолів з мінеральними кислотами.* На відміну від бензену, фенол значно

легше вступає в реакцію нітрування в присутності концентрованої сульфатної кислоти. При цьому можна добути продукт повного нітрування — тринітрофенол (пікринову кислоту):

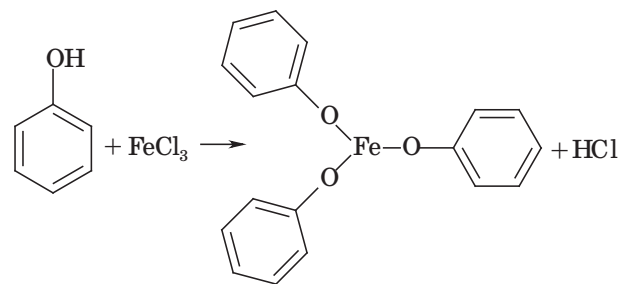


4. Бромовання фенолу також відбувається значно легше, ніж для бензену. Реакція протікає так легко, що фенол реагує навіть із бромною водою (розчином броду у воді) з утворенням трибромфенолу, що випадає в осад:



Цю реакцію використовують для виявлення фенолу в розчині (якісна реакція).

5. Якісна реакція на феноли. Якісною реакцією на фенол є його кольорова реакція із ферум(III) хлоридом: безбарвний розчин фенолу реагує зі світло-жовтим ферум(III) хлоридом з утворенням темно-синього ферум феноляту:



Застосування фенолу

Колись фенол уважали одним з найважливіших антисептиків і широко використовували для дезінфекції приміщень, меблів, хірургічних інструментів. Дотепер збереглася тривіальна назва фенолу — карболова кислота. Зараз фенол рідко виступає в ролі антисептика, його замінили інші речовини. Натомість усе більше й більше зростає роль фенолу в синтетичній промисловості. З фенолу добувають капролактам, який застосовують для виробництва пластмас та синтетичного капронового волокна, разом з формаліном із нього добувають феноло-формальдегідні смоли.

На основі фенолу добувають вибухові речовини, наприклад пікринову кислоту.

Окрім того, деякі феноли — гідрохінон, пірокатехін та пірогалол — застосовують у виробництві хімреактивів для фотографічних процесів.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте загальну формулу насичених одноатомних спиртів:

- А $C_nH_{2n}OH$;
 Б $C_nH_{2n}O_2$;
 В $C_nH_{2n+2}O$;
 Г $C_nH_{2n}O$.

- А
 Б
 В
 Г

2. Позначте неароматичну сполуку, що містить гідроксигрупу:

- А етанол;
 Б фенол;
 В бензен;
 Г етаналь.

- А
 Б
 В
 Г

3. Позначте сполуку, що можна добути нагріванням спиртів з концентрованою сульфатною кислотою:

- А метан;
 Б етен;
 В етан;
 Г бутин.

- А
 Б
 В
 Г

4. Позначте реакцію, за якою можна добувати спирти:

- А гідратація алкїнів;
 Б дегідратація кислот;
 В гідрогенізація алкєнів;
 Г гідратація алкєнів.

- А
 Б
 В
 Г

5. Позначте речовину, що взаємодіє з натрій гідроксидом:

- А фенол;
Б етанол;
В пропанол;
Г толуен.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

6. Позначте спільну ознаку між етанолом та фенолом:

- А взаємодіють з натрієм;
Б взаємодіють з натрій гідроксидом;
В містять у складі дві гідроксогрупи;
Г за нормальних умов перебувають у твердому стані.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

7. Позначте, у якому агрегатному стані за звичайних умов перебуває фенол:

- А плазма;
Б тверда речовина;
В рідина;
Г газувата речовина.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

8. Позначте сполуку, з якою взаємодіє фенол:

- А етин;
Б алюміній хлорид;
В бензен;
Г натрій гідроксид.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

9. Позначте властивість, характерну для фенолу:

- А нестійкий на повітрі;
Б має зелене забарвлення;
В не має запаху;
Г має окисні властивості.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між схемою перетворення та необхідним для цього реагентом.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Схема перетворення

- 1 $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4$;
2 $C_2H_5Cl \rightarrow C_2H_5OH$;
3 $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5ONa$;
4 $C_2H_4 \rightarrow C_2H_5OH$.

Реагент

- А NaOH (водний розчин);
Б H_2O ;
В H_2 ;
Г Na;
Д H_2SO_4 (конц.).

11. Установіть відповідність між схемою перетворення та необхідним для цього реагентом.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Схема перетворення

- 1 $C_6H_5Cl \rightarrow C_6H_5OH$;
2 $C_6H_5OH \rightarrow C_6H_4(NO_2)OH$;
3 $C_3H_7OH \rightarrow C_3H_6$;
4 $C_3H_7OH \rightarrow C_3H_7ONa$.

Реагент

- А H_2SO_4 ;
Б Na;
В NaOH;
Г H_2O ;
Д HNO_3 .

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть послідовність підвищення температур плавлення та кипіння спиртів:

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- А етиленгліколь;
Б метанол;
В етанол;
Г гліцерол.

13. Установіть послідовність збільшення кислотних властивостей сполук:
- А метанол;
 - Б фенол;
 - В тринітрофенол;
 - Г етанол.

	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть об'єм водню за нормальних умов (у літрах), що виділиться при дії надлишку металічного натрію на гліцерол масою 69 г.

15. Обчисліть масу фенолу (у грамах), що можна добути гідролізом бромобензену масою 47,1 г, якщо вихід продукту реакції від теоретично можливого становить 40 %.

ТЕМА 27. АЛЬДЕГІДИ, КАРБОНОВІ КИСЛОТИ Й ЕСТЕРИ

(День 81–85)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

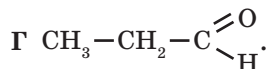
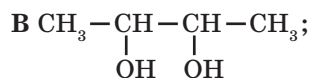
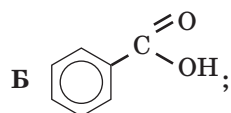
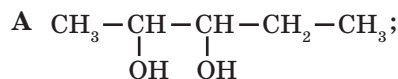
Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте загальну формулу альдегідів:

- А $C_nH_{2n+2}COH$;
Б $C_nH_{2n+1}COH$;
В $C_nH_{2n+2}O$;
Г $C_nH_{2n}COH$.

- А
Б
В
Г

2. Позначте формулу речовини, яка належить до класу альдегідів:



- А
Б
В
Г

3. Укажіть речовини, необхідні для добування етанолу:

- А етанол та купрум(II) оксид;
Б етанол та натрій гідроксид;
В етанол та натрій;
Г етанол та водень.

- А
Б
В
Г

4. Укажіть речовину, за допомогою якої можна визначити етанову кислоту в розчині:

- А калій гідроксид;
Б аргентум(I) оксид;
В лакмус;
Г фенолфталеїн.

- А
Б
В
Г

5. Укажіть речовину, яка необхідна для добування кислоти з альдегіду:

- А аргентум(I) оксид;
Б сульфур(IV) оксид;
В натрій гідроксид;
Г етанол.

- А
Б
В
Г

6. Позначте спільну ознаку між альдегідами та карбонowymi кислотами:

- А взаємодія з натрієм;
Б взаємодія з натрій гідроксидом;
В наявність подвійного зв'язку між атомом Карбону та атомом Оксигену;
Г наявність гідроксигрупи у складі.

- А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте речовини, з якими взаємодіють карбонowymi кислотами:

- 1 лакмус;
2 етен;
3 купрум(II) гідроксид;
4 пропаналь;
5 залізо;
6 метан.

- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 3, 5;
Б 2, 4, 6;
В 1, 4, 6;
Г 2, 5, 6.

8. Позначте правильні твердження щодо альдегідів:

- 1 легко окиснюються аргентум(I) оксидом;
2 всі альдегіди добре розчиняються у воді;
3 перший представник гомологічного ряду альдегідів за звичайних умов газуватий;
4 кожний альдегід має характерний колір;
5 альдегід з двома атомами Карбону в молекулі має приємний запах;
6 у розчині виявляють кислотні властивості.

- А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2;
Б 1, 3;
В 2, 4;
Г 3, 5.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між тривіальною і номенклатурною назвою альдегідів:

Тривіальна назва

- 1 Оцтовий альдегід;
- 2 мурашиний альдегід;
- 3 масляний альдегід;
- 4 пропіоновий альдегід.

Назва за номенклатурою IUPAC

- А Метаналь;
- Б етаналь;
- В пропаналь;
- Г бутаналь;
- Д пентаналь.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

10. Установіть відповідність між назвою карбонової кислоти і назвою її солі:

Назва кислоти

- 1 Метанова кислота;
- 2 етанова кислота;
- 3 пропанова кислота;
- 4 бутанова кислота.

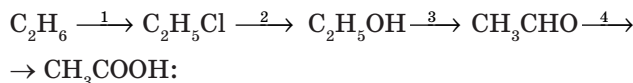
Назва солі

- А Бутират;
- Б форміат;
- В валерат;
- Г етаноат;
- Д пропаноат.

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність застосування реагентів та умов для здійснення перетворень :



- А калій перманганат;
- Б водний розчин лугу;
- В купрум(II) оксид;
- Г хлор.

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть вихід продукту реакції (у відсотках) від теоретично можливого, якщо при окисненні пропан-1-олу масою 7,2 г утворилася пропанова кислота масою 7,4 г.

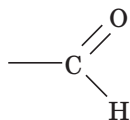
Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

АЛЬДЕГІДИ

Поняття про альдегіди

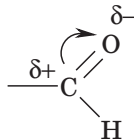
До альдегідів належать сполуки, які у своєму складі містять альдегідну групу. Альдегідна група є функціональною групою альдегідів:



Скорочено альдегідну групу записують: —CHO. Найпростішим альдегідом є метаналь, у молекулі якого до альдегідної групи приєднаний атом Гідрогену, його молекулярна формула — CH₂O.

Зв'язки атома Карбону в альдегідній групі аналогічні до зв'язків у ненасичених вуглеводнях: три його валентні електронні хмари в стані *sp*²-гібридизації утворюють зв'язки із двома атомами Гідрогену (в інших альдегідах — з атомами Гідрогену й Карбону) і з атомом Оксигену. Усі ці зв'язки лежать в одній площині. Хмара четвертого валентного електрона розташована перпендикулярно до цієї площини й має форму об'ємної вісімки. Хмари двох неспарених валентних електронів атома Оксигену також мають форму об'ємних вісімок, вони розташовані перпендикулярно один до одного. Одна із цих електронних хмар бере участь в утворенні σ -зв'язку з атомом Карбону, інша перекивається в перпендикулярній площині з електронною хмарою атома Карбону, утворюючи π -зв'язок.

З'єднані подвійним зв'язком атоми Оксигену й Карбону мають різну електронегативність. Унаслідок цього область перекривання електронів (область найбільшої електронної густини) зміщена до атома Оксигену. Отже, подвійний зв'язок C=O поляризований:



Гомологічний ряд і номенклатура альдегідів

Правила складання назв альдегідів аналогічні до правил для вуглеводнів та спиртів. Відмінність полягає тільки в тому, що назва альдегідів за номенклатурою IUPAC утворюється додаванням суфікса -аль до назв відповідних алканів. Однак деякі альдегіди мають свої історично сформовані тривіальні назви, які зустрічаються в літературі значно частіше, ніж назви за міжнародною номенклатурою.

Назви альдегідів

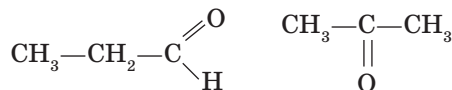
Формула	Назва IUPAC	Тривіальна назва
HCHO	Метаналь	Формальдегід, мурашиний альдегід
CH ₃ CHO	Етаналь	Ацетальдегід, оцтовий альдегід
C ₂ H ₅ CHO	Пропаналь	Пропіоновий альдегід
C ₃ H ₇ CHO	Бутаналь	Масляний альдегід
C ₄ H ₉ CHO	Пентаналь	Валеріановий альдегід

Загальна формула насичених альдегідів C_nH_{2n}O. Зверніть увагу на відмінність загальних формул альдегідів і насичених спиртів (C_nH_{2n+2}O) — вони відрізняються за складом на два атоми Гідрогену. Таким чином, альдегіди є дегідрованими спиртами.

Міжкласова ізомерія

Таку саму загальну формулу, як альдегіди, — C_nH_{2n}O — мають також сполуки іншого класу — кетони. Отже, альдегіди і кетони — це міжкласові ізомери. Проте найпростіший кетон містить у молекулі три атоми Карбону. Молеку-

лярній формулі C₃H₆O відповідає дві речовини — пропіоновий альдегід та диметилкетон (ацетон):



пропаналь

ацетон

Легко помітити, що принципова відмінність альдегідів та кетонів полягає в тому, що в альдегідах із групою CO сполучається один вуглеводневий радикал, а в кетонах — два.

Фізичні властивості альдегідів

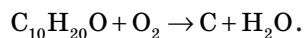
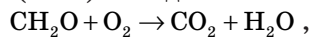
Альдегіди — безбарвні речовини, з характерним запахом. Перший член гомологічного ряду альдегідів — метаналь — за звичайних умов є газоподібною речовиною (на відміну від спиртів).

Формула	Назва IUPAC	T _{пл.} , °C	T _{кип.} , °C	Розчинність у воді
HCHO	Метаналь	-92	-21	Добре, макс. 44 %
CH ₃ CHO	Етаналь	-123	20,2	Необмежена
C ₂ H ₅ CHO	Пропаналь	-103,3	50,3	Добре, макс. 31 %
C ₃ H ₇ CHO	Бутаналь	-97,1	74,8	Добре, макс. 7,1 %
C ₄ H ₉ CHO	Пентаналь	-91,5	103,4	Добре, макс. 2 %

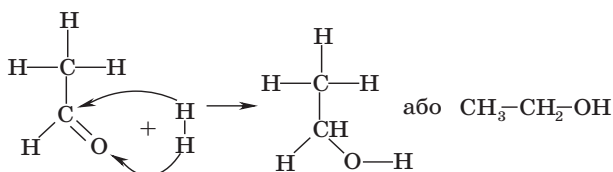
Для утворення водневого зв'язку атом Гідрогену повинен мати позитивний заряд. У цьому разі зв'язок C—H у функціональній групі альдегідів слабо поляризований, частковий заряд на атомі Гідрогену недостатній для утворення водневого зв'язку з атомами Оксигену іншої молекули. Але, на відміну від вуглеводнів, перші члени ряду розчинні у воді. Це відбувається завдяки атомам Гідрогену молекул води, які утворюють водневі зв'язки з атомами Оксигену карбонільної групи, оскільки позитивний заряд на них більший унаслідок більшої електронегативності Оксигену порівняно з Карбоном. У зв'язку із цим міжмолекулярна взаємодія між молекулами альдегідів менша порівняно зі спиртами, через що в альдегідів температура плавлення й кипіння менша, ніж у відповідних альдегідів. Однак можливість утворення водневих зв'язків з молекулами води зберігається (але меншою мірою, ніж у спиртів), тому в альдегідів зберігається добра розчинність у воді, але менша, ніж у відповідних спиртів.

Хімічні властивості альдегідів

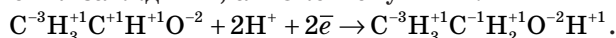
1. *Горіння.* Як і більшість органічних сполук, альдегіди добре горять на повітрі з утворенням вуглекислого газу й води. Причому зі збільшенням вуглеводневого радикала збільшується число молекул альдегідів, які горять з утворенням вуглецю (сажі) та води.



2. *Гідрування.* Гідрування альдегідів проходить у присутності каталізаторів (Ni, Pt, Pd тощо).

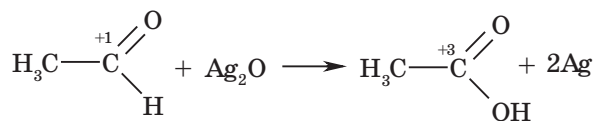


Більш важливо розглянути цю властивість із погляду окисно-відновних реакцій. Оскільки в органічних сполуках атоми Карбону можуть виявляти різні ступені окиснення, то слід виходити з того, що в атомів Гідрогену ступінь окиснення завжди +1, а в Оксигену — -2:



Атом Карбону, який входив до альдегідної групи, змінює ступінь окиснення за рахунок прийому двох електронів, отже, він відновився. Із цього можна зробити висновок, що спирт — це відновлений альдегід, і навпаки: альдегід — це окиснений спирт. Отже, процес приєднання молекули водню альдегідами — це окисно-відновний процес, у ході якого альдегіди відновлюються до спиртів.

3. *Окиснення альдегідів (реакція срібного дзеркала).* Унаслідок наявності надлишкового позитивного заряду на карбонівому атомі електронна густина, що зв'язує його з атомом Гідрогену, трохи зміститься до Карбону й атом набуде більшої реакційної здатності (цей зсув, однак, не такий значний, аби міг встановлюватися міцний водневий зв'язок між молекулами альдегіду).

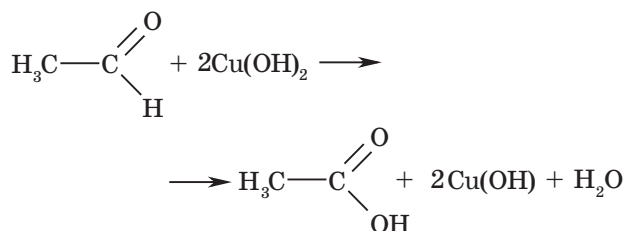


У цій реакції атом Карбону альдегідної групи віддає два електрони, отже, реакція з аргентум оксидом також є окисно-відновною, однак у цьому разі альдегід уже підлягає окисненню. І якщо результатом відновлення альде-

гідів є спирти, то внаслідок окиснення утворюються карбоніві кислоти.

Окиснення альдегідів купрум(II) гідроксидом.

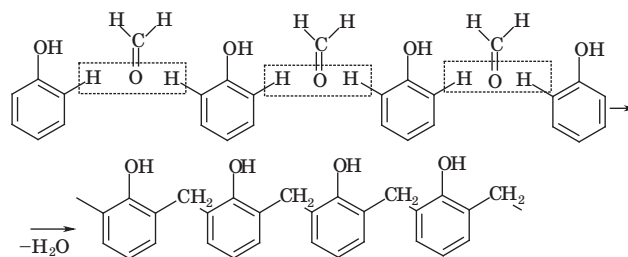
Аналогічно до аргентум оксиду купрум(II) гідроксид здатний окиснювати альдегіди. При цьому утворюється жовтий осад одновалентного купрум(I) гідроксиду:



При подальшому нагріванні відбувається розклад купрум(I) гідроксиду й утворення червоного осаду одновалентного купрум(I) оксиду:

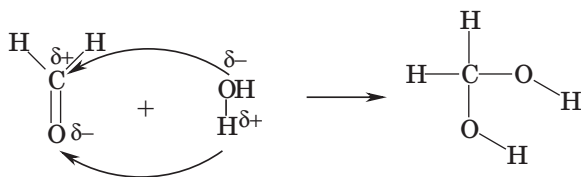


4. *Поліконденсація.* Ненасичені вуглеводні вступають у реакцію полімеризації, унаслідок якої велика кількість молекул ненасичених сполук здатні з'єднуватися один з одним і утворювати досить довгі ланцюги, як, наприклад, у результаті полімеризації етену утворюється поліетилен. Аналогічним способом можуть з'єднуватися молекули метаналу з молекулами фенолу, утворюючи в такий спосіб молекулу полімеру. У результаті цієї реакції, крім високомолекулярної сполуки (смоли), утворюється також низькомолекулярна (вода). Цим реакція поліконденсації відрізняється від полімеризації.



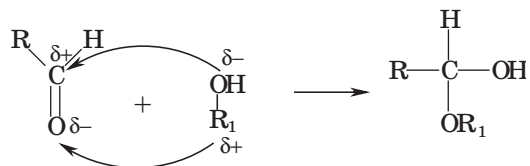
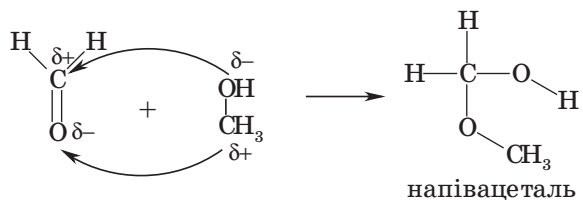
5. *Гідратація.* При вивченні хімічних властивостей ненасичених вуглеводнів розглядалися реакції приєднання за кратним зв'язком складних сполук з полярними ковалентними зв'язками в молекулі (HCl, H₂O). Природно припустити, що подібні реакції можливі і в альдегідів, тим більше, що хімічний зв'язок у карбонільній групі вже поляризований і ніби готовий до приєднання речовин

з полярними зв'язками, тому у водних розчинах відбувається така реакція:



У випадку метанолу ця оборотна реакція суттєво зміщена вправо, унаслідок чого він існує в розчині переважно в гідратній формі (99,9%). У цьому разі до позитивно зарядженого атома Карбону карбонільної групи приєднується гідроксильна група за допомогою вільної електронної пари атома Оксигену; електрони π -зв'язку повністю переходять до атома Оксигену й за допомогою них до нього приєднується протон.

6. *Утворення напівацеталей та ацеталей зі спиртами.* Подібним чином альдегіди реагують з одноатомними спиртами, адже спирти за типом своєї будови схожі на воду:

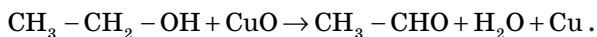


Подібна реакція може відбуватися у винах при довгому зберіганні, й утворюваний напівацеталь (а потім і ацеталь) надає додаткового аромату винам, оскільки ацеталі найчастіше являють собою речовини з приємним запахом (на відміну від альдегідів).

Добування альдегідів

1. Окиснення спиртів.

Загальним способом добування альдегідів є реакція окиснення спиртів купрум(II) оксидом:

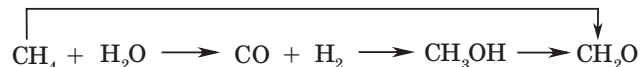


Іноді відзначають, що в реакції окиснення спиртів мідь є каталізатором унаслідок того, що

отримана мідь потім окиснюється киснем повітря й знову вступає в реакцію окиснення.

2. Окиснення метану.

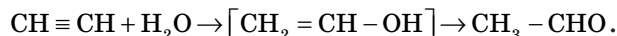
Метод добування метанолу з метану складається, в основному, з кількох стадій: 1) шляхом взаємодії метану з водною паром добувають водний газ (суміш водню й карбон(II) оксиду CO); 2) із нього синтезують метанол; 3) потім спирт окиснюють у метаналь:



3. Реакція Кучерова.

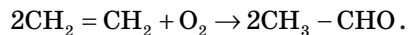
Основним способом добування етанолу є реакція гідратації етину за методом М. Г. Кучерова в присутності солей Меркурію(II).

У ході реакції гідратації спочатку утворюється вініловий спирт $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{OH}$. Однак така сполука є нестійкою (оскільки гідроксильна група з'єднана з атомом Карбону, що утворює подвійний зв'язок). Унаслідок цього відбувається ізомеризація в етаналь:



4. Окиснення етену киснем.

Добування альдегіду окисненням етену в присутності хлоридів Паладію (PdCl_2) та Купруму (CuCl) сьогодні вважають найпрогресивнішим способом:



Застосування альдегідів

Найбільш поширеними серед альдегідів є метаналь та етаналь.

Метаналь

Застосовують у виробництві терморезистивних пластмас, феноло-формальдегідних та сечовино-формальдегідних смол.

Метаналь є біологічно активною речовиною: під його впливом відбувається згортання (денатурація) білка. На цьому ґрунтується його (точніше, його водного розчину — формаліну) застосування як засобу для дезінфекції, як дубильного засобу та консерванта для анатомічних препаратів. Формаліном називають 37—40% водний розчин метанолу, до якого як інгібітор полімеризації додають 6—15% метанолу. У медицині також використовують похідні метанолу — гексаметилентетрамін (уротропін).

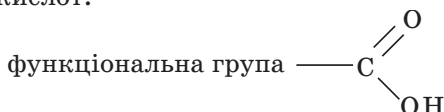
Етаналь

Найважливіші застосування етаналю ґрунтуються на використанні його реакцій окиснення та відновлення. За допомогою першої з них добувають етанову кислоту, за допомогою другої у деяких країнах — етанол. Основне застосування етаналю — добування етанової кислоти.

Інші альдегіди в промисловості застосовують не так часто. Деякі альдегіди, які мають приємний запах, використовують у парфумерії та косметиці.

КАРБОНОВІ КИСЛОТИ**Поняття про карбонові кислоти**

Оскільки органічні кислоти, так само як і решта органічних сполук, мають у своєму складі вуглеводневий кістяк, то всі органічні кислоти називають карбовоними кислотами. Карбонові кислоти належать до оксигеновмісних органічних сполук і мають у своєму складі функціональну групу, що визначає їхню приналежність до кислот.



У кислот функціональна група поєднує в собі карбонільну та гідроксильну групи — COOH. Цю групу називають карбоксильною групою.

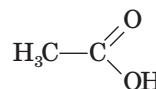
Класифікація карбовоних кислот

Класифікація за вмістом Оксигену: оскільки у складі функціональної групи кислот містяться атоми Оксигену, то всі карбонові кислоти належать до оксигеновмісних кислот.

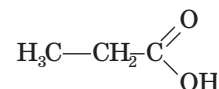
Класифікація за силою кислот: усі карбонові кислоти є слабкими кислотами. Причому зі збільшенням вуглеводневого радикала сила кислот зменшується. Фактично найсильнішою карбовоною кислотою є трифтороцтова (CF₃COOH), що є кислотою середньої сили.

Класифікація за основністю кислот: так само, як неорганічні кислоти, органічні поділя-

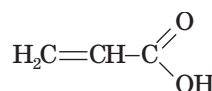
ють за основністю. Причому основність кислот визначається кількістю карбоксильних груп. Винятком є найпростіша двохосновна карбовою кислота — карбонатна.

Одноосновні кислоти

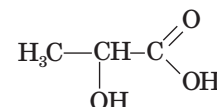
етанова



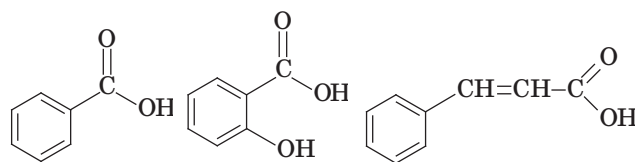
пропанова



акрилова



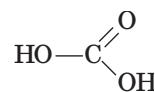
молочна



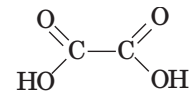
бензойна

саліцилова

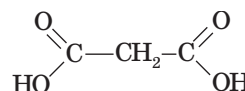
корична

Двохосновні кислоти

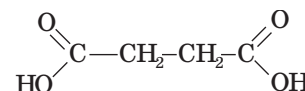
карбонатна



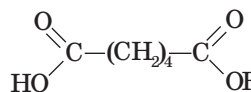
цвавлева



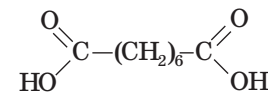
малонова



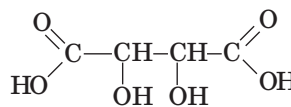
бурштинова



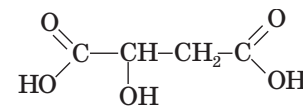
адипінова



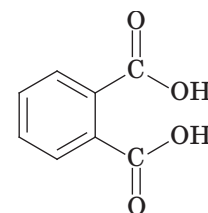
коркова



винна

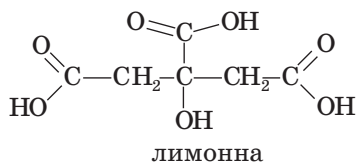


яблучна



фталева

Трьохосновні кислоти



Класифікація за вуглеводневим радикалом: карбонові кислоти можна класифікувати за вуглеводневим радикалом — насичені, ненасичені (акрилова) та ароматичні (бензойна, фталева, корична, саліцилова).

Назва карбонових кислот та їхніх солей

Формула	Назва IUPAC	Тривіальна назва	Назва солей
HCOOH	Метанова	Мурашина	Форміат (метаноат)
CH ₃ COOH	Етанова	Оцтова	Ацетат (етаноат)
CH ₃ CH ₂ COOH	Пропанова	Пропіонова	Пропіонат (пропаноат)
CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	Бутанова	Масляна	Бутират (бутаноат)
CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	Пентанова	Валеріанова	Валерат (пентаноат)
CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	Гексанова	Капронова	Капронат (гексаноат)
CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Гексадеканова	Пальмітинова	Пальмітат
CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Октадеканова	Стеаринова	Стеарат
CH ₃ (CH ₂) ₇ - CH = CH - (CH ₂) ₇ COOH	Октадеценнова	Олеїнова	Олеат

Фізичні властивості карбонових кислот

Формула	Назва	T _{пл.} , °C	T _{кип.} , °C	Розчинність у воді
HCOOH	Мурашина	8,2	100,7	Необмежено розчиняється
CH ₃ COOH	Оцтова	16,6	117,7	Необмежено розчиняється
C ₂ H ₅ COOH	Пропіонова	-20,8	140,8	Необмежено розчиняється
C ₃ H ₇ COOH	Масляна	-5,3	163,3	Добре розчиняється
C ₄ H ₉ COOH	Валеріанова	-34,5	186,4	Погано розчиняється
C ₅ H ₁₁ COOH	Капронова	-3,9	205,3	Погано розчиняється (1%)
C ₁₅ H ₃₁ COOH	Пальмітинова	52,5	390	Не розчиняється
C ₁₇ H ₃₅ COOH	Стеаринова	71,0	432	Не розчиняється

Гомологічний ряд і номенклатура карбонових кислот

Правила складання назв карбонових кислот за міжнародною номенклатурою аналогічні до правил для спиртів, альдегідів та вуглеводнів.

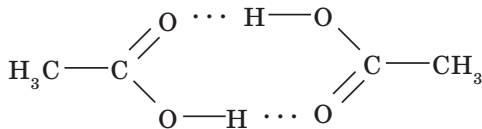
Назва кислоти походить від назви відповідного вуглеводню додаванням суфікса -ова до назви алкану. У зв'язку з тим, що багато карбонових кислот були відкриті задовго до прийняття правил міжнародної номенклатури, більшість із них мають тривіальні назви, які ми наводимо в таблиці.

Загальна формула гомологічного ряду од-ноосновних насичених карбонових кислот: $(C_n H_{2n+1} COOH$ або $C_n H_{2n} O_2)$.

Фізичні властивості карбонових кислот

На відміну від альдегідів, уже перший член ряду — метанова кислота — рідина з досить високою температурою кипіння, початкові члени ряду мають різкий запах, пропіонова має запах поту, запах бутанової кислоти відчувається при підгоранні їжі на сковороді, запах інших рідких кислот так само неприємний. Карбонові кислоти із числом атомів Карбону, більшим від 10, є твердими речовинами.

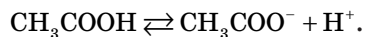
Оскільки в молекулах кислот одночасно присутні і негативно, і позитивно заряджені атоми, то можуть утворитися подвійні молекули — димери з двома водневими зв'язками:



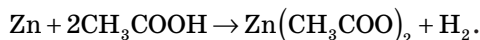
Природно, що в такому разі асоціація молекул виявляється більш міцною, ніж при наявності одного водневого зв'язку. У зв'язку із цим температури кипіння й плавлення кислот більші, ніж у відповідних їм спиртів чи альдегідів.

Хімічні властивості карбонових кислот

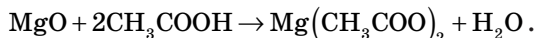
1. Зміна кольору індикаторів за рахунок дисоціації на йони:



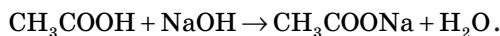
2. Взаємодія з металами:



3. Взаємодія з оксидами металів:

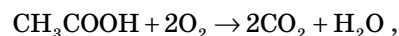


4. Взаємодія з лугами:



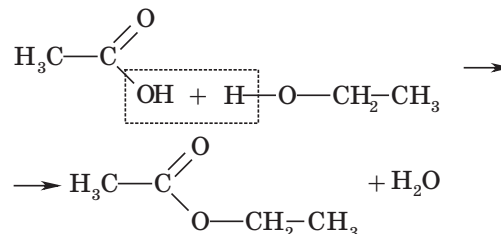
5. Горіння.

Як і більшість органічних сполук, карбонові кислоти дуже добре горять, причому чим більшим є вуглеводневий радикал, тим більша ймовірність протікання реакції горіння з виділенням сажі (вільного вуглецю):



6. Реакція естерифікації.

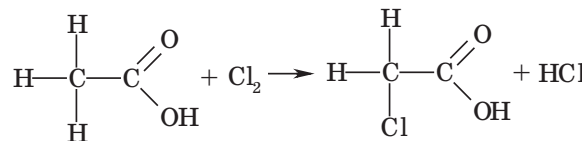
Карбонові кислоти здатні взаємодіяти зі спиртами з утворенням естерів:



Реакція естерифікації відбувається в присутності сульфатної кислоти, яка в цьому разі відіграє роль каталізатора та водовідйимальної речовини. Роль водовідйимальної речовини в цьому разі полягає в полегшенні протікання реакції та зміщенні рівноваги в бік утворення продуктів реакції.

7. Взаємодія із хлором.

Під впливом карбоксильної групи в молекулі карбонової кислоти збільшується рухливість атомів Гідрогену, які стоять при атомі Карбону у вуглеводневому радикалі, що є сусідом карбоксильної групи (в α -положенні). Саме тому ці атоми Гідрогену можуть легко заміщатися (наприклад, галогенами):



Застосування карбонових кислот

1. Застосування метанової кислоти.

Оскільки при нагріванні метанової кислоти з етановою виділяється чадний газ, то її часто використовують у лабораторії для добування чистого чадного газу.

Метанову кислоту широко використовують в органічному синтезі як протраву при фарбуванні текстилю, у бджільництві проти вароатузу, для добування пестицидів тощо. У медицині метанову кислоту застосовують у вигляді 1% спиртового розчину (метанол) як розтирку при невралгіях, міозитах та інших захворюваннях.

2. Застосування етанової кислоти.

Етанова кислота належить до найбільш використовуваних з органічних кислот. У цьому сенсі її можна порівняти із сульфатною кислотою.

Реакцією плюмбум(II) оксиду з етановою кислотою добувають плюмбум(II) етаноат $Pb(CH_3COO)_2$ (його також називають свинцевим цукром, унаслідок солодкого смаку), розчин якого застосовують у медицині (свинцева примочка).

Взаємодією ферум(III) гідроксиду з кислотою добувають ферум(III) етаноат $Fe(CH_3COO)_3$, відомий як протрава при фарбуванні: нанесений на тканину, він, з одного боку, міцно втримується волокнами, з іншого боку, добре втримує барвник.

Найчастіше етанова кислота утворює із важкими металами солі, у складі яких поряд з кислотними залишками містяться гідроксильні групи, наприклад $Pb(CH_3COO)_2 \cdot Pb(OH)_2$.

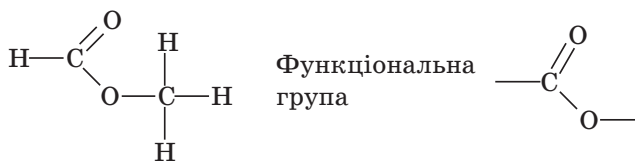
На мову хімії можна перекласти й використання етанової кислоти для добування естерів, наприклад етилового естеру та інших естерів, які через їхній приємний запах використовують у парфумерній та харчовій промисловості.

У сільському господарстві та харчовій промисловості етанову кислоту, а також її найближчі гомологи — метанову й пропанову — використовують як консерванти, що запобігають гнильним процесам і зберігають високу поживність кормів.

ЕСТЕРИ, ЖИРИ ТА МИЛО

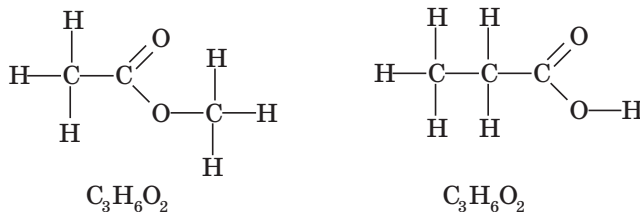
Поняття про естери

Функціональна група естерів подібна до функціональної групи карбонових кислот: функціональна група естерів $-COO-$, а функціональна група карбонових кислот $-COOH$. Найпростіший представник естерів:



Загальна формула естерів: $C_nH_{2n}O_2$, вона збігається із загальною формулою карбонових кис-

лот. Отже, крім усіх типів ізомерії, характерних для карбонових кислот, для естерів характерна також міжгрупова ізомерія з карбоновими кислотами:



Естер

Карбонова кислота

Фізичні властивості та застосування естерів

Нижчі естери є рідинами. Зі збільшенням молекулярної маси температура плавлення та кипіння збільшується, й вищі естери є твердими речовинами.

Естери не розчиняються у воді, добре розчиняються в спирті, етері. Більшість естерів мають приємний запах, унаслідок чого дуже багато естерів застосовують у парфумерії та харчовій промисловості як ароматизатори із фруктовими запахами.

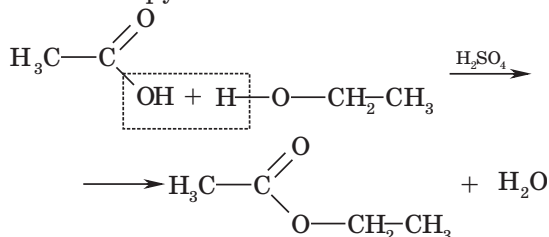
Окрім того, етилформіат використовують для виробництва вітаміну B_1 ; етилетаноат і бутилатаноат — як розчинники естерів, целюлози, каучуків, вінілових полімерів, жирів і восків, а також як клей для деяких пластмас. Бензилбензоат використовують для боротьби з коростячими кліщами та для лікування корости.

Естери, що використовують як ароматизатори

Назва естеру	Запах естеру
Етиловий естер метанової кислоти	рому
Метилловий естер бутанової кислоти	яблук
Етиловий естер бутанової кислоти	ананаса
Ізоаміловий естер бутанової кислоти	абрикоса
Аміловий естер етанової кислоти	бананів
Ізобутиловий естер етанової кислоти	бананів
Ізоаміловий естер етанової кислоти	груші
Бензиловий естер етанової кислоти	жасмину
2-фенілетиловий естер фенілетанової кислоти	меду й гіацинтів
2-фенілетиловий естер метанової кислоти	троянд і хризантем

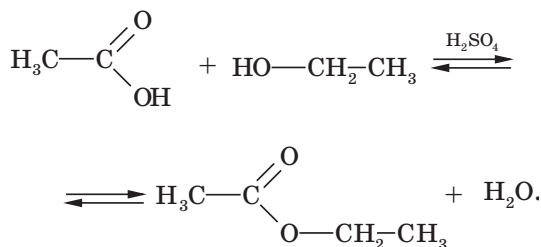
Добування естерів та їхня номенклатура

У лабораторній практиці естери добувають, в основному, кип'ятінням карбонових кислот зі спиртами в присутності сульфатної кислоти. У цьому разі сульфатна кислота відіграє роль катализатора й водовідіймальної речовини, тобто вона зв'язує утворювану воду й не дозволяє їй вступати у зворотну реакцію гідролізу утворюваного естеру:



Цю реакцію заведено називати реакцією естерифікації.

Реакція естерифікації є оборотною реакцією: поряд з реакцією утворення естеру відбувається зворотна реакція — реакція гідролізу. І рівняння реакції більш правильно записувати так:



Для того щоб змістити рівновагу в бік утворення естерів, можна збільшувати концентрацію однієї з вихідних речовин, а також видаляти з реакційного середовища один із продуктів, тим самим стимулюючи його утворення. Із цією метою можна відганяти з реактора утворений естер (хоча це досить складно, оскільки температура кипіння утвореного естеру зазвичай вища, ніж у використовуваного спирту) або зв'язувати утворену воду за допомогою гігроскопічних речовин (у більшості випадків — сульфатної кислоти).

Назви естерів походять від назви кислоти та спирту, з яких отримано естер.

Складання назв естерів

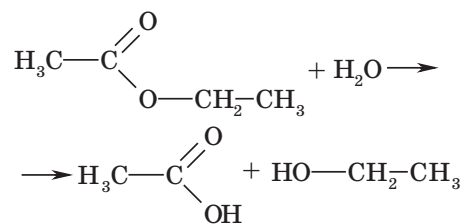
Для добування було використано		Назва естеру	Назва згідно із номенклатурою IUPAC
кислота	спирт		
Етанова	Етиловий	Етиловий естер етанової кислоти	Етилацетат, етилетаноат

Закінчення таблиці

Для добування було використано		Назва естеру	Назва згідно із номенклатурою IUPAC
кислота	спирт		
Метанова	Пропіловий	Пропіловий естер метанової кислоти	Пропілформіат, пропілметаноат
Бензойна	Аміловий	Аміловий естер бензойної кислоти	Амілбензоат, пентилбензоат

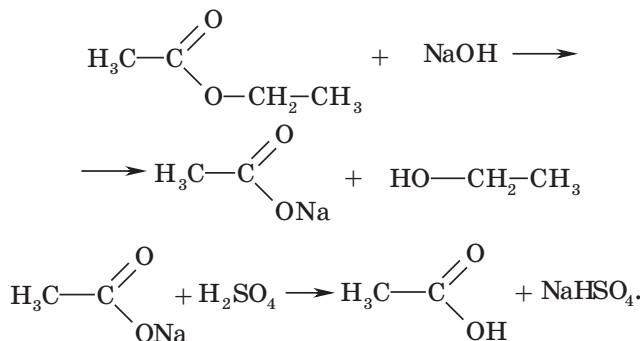
Хімічні властивості естерів

З усіх хімічних властивостей естерів найбільш важлива тільки реакція, зворотна реакції естерифікації — гідроліз естерів. Ця реакція відбувається в присутності як кислот, так і лугів, що виступають у ролі катализаторів:



Для зміщення хімічної рівноваги в бік утворення продуктів гідролізу треба хімічно зв'язати кислоту або спирт, щоб вони не вступали в реакцію естерифікації, і тим самим змістити рівновагу реакції вліво. Для зв'язування кислоти найчастіше використовують луг, який у реакції з карбоновою кислотою утворює сіль й у такий спосіб її зв'язує. З отриманої суміші спирт зазвичай виділяють відгоном, а кислоту — дією мінеральної кислоти на суміш, що залишилася.

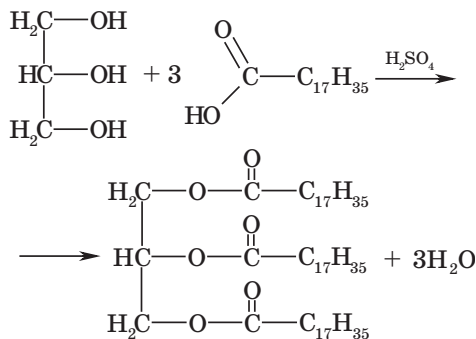
Названі процеси можна записати у вигляді таких рівнянь реакції:



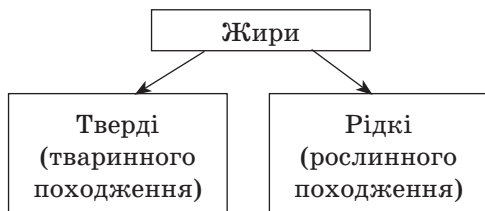
Жири

Жири можна охарактеризувати як естери, утворені трьохатомним спиртом — гліцеролом і трьома молекулами вищих карбонових кислот. З карбонових кислот найчастіше зустрічаються стеаринова кислота $C_{17}H_{35}COOH$ та олеїнова кислота $C_{17}H_{33}COOH$.

Називають жири за їхнім складом: наводячи залишки карбонових кислот, що містяться у їх складі. Наприклад, тристеариновий жир, або тристеарат (входить три залишки стеаринової кислоти), триолеїновий жир, або триолеат (входить три залишки олеїнової кислоти).



Усі жири поділяють на дві основні групи.



Хоча ця класифікація, скоріше, біологічна, ніж хімічна, однак можна вивести одну закономірність: тверді жири утворені переважно вищими насиченими карбоновими кислотами, а рідкі — переважно ненасиченими.

Тваринні жири найчастіше тверді (яловичий, баранячий), але зустрічаються й рідкі (риб'ячий жир), тимчасом як рослинні жири найчастіше рідкі речовини (льняна, соняшникова олія), але є й тверді (кокосове масло).

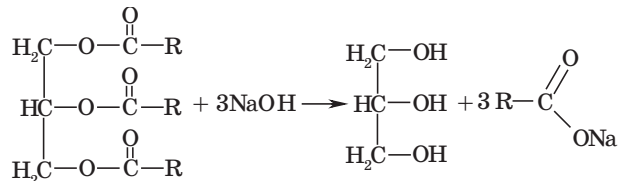
Жири дуже широко розповсюджені в природі. Поряд з вуглеводами й білками вони входять до складу всіх рослинних і тваринних організмів і є однією з основних частин нашої їжі.

Усі жири легші, аніж вода. У воді вони нерозчинні, але добре розчиняються в багатьох органічних розчинниках (дихлоретані, бензині).

Хімічні властивості жирів

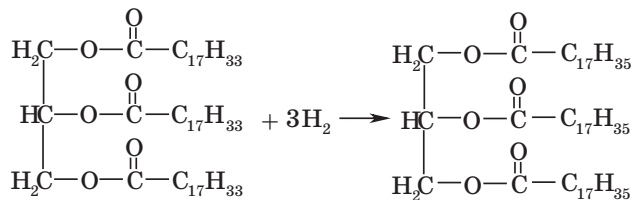
1. Гідроліз жирів.

Як і у випадку естерів, гідроліз жирів проводять у присутності лугу (або соди), який перетворює утворені карбонові кислоти на солі. Причому солі вищих карбонових кислот, які при цьому утворюються, є милом, і внаслідок цього реакцію гідролізу (і не тільки жирів, але й естерів) незвідка називають також омиленням:



2. Гідрування жирів.

Оскільки до складу рідких жирів входять залишки ненасичених карбонових кислот, то вони здатні приєднувати молекули водню. Таким чином рідкі жири перетворюють на тверді. Цей процес дуже часто застосовують для добування комбінованих жирів та маргаринів.



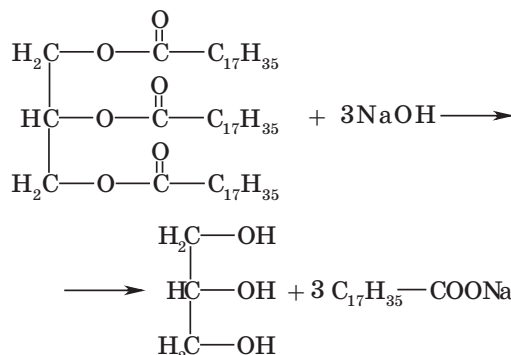
Як і будь-який процес гідрування, жири гідрують у присутності каталізатора — платини або нікелю при високому тиску водню. Одним з найбільш істотних недоліків цієї реакції є використання дорогих каталізаторів, невеликі кількості яких потім можуть входити до складу отриманих жирових сумішей. Пошук дешевих і нетоксичних каталізаторів — це одна з основних проблем виробництва жирових сумішей.

Мило

Милом є солі вищих карбонових кислот. Як і жири, мило можна класифікувати за агрегатним станом за звичайних умов. Так, розрізняють тверде мило (натрієві солі вищих карбонових кислот) і рідке мило (калієві солі вищих карбонових кислот). Відповідно, формула мила: $C_{17}H_{35}COONa$ — натрій стеарат та $C_{17}H_{35}COOK$ — калій стеарат.

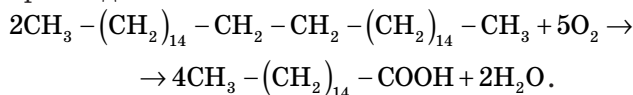
Основний метод добування мила — гідроліз жирів. Якщо жир нагрівати з розчином соди або лугу, то виходить мило. Щоб виділити мило,

у розчин додають натрій хлорид (NaCl), при цьому мило спливає наверх у вигляді щільного шару — ядра. Із цієї маси виготовляють так зване ядрове мило — звичайні сорти господарського мила:



Виробництво мила вимагає великої витрати жирів. Тим часом жири — найцінніший продукт харчування. Щоб зберегти їх, мило краще добувати з нехарчової сировини. Сьогодні такі можливості надає органічна хімія.

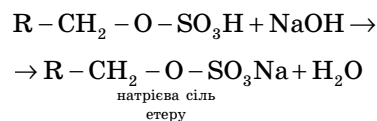
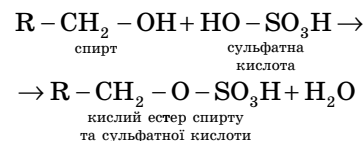
У складі мила містяться солі вищих карбонових кислот. Зараз такі кислоти добувають у промисловості окисненням вуглеводнів, що входять до складу парафіну (нафти). Цей процес відбувається у присутності кисню повітря при температурі близько $+120\text{ }^\circ\text{C}$ з участю катализатора (сполуки Мангану). При цьому відбувається розрив молекул вуглеводнів та окиснення кінцевих груп у карбоксильні, наприклад:



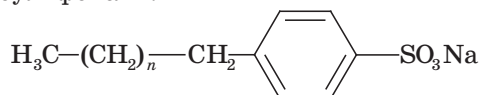
У результаті утворюється суміш різних кислот та інших оксигеновмісних сполук, які піддають роз'єднанню.

Нейтралізацією кислот добувають солі. Ці солі (у суміші з наповнювачем) ідуть на виробництво туалетного та господарського мила. Але мило, добуте із синтетичних кислот, аналогічне за своєю хімічною природою до звичайного мила, отже, має його недоліки: погано миє у твердій воді. Саме тому зараз розвивається виробництво мийних засобів іншого типу: це синтетичні мийні засоби (СМЗ). Один із видів СМЗ являє собою сіль кислих естерів вищих спиртів та сульфатної кислоти:

Схема добування (у загальному вигляді):



Дуже розповсюдженим видом СМЗ є алкілбензосульфонати:



За будовою такі солі подібні до солей, що входять до складу звичайного мила (вони, як і мило, мають поверхневу активність і гарну мийну дію). Але, на відміну від звичайного мила, такі речовини не втрачають мийних властивостей у твердій воді, оскільки утворені при цьому кальцієві та магнієві солі виявляються розчинними й, отже, поверхнево-активна речовина залишається у воді, а не випадає в осад.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

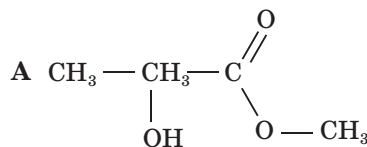
У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте загальну формулу насичених одноосновних карбонових кислот:

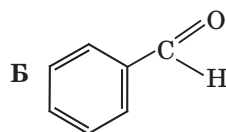
- А $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{COOH}$;
 Б $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$;
 В $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$;
 Г $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_2$.

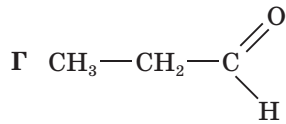
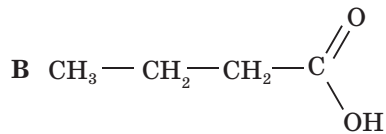
А
 Б
 В
 Г

2. Позначте формулу речовини, що належить до класу карбонових кислот:



А
 Б
 В
 Г





3. Позначте речовини, необхідні для добування етанової кислоти:

А етаналь та етанол;
 Б етаналь та пропанова кислота;
 В етаналь та калій перманганат;
 Г етаналь та водень.

А
 Б
 В
 Г

4. Позначте спільну ознаку між альдегідами та спиртами:

А взаємодія з натрієм;
 Б наявність карбоксильної групи;
 В наявність гідроксогрупи у складі;
 Г наявність атомів Оксигену.

А
 Б
 В
 Г

5. Позначте спільну ознаку між альдегідами та карбоновими кислотами:

А взаємодія з натрієм;
 Б взаємодія з натрій гідроксидом;
 В наявність подвійного зв'язку між атомом Карбону та атомом Оксигену;
 Г наявність гідроксогрупи у складі.

А
 Б
 В
 Г

6. Позначте речовину, що взаємодіє з натрій гідроксидом:

А етаналь;
 Б етанова кислота;
 В етанол;
 Г етан.

А
 Б
 В
 Г

7. Позначте реакцію, за допомогою якої добувають альдегіди:

А окиснення спиртів;
 Б дегідратація спиртів;
 В гідроліз спиртів;
 Г гідратація алкенів.

А
 Б
 В
 Г

8. Позначте правильне твердження щодо карбонових кислот:

А кислоти добувають за допомогою реакції Кучерова;
 Б вступають у реакцію естерифікації;
 В містять тільки нерозгалужений карбоновий скелет;
 Г їх функціональна група — карбонільна.

А
 Б
 В
 Г

9. Позначте загальну формулу естерів:

А $\text{R—COR}'$;
 Б $\text{R—COOR}'$;
 В R—COH ;
 Г $\text{R—O—R}'$.

А
 Б
 В
 Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між назвою карбонової кислоти і назвою її солі.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Назва кислоти

- 1 метанова;
 2 етанова;
 3 пропанова;
 4 бутанова.

Назва солі

- А Бутират;
 Б формиат;
 В валерат;
 Г етаноат;
 Д пропіонат.

11. Установіть відповідність між формулою естеру та його назвою.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Формула

- 1 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$;
 2 $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$;
 3 $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$;
 4 $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$.

Назва

- А Метилетаноат;
 Б пропілпропаноат;
 В етилпропаноат;
 Г етилетаноат;
 Д метилпропаноат.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть генетичний ланцюжок добування етанової кислоти:
- А хлороетан;
 - Б етаналь;
 - В етанол;
 - Г етан.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть генетичний ланцюжок добування натрій етаноату:
- А етен;
 - Б етаналь;
 - В етанова кислота;
 - Г етанол.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масу солі (у грамах), що утворюється при взаємодії етанової кислоти масою 15 г з надлишком вапняку.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. Обчисліть масу етилетаноату (у грамах), що піддали омиленню, якщо в результаті одержали етанол масою 20,7 г.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ТЕМА 28. ВУГЛЕВОДИ

(День 86—90)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть ознаку, характерну для сахарози:
- А за звичайних умов легко реагує з натрій гідроксидом;
Б має йонні кристалічні ґратки;
В за звичайних умов – рідина;
Г її розчин не проводить електричний струм.
2. Укажіть ознаку, характерну для глюкози:
- А за звичайних умов легко реагує з натрій гідроксидом;
Б має молекулярні кристалічні ґратки;
В за звичайних умов рідина;
Г її розчин проводить електричний струм.
3. Укажіть групу вуглеводів, до яких належить глюкоза:
- А моносахариди;
Б дисахариди;
В трисахариди;
Г полісахариди.
4. Укажіть групу вуглеводів, до яких належить крохмаль:
- А моносахариди;
Б дисахариди;
В трисахариди;
Г полісахариди.
5. Позначте функціональні групи, які містить глюкоза:
- А карбоксильна і карбонільна;
Б альдегідна і гідроксильна;
В альдегідна і карбонільна;
Г карбоксильна й аміногрупа.

6. Позначте вуглеводи, із залишків яких складаються молекули крохмалю:
- А α -глюкоза;
Б β -глюкоза;
В α -фруктоза;
Г β -фруктоза.

Серед наведених варіантів відповідей виберіть всі правильні.

7. Позначте реакції, характерні для глюкози:
- 1 реакція «срібного дзеркала»;
2 дегідратація;
3 взаємодія із свіжоосадженим купрум(II) гідроксидом;
4 гідрогенізація;
5 естерифікація;
6 посиніння при додаванні спиртового розчину йоду.
- Варіанти відповідей:
- А 1, 3, 5;
Б 2, 4, 6;
В 1, 5, 6;
Г 2, 3, 4.
8. Позначте реакції, характерні для крохмалю:
- 1 посиніння при додаванні спиртового розчину йоду;
2 гідратація;
3 взаємодія із свіжоосадженим купрум(II) гідроксидом;
4 дегідратація;
5 гідроліз у присутності сульфатної кислоти;
6 реакція «срібного дзеркала».
- Варіанти відповідей:
- А 1, 3;
Б 2, 4;
В 3, 6;
Г 1, 5.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між назвою вуглеводу та назвою групи вуглеводів, до якої він належить:

Назва

- 1 Глюкоза;
2 сахароза;
3 целюлоза.

Група

- А Полісахариди;
Б моносахариди;
В дисахариди;
Г олігосахариди.

10. Установіть відповідність між типом перетворення і реагентом:

Перетворення

- 1 Гідроліз крохмалю;
2 бродіння глюкози;
3 якісна реакція на багатоатомні спирти;
4 реакція «срібного дзеркала» за участю глюкози.

Реагент

- А Амоніачний розчин аргентум(I) оксиду;
Б сульфатна кислота;
В дріжджі;
Г свіжоосаджений купрум(II) гідроксид;
Д нітратна кислота.

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть назви речовин у послідовності зростання їх молекулярної маси:

- А сахароза;
Б крохмаль;
В глюкоза;
Г целюлоза.

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть об'єм вуглекислого газу за нормальних умов (у літрах), що виділяється при спиртовому бродінні глюкози масою 540 г.

Відповідь:

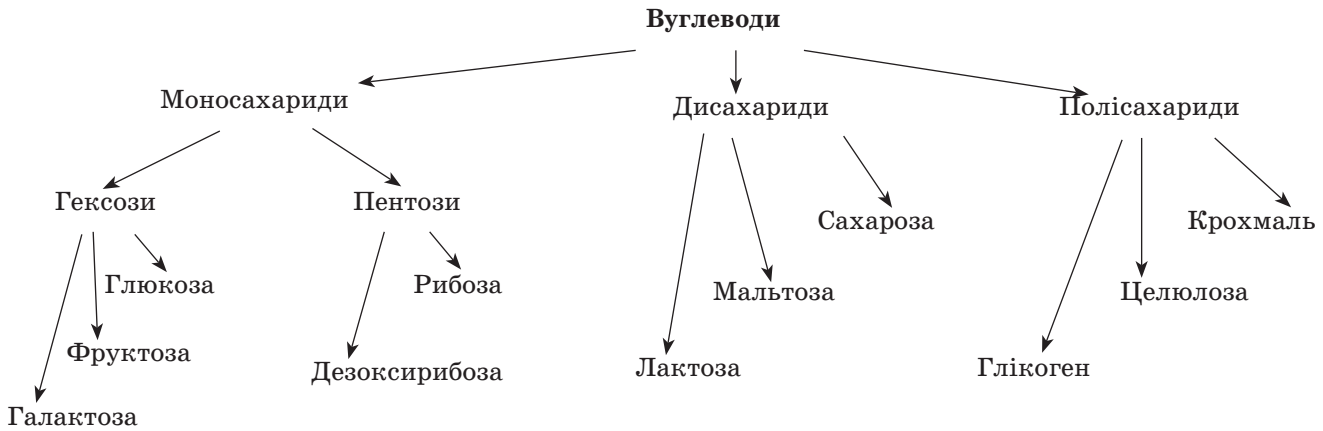
ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

ВУГЛЕВОДИ

Поняття про вуглеводи та їхня класифікація

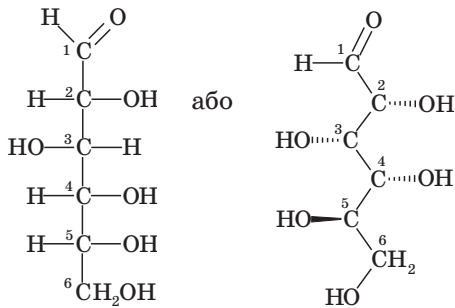
Загальна формула вуглеводів: $C_n(H_2O)_m$, однак це не означає, що вуглеводи складаються з вугілля та окремих молекул води. Ця формула відображає лише співвідношення атомів Карбону, Гідрогену та Оксигену в молекулах вуглеводів. І, власне, саме такому співвідно-

шенню цей клас речовин зобов'язаний своєю назвою — (вугле)(води). Однак слід зазначити, що вчені знайшли вуглеводи, у яких не дотримується співвідношення Гідрогену та Оксигену, що існує у воді, але котрі за всіма іншими ознаками, безсумнівно, належать до цього класу. Разом з тим існують сполуки, які відповідають за складом формулі $C_n(H_2O)_m$, але за властивостями ніяк до них не приналежні, наприклад метаналь CH_2O та етанова кислота $C_2H_4O_2$. Таким чином, назва цього класу не виражає його специфіки й більшою мірою, ніж будь-яка інша, залишилася в хімії за традицією.

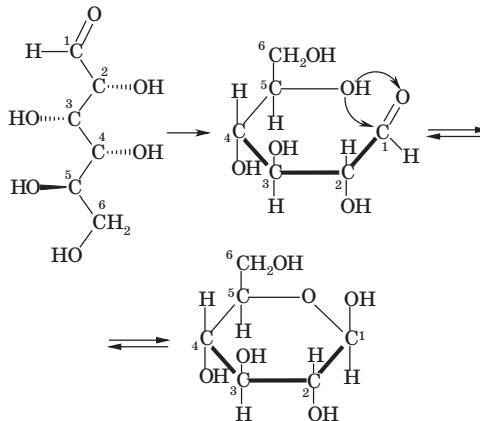


Глюкоза

Глюкоза належить до альдегідоспиртів, тобто у складі її молекули містяться два типи функціональних груп: альдегідна та спиртова (гідроксильна група).



Однак у розчині глюкози не всі молекули перебувають у такому вигляді (у лінійній формі). Більшість молекул піддаються реакції циклізації й переважно перебувають у циклічній формі. Унаслідок обертання атомів навколо C–C зв'язків молекула глюкози може набувати різної форми, зокрема й кільцеподібної. При такому положенні в молекулі відбувається перегрупування атомів — ізомеризація, у результаті чого відкрита форма перетворюється на циклічну:

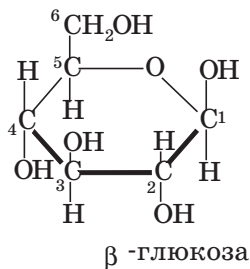
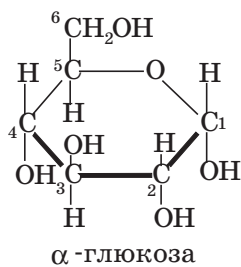


При збереженні валентних кутів альдегідна група найближче підходить до п'ятого атома Карбону, відбувається перегрупування за рахунок розриву подвійного зв'язку в карбонільній групі. Аналогічно до процесу приєднання води (і спирту) до альдегідів. До атома Карбону, який має частковий позитивний заряд, приєднується за допомогою вільної електронної пари атом Оксигену гідроксильної групи, а йон Гідрогену приєднується до карбонільного атома Оксигену за рахунок електронної пари π-зв'язку, що перейшла до нього. Утворюється шестичленний цикл, який не містить альдегідної групи, одним з ланок якого є атом Оксигену.

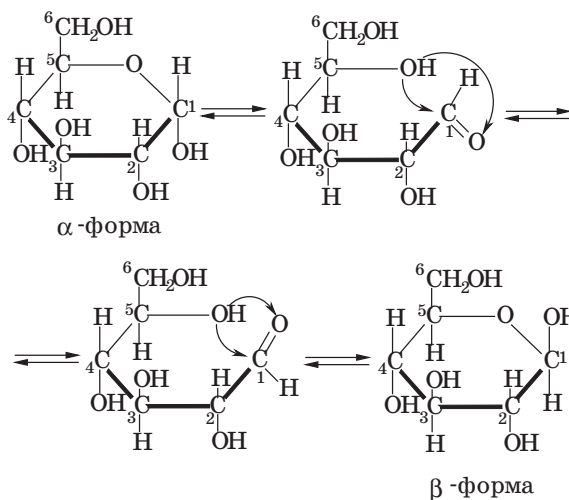
Циклічні молекули, у свою чергу, можуть знову перетворюватися на відкриті й такі, що містять альдегідну групу. Такий двосторонній процес у розчині йде безперервно. Між ізомерами встановлюється рухлива рівновага. Однак вона сильно зміщена в бік утворення циклічних молекул.

У процесі замикання кільця альдегідна група може орієнтуватися по-різному. Внаслідок цього вона може утворювати дві циклічні форми глюкози: α і β. Вище наведена циклічна β-форма глюкози.

Можливість утворення двох форм глюкози зумовлюється вільним обертанням карбонільного атома Карбону й, отже, всієї альдегідної групи навколо зв'язку C₁–C₂. Якщо «перескок» атома Гідрогену відбудеться тоді, коли карбонільний Оксиген виявиться зверху, гідроксильна група утворюється над кільцем молекули, як у β-глюкозі, якщо ж карбонільний Оксиген при обертанні атома Карбону піде вниз, гідроксильна група буде розташована під площиною кільця, як в α-глюкозі (див. с. 264).



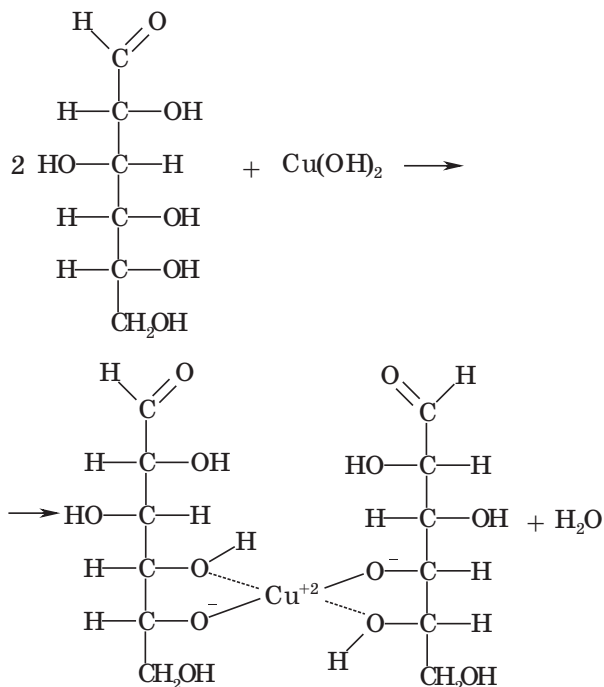
Між α - та β -формами також існує рівновага: вони постійно переходять одна в одну через проміжне утворення альдегідної форми. Припустімо, що молекула α -форми внаслідок рухливої рівноваги перетворюється на ланцюгову молекулу. Оскільки в ній відбувається обертання альдегідної групи за зв'язком С-С, то при наступному замиканні циклу гідроксильна група може виявитися вже в іншому положенні — з іншого боку кільця, у результаті утворюється β -форма. Цей процес відбувається за такою схемою:



Хімічні властивості глюкози

1. *Комплексоутворення з купрум(II) гідроксидом.*

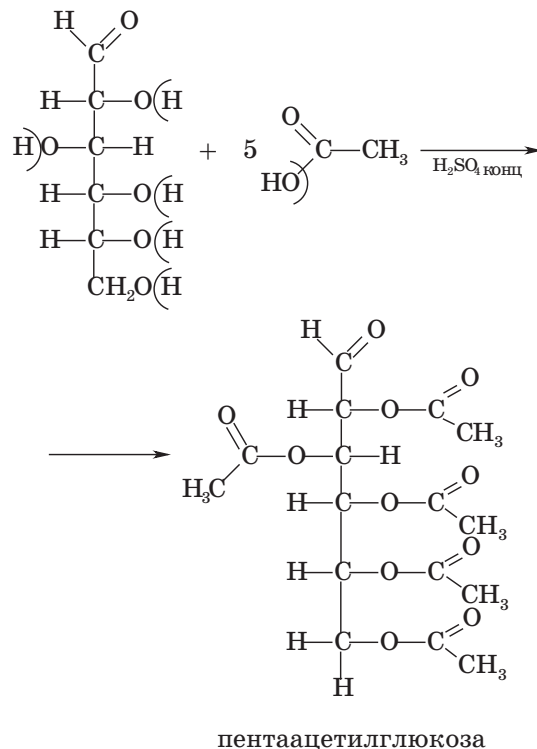
Оскільки глюкоза є багатоатомним спиртом, вона виявляє якісну реакцію на багатоатомні спирти: взаємодія зі свіжоосадженим купрум(II) гідроксидом. Як і у випадку із гліцеролом, при цьому утворюється складна комплексна сполука.



2. Утворення естерів.

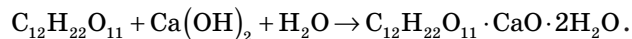
Як і всі спирти, глюкоза може вступати в реакцію естерифікації з кислотами. Причому як з органічними, так і з неорганічними.

На практиці часто використовують п'яти-оцтовий естер із глюкозою, реакцію утворення якого можна записати так:

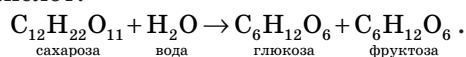


Хімічні властивості сахарози

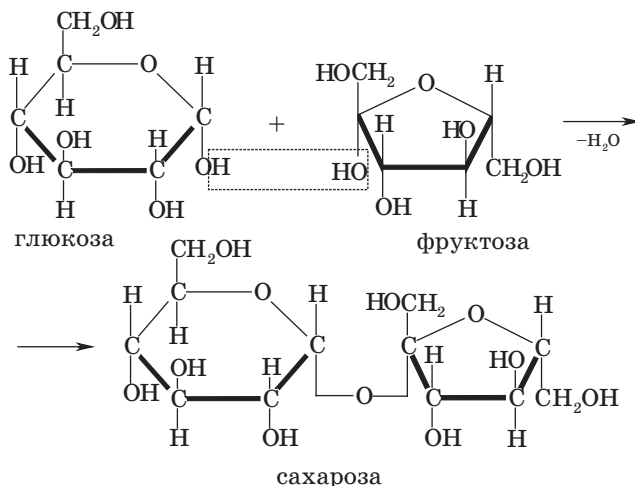
1. *Комплексоутворення.* Сахароза, як багатокислотний спирт, реагує й з іншими гідроксидами металів, наприклад з кальцій гідроксидом з утворенням добре розчинного у воді кальцій сахарату:



2. *Гідроліз.* Сахароза здатна піддаватися гідролізу з утворенням двох вуглеводів, із залишків якої вона складається. Однак безпосередньо з водою вона не реагує, точніше, за звичайних умов швидкість такої реакції незначна, але вона може бути прискорена каталітичною дією кислот:



Подібне перетворення здійснюється в організмі бджіл: збираючи нектар із квітів, вони засвоюють сахарозу, яка потім гідролізується до глюкози й фруктози. Саме тому мед — це суміш рівних кількостей глюкози й фруктози (з домішкою інших природних речовин). Він солодший, аніж звичайний цукор, тому що містить багато фруктози (фруктоза солодша від сахарози в три рази, солодкість глюкози становить 2/3 від солодкості сахарози).



Добування сахарози із цукрового буряку

Промислове добування цукру істотно відрізняється від інших виробництв, які ви вже вивчали. Раніше розглядалися такі виробництва, коли цільовий продукт отримують із вихідних речовин шляхом їхніх хімічних перетворень.

Сахарозу (цукор) не треба добувати хімічно, вона є в буряці, її лише необхідно виділити. Хімічні процеси тут спрямовані на те, щоб викристалізувати сахарозу в якомога більш чистому вигляді. Ці процеси полягають ось у чому.

Насамперед, потрібно найбільш повно добути цукор з буряку за допомогою води. Задля цього буряк у механічних бурякорізках перетворюють на тонку стружку й обробляють її водою в дифузорах, добуваючи цукор. З отриманого розчину ще не можна безпосередньо виділити цукор, тому що домішки, які надходять із буряка, — органічні кислоти, білки, барвники тощо, — сильно забруднюють цукор і заважають його кристалізації.

Отже, далі постає найбільш складне завдання — очистити розчин сахарози від домішок. Для цього його насамперед обробляють вапняним молоком. Під дією кальцій гідроксиду органічні кислоти та інші домішки осаджуються з розчину. Тим часом сахароза залишається в розчині, тому що дає з кальцій гідроксидом розчинний сахарат.

Із сахарату знову потрібно виділити сахарозу. Цього досягають шляхом обробки розчину карбон(IV) оксидом, який осаджує кальцій карбонат. Звільнений від осаду розчин цукру випарюють і піддають кристалізації. Так виходить цукровий пісок. Частина його після додаткового очищення йде на виробництво рафінаду.

Донедавна для добування цукру з буряку застосовували дифузори періодичної дії. Це ряд послідовно з'єднаних апаратів, у які завантажують подрібнений буряк. Через апарати пропускають воду, яка, проходячи через них, збагачується цукром. Після добування цукру водою дифузори завантажують новою порцією бурякової стружки. Зараз використовують дифузори безперервної дії, що істотно підвищує продуктивність праці.

Крохмаль і целюлоза

Фізичні властивості крохмалю і целюлози

Крохмаль — це аморфний порошок з характерним хрускотом (картопляного крохмалю), нерозчинний у воді за звичайних умов. При

потраплянні в гарячу воду зерна крохмалю сильно набухають, їхні оболонки розриваються, утворюється колоїдний розчин.

Целюлоза являє собою волокнисту речовину білого кольору, не розчинну у воді. На відміну від крохмалю, целюлоза зовсім не взаємодіє з водою навіть при кип'ятінні. Чиста целюлоза в нашому житті зустрічається у вигляді вати.

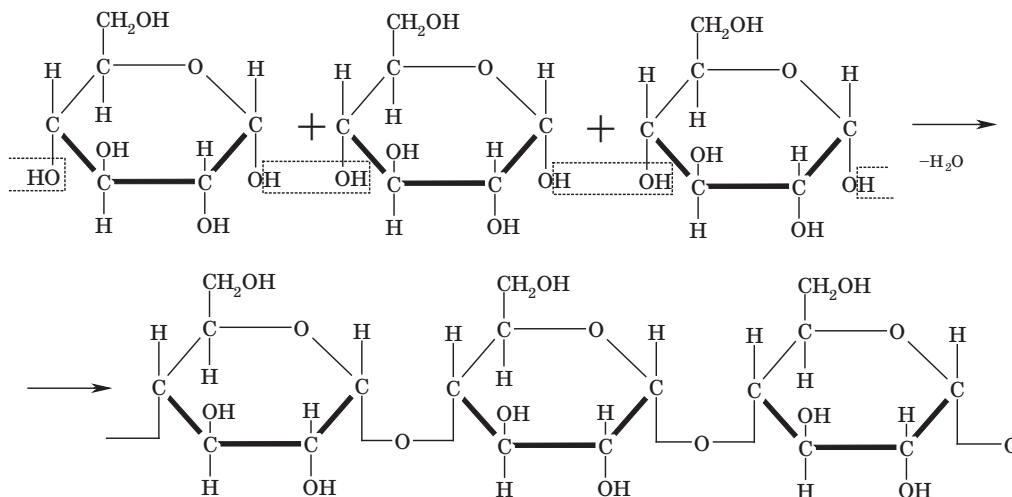
Будова молекул крохмалю й целюлози

Найпростіша формула крохмалю (і целюлози) — $(C_6H_{10}O_5)_n$. У цій формулі значення n — від кількох сотень до кількох тисяч. Отже, крохмаль — це природний полімер, що складається з багаторазово повторюваних структурних ланок $C_6H_{10}O_5$. Він складається з молекул двох типів. Із цієї причини крохмаль навіть вважають сумішшю двох речовин — амілози та амілопектину. Амілоза (її в крохмалі 20%) має лінійні молекули й більш розчинна. Молекули амілопектину (його 80%) розгалужені, і він менш розчинний у воді. Ці молекули відрізняються й за відносною молекулярною масою: для лінійних молекул (амілози) вона сягає близько сотень тисяч, для розгалужених молекул (амілопектину) — кількох мільйонів.

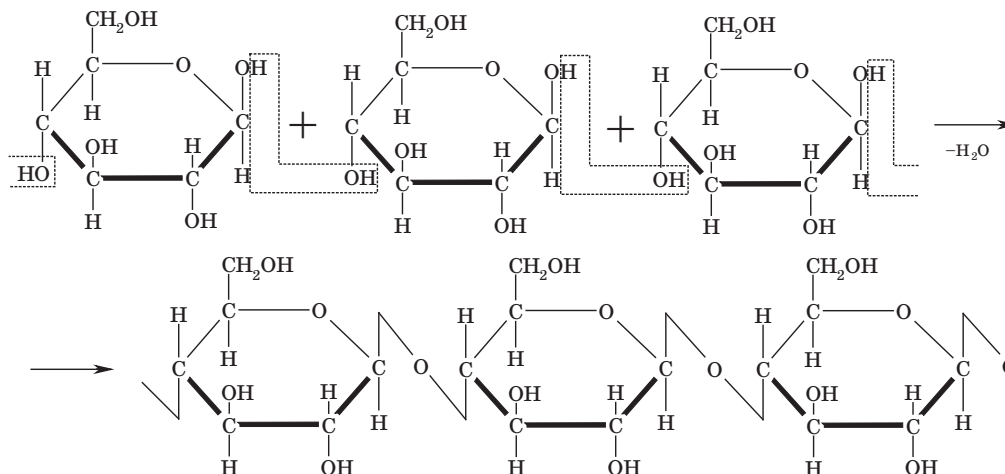
Найпростіша й молекулярна формули целюлози аналогічні до формул крохмалю. Очевидно, що при однаковому складі ці речовини істотно відрізняються за властивостями. Порівняно із крохмалем у целюлози більш висока відносна молекулярна маса. Причина міцності й нерозчинності целюлози полягає в тому, що вона має просторову тривимірну структуру. Однак целюлоза не має не тільки тривимірної, але й розгалуженої структури. Але в цьому й полягає причина міцності молекул целюлози, тому що вони мають лінійну структуру, і окремі макромолекули розташовані упорядковано щільно одна до одної. Унаслідок цього значно зростає сила міжмолекулярної взаємодії між окремими макромолекулами. Між упорядковано розташованими макромолекулами целюлози встановлюються численні водневі зв'язки: атоми Оксигену гідроксильних груп однієї молекули електростатично взаємодіють з атомами Гідрогену гідроксильних груп іншої молекули. Із цієї ж причини целюлоза утворює міцні волокна, що не характерно для крохмалю. Тим часом у крохмалі більшість молекул має розгалужену будову, тому можливостей для встановлення водневих зв'язків менше.

Молекули крохмалю складаються із залишків α -глюкози, а целюлози — із залишків β -глюкози. У цьому також полягає причина відмінностей хімічних властивостей крохмалю та целюлози:

Крохмаль



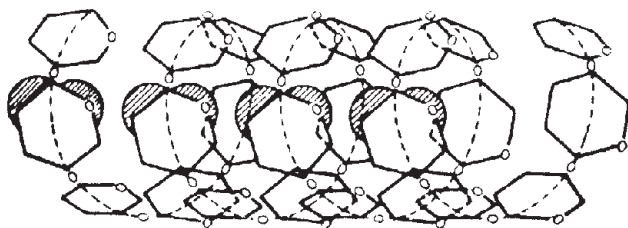
Целюлоза



Хімічні властивості крохмалю й целюлози

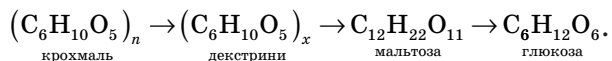
1. Комплексоутворення крохмалю з йодом.

Властивість крохмалю утворювати синє забарвлення з йодом використовують як якісну реакцію для виявлення крохмалю. З йодом реагує здебільшого амілоза, утворюючи забарвлену сполуку. Молекула амілози у вигляді спіралі оточує молекули йоду, при цьому навколо кожної молекули йоду виявляється шість глюкозних залишків. Нагрівання руйнує такий комплекс, і забарвлення зникає.



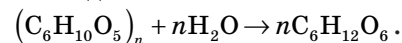
2. Гідроліз.

Для сахарози була характерною реакція гідролізу. Така сама властивість притаманна й крохмалю. При тривалому кип'ятінні крохмалю в присутності кислоти (найчастіше сульфатної) молекули піддаються гідролізу. Причому кінцевим продуктом гідролізу є тільки α -глюкоза. Однак процес гідролізу відбувається ступінчато з утворенням проміжних продуктів гідролізу. Ступінчастий процес гідролізу може бути виражений наступною схемою:



Аналогічну властивість має й целюлоза. Однак гідроліз целюлози проходить у більш жорстких умовах, і кінцевим продуктом гідролізу є β -глюкоза.

Проміжні продукти гідролізу целюлози не становлять особливого інтересу, тому їх можна не зазначати й рівняння реакції скласти в сумарному вигляді:



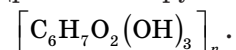
3. Термічне розкладання.

При нагріванні деревини до високої температури без доступу повітря виділяється досить велика кількість продуктів. Окрім вуглецю й води, утворюються рідкі продукти, зокрема й метанол (який саме тому й називають деревним спиртом), ацетон, етанова кислота.

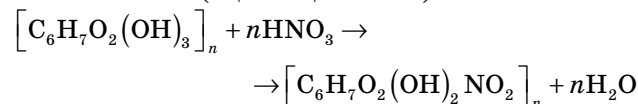
4. Естерифікація.

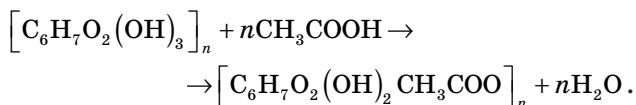
Оскільки залишки глюкози, що входять до складу целюлози, зберігають гідроксильні групи, то вона здатна вступати в реакцію естерифікації з кислотами.

У кожній ланці целюлози містяться три гідроксильні групи. Усі вони можуть вступати в реакції утворення естерів. У звичайній формулі целюлози ці гідроксильні групи виділяють так:



Найбільше значення мають естери целюлози з нітратною кислотою (нітроцелюлоза) та етановою кислотою (ацетилцелюлоза).





Застосування крохмалю

Крохмаль — це основний вуглевод нашої їжі; безпосередньо він, подібно до жирів, організмом не засвоюється. Гідроліз крохмалю під дією ферментів починається в роті при пережовуванні їжі, продовжується у шлунку та кишечнику. Утворена в результаті гідролізу глюкоза всмоктується в кров і надходить у печінку, а звідти — в усі тканини організму. Надлишок глюкози відкладається в печінці у вигляді високомолекулярного вуглеводу глікогену, який знову гідролізується до глюкози в міру витрачання її в клітинах організму.

Для добування глюкози крохмаль нагрівають із розбавленою сульфатною кислотою впродовж кількох годин. Коли процес гідролізу закінчиться, кислоту нейтралізують крейдою, утворений осад кальцій сульфату відфільтровують і розчин упарюють. При охолодженні з розчину кристалізується глюкоза.

Якщо процес гідролізу не доводить до кінця, то в результаті утворюється густа солодка маса — суміш декстринів та глюкози — патока.

Декстрини, добуті з крохмалю, використовують як клей. Крохмаль застосовують для накрохмалювання білизни: під дією нагрівання гарячою праскою він перетворюється в декстрини, які склеюють волокна тканини й утворюють щільну плівку, що охороняє тканину від швидкого забруднення. Крім того, це полегшує наступне прання, оскільки часточки бруду, зв'язані з декстринами, значно легше змиваються водою.

Крохмаль використовують для виробництва етанолу. Під час цього процесу його спочатку гідролізують під дією ферменту, який міститься в солоді, а потім продукт гідролізу зброджують у присутності дріжджів у спирт.

Етанол, який використовують для промислових потреб (синтез каучуку), добувають синтетичним шляхом з етену та гідролізом целюлози.

Застосування целюлози

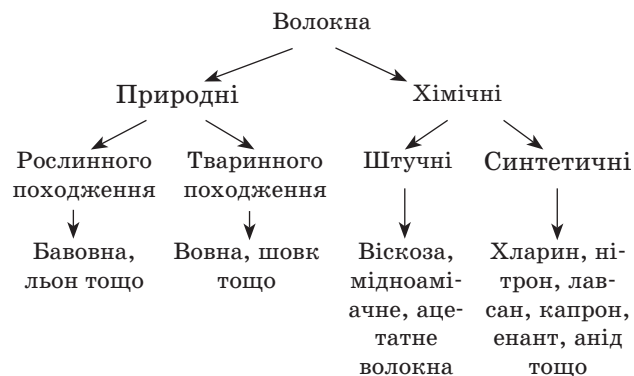
Завдяки своїй механічній міцності целюлоза у складі деревини використовується в будівництві, з неї виготовляють усілякі столярні вироби. У вигляді волокнистих матеріалів (бавовни, льону, коноплі) її використовують для виготов-

лення ниток, тканин, канатів. Виділена з деревини (звільнена від супутніх речовин), целюлоза йде на виготовлення паперу.

Естери целюлози використовують для виготовлення нітролаків, кіноплівки, медичного колодію, штучного волокна та вибухових речовин.

Штучні волокна

З давніх часів люди широко використовують природні волокнисті матеріали для виготовлення одягу та різних виробів домашнього вжитку. Одні із цих матеріалів мають рослинне походження й складаються із целюлози, наприклад льон, бавовна; інші — тваринне походження й складаються з білків, наприклад вовна, шовк.



У зв'язку із тим, що останнім часом потреби населення в тканинах і техніці посутньо зросли, волокнистих матеріалів не вистачає. Саме тому волокна стали добувати хімічним способом.

Існує два хімічні способи отримання волокон. Оскільки волокна характеризуються впорядкованим, орієнтованим вздовж осі волокна розташуванням лінійних макромолекул, то можна взяти природний полімер неупорядкованої структури й шляхом тієї чи іншої обробки переробити в ньому розташування макромолекул, укласти їх в одному напрямку.

Можливий також інший спосіб — добути полімер синтетичним шляхом і потім здійснити в ньому потрібне укладання молекул.

У промисловості добувають волокна і тим, і іншим способом. Волокна, добуті переробкою природних полімерних матеріалів, називають штучними, а добуті із синтезованих полімерів — синтетичними. Штучні й синтетичні волокна об'єднують в одну групу хімічних волокон, тому що при добуванні і тих, і інших, на відміну від

природних волокон, використовують хімічні методи.

Добування штучних волокон

У ролі вихідного природного полімеру для добування штучних волокон беруть целюлозу, виділену з деревини, або бавовняний пух, що залишається на насінні бавовнику після того, як з нього знімуть волокна бавовни.

Для того щоб розташувати лінійні молекули полімеру вздовж осі утвореного волокна, насамперед їх слід відокремити одне від одного, зробити рухливими, здатними до переміщення. Цього можна досягти розплавленням полімеру або його розчиненням. Розплавити целюлозу неможливо: при нагріванні вона руйнується. Отже, треба шукати можливість розчинення целюлози.

Цього можна досягти шляхом її хімічної обробки. Целюлозу обробляють етановим ангідридом у присутності сульфатної кислоти (етановий ангідрид — більш сильний естерифікаційний засіб, аніж етанова кислота).

Продукт естерифікації — триацетат целюлози розчиняють у суміші дихлорметану CH_2Cl_2 та етанолу. Утворюється в'язкий розчин, у якому молекули полімеру вже можуть переміщатися й набувати того чи іншого потрібного порядку.

З метою добування волокон розчин полімеру продавлюють через фільтри, які являють собою металеві ковпачки із численними отворами. Утворювані тонкі струмені розчину опускаються у вертикальну шахту заввишки приблизно 3 м, через яку проходить нагріте повітря.

Під дією теплоти розчинник випаровується, і триацетат целюлози утворює тонкі довгі волоконця, які потім скручують у нитки для подальшої переробки. При проходженні через отвори фільтри макромолекули, як колоди при сплаві по вузькій річці, починають вишиковуватися вздовж струменя розчину. У процесі подальшої обробки розташування макромолекул у них стає ще більш упорядкованим. Це призводить до великої міцності волоконця й утворених ними ниток.

Незрідка штучні волокна використовують не у вигляді довгих ниток (шовку), а у вигляді штапелю — різаних некручених волокон завдовжки в кілька сантиметрів. Штапель можна використовувати для спільного прядіння з іншими волокнами, наприклад з вовною.

Ацетатне волокно менше втрачає міцність у вологому стані, ніж штучне віскозне волокно. Унаслідок більш низької теплопровідності воно краще зберігає тепло. Крім того, це волокно відзначається м'якістю, не дуже мнеться, менше сідає при пранні, має приємний блиск. Усе це робить його цінним текстильним матеріалом.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

- Позначте загальну формулу вуглеводів:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_{n+1}$;
 Б $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$;
 В $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$;
 Г $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$.
- Позначте ознаку, що характерна для глюкози:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А за звичайних умов легко реагує з натрій гідроксидом;
 Б має молекулярні кристалічні ґратки;
 В за звичайних умов — рідина;
 Г її розчин проводить електричний струм.

- Позначте характеристику вуглеводів як електролітів:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А сильні електроліти;
 Б електроліти середньої сили;
 В слабкі електроліти;
 Г неелектроліти.
- Позначте групу вуглеводів, до яких належить глюкоза:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А моносахариди;
 Б дисахариди;
 В трисахариди;
 Г полісахариди.
- Позначте групу вуглеводів, до яких належить сахароза:

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

А моносахариди;
 Б дисахариди;
 В трисахариди;
 Г полісахариди.

6. Позначте вуглеводи, із залишків яких складається молекула сахарози:

- А мальтоза і лактоза;
- Б дві молекули глюкози;
- В дві молекули фруктози;
- Г глюкоза і фруктоза.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

7. Позначте вуглевод, із залишків якого складаються молекули целюлози:

- А α-глюкоза;
- Б β-глюкоза;
- В α-фруктоза;
- Г β-фруктоза.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

8. Позначте процес, у результаті якого в природі утворюється крохмаль:

- А фотосинтез;
- Б гідратація;
- В бродіння;
- Г кристалізація.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

9. Позначте природну сировину для добування целюлози:

- А деревина;
- Б нафта;
- В картопля;
- Г кам'яне вугілля.

А	<input type="checkbox"/>
Б	<input type="checkbox"/>
В	<input type="checkbox"/>
Г	<input type="checkbox"/>

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між назвою вуглеводу та назвою групи вуглеводів, до якої він належить.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Вуглевод

- 1 Глюкоза;
- 2 сахароза;
- 3 целюлоза.

Група вуглеводів

- А Полісахариди;
- Б моносахариди;
- В дисахариди;
- Г олігосахариди.

11. Установіть відповідність між назвою вуглеводу та назвою групи вуглеводів, до якої він належить.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Вуглевод

- 1 Фруктоза;
- 2 крохмаль;
- 3 лактоза.

Група вуглеводів

- А Полісахариди;
- Б дисахариди;
- В моносахариди;
- Г олігосахариди.

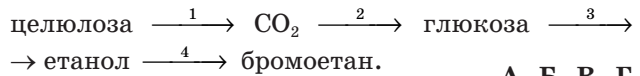
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть назви речовин у послідовності утворення їх при гідролізі полісахаридів:

- А олігосахариди;
- Б дисахариди;
- В крохмаль;
- Г глюкоза.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Установіть послідовність процесів для здійснення перетворень:



- А Фотосинтез;
- Б горіння;
- В гідрогалогенування;
- Г бродіння.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Обчисліть масу глюкози (у грамах), що необхідно піддати бродінню для одержання етанолу масою 55,2 г, якщо вихід продукту реакції від теоретично можливого становить 80 %.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

15. Обчисліть масу глюкози (у кілограмах), що можна добути з картоплі масою 891 кг, якщо вихід продукту реакції становить 50 %, а масова частка крохмалю в картоплі дорівнює 20 %.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕМА 29. АМІНИ

(День 91–95)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте функціональну групу первинних амінів:
- А $-\text{NO}_2$;
 Б $-\text{NH}_2$;
 В $-\text{NH}$;
 Г $-\text{COOH}$.

2. Позначте назву першого члена гомологічного ряду первинних амінів:
- А метиламін;
 Б диметиламін;
 В триметиламін;
 Г етиламін.

3. Позначте назву вторинного аміну:
- А метиламін;
 Б диметиламін;
 В триметиламін;
 Г етиламін.

4. Позначте твердження, що характеризує первинні аміни:
- А містять тільки одну аміногрупу;
 Б містять дві аміногрупи;
 В містять тільки один вуглеводневий радикал;
 Г містять тільки первинні атоми Карбону.

5. Позначте назву сполуки з формулою $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{NH}_2$:
- А 3-аміно-2-метилпропан;
 Б трет-бутиламін;
 В 1-аміно-2-метилпропан;
 Г ізопропіламін.

6. Позначте речовину, що утворюється при дії амоніаку на 2-хлоропропан:
- А 2-хлоропропіламін;
 Б 1-аміно-2-хлоропропан;
 В 2-амінопропан;
 Г хлоропікрін.

7. Позначте сполуку, з якою взаємодіють аміни:
- А хлор;
 Б анілін;
 В феноли;
 Г хлоридна кислота.

8. Позначте сполуку, що утворюється при взаємодії етиламіну з хлоридною кислотою:
- А хлороетан;
 Б дихлороетан;
 В діетиламін;
 Г етиламоній хлорид.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

9. Установіть відповідність між формулами амінів та їхніми назвами:
- | | А | Б | В | Г | Д |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Формули речовин

- 1 CH_3NH_2 ;
 2 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$;
 3 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$;
 4 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$.

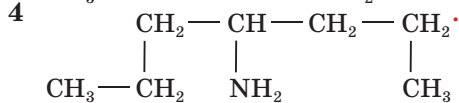
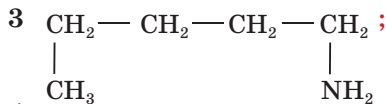
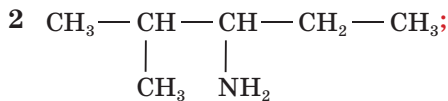
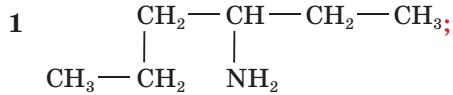
Назви речовин

- А Діетиламін;
 Б феноламін;
 В етиламін;
 Г диметиламін;
 Д метиламін.

10. Установіть відповідність між формулами амінів та їх назвами:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Формула



Назва

- А 3-аміно-1-метилгексан;
- Б 4-аміногептан;
- В пентиламін;
- Г 3-аміно-2-метилпентан;
- Д 3-аміногексан.

Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність збільшення основності амінів:

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- А метиламін;
- Б бутиламін;
- В пропіламін;
- Г етиламін.

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

12. Установіть число структурних ізомерів, що відповідають складу $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

НІТРОГЕНОВМІСНІ СПОЛУКИ

Аміни

Аміни — це клас органічних сполук, які містять у своєму складі аміногрупу (NH_2).

Аміногрупа є функціональною для цього класу сполук. Простий представник цього класу — метиламін (CH_3NH_2). Загальна формула насичених амінів: $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_2$ або $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}$.

Номенклатура амінів

Необхідно розрізняти поняття «аммін» і «амін». Поняття «аммін» відповідає сполукам амоніаку, а поняття «амін» характеризує клас органічних сполук амінів.

Правила побудови назви амінів аналогічні таким самим правилам для спиртів. Назва амінів походить від назви відповідного вугле-

водню, при цьому перед назвою вуглеводню ставиться номер атома Карбону, з яким сполучена аміногрупа, і префікс «аміно». Наприклад, сполука $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3$ називатиметься



2-амінопропан.

Залежно від кількості атомів Гідрогену і від кількості замісників, безпосередньо сполучених з атомом Нітрогену, аміни класифікують на первинні, вторинні, третинні та четвертинні.

Тип	Приклад	Кількість атомів Гідрогену	Кількість замісників
Первинний	CH_3NH_2	2	1
Вторинний	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	1	2
Третинний	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	0	3
Четвертинний	$(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$	0	4 (сольова будова)

Фізичні властивості

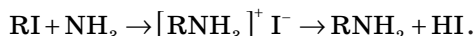
За нормальних умов усі аміни є рідинами або твердими речовинами, окрім метиламіну (CH_3NH_2 , $t_{\text{кип.}} = -6,9^\circ\text{C}$). Зі збільшенням кількості атомів Карбону температури фазових переходів збільшуються. Якщо розташувати температури плавлення і кипіння третинних, вторинних і первинних амінів у ряд, то можна простежити таку закономірність: $T_{\text{трет}} < T_{\text{втор}} < T_{\text{перв}}$. Це пояснюється утворенням міжмолекулярних водневих зв'язків між атомом Нітрогену й атомами Гідрогену аміногрупи: у третинних амінах такого водню немає, і відповідно міжмолекулярні взаємодії слабші.

Нижчі аміни добре розчиняються у воді, а гомологи з великою кількістю атомів Карбону — погано.

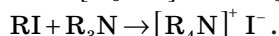
Аміни мають запах амоніаку, а в разі сильно го розбавлення запах подібний до запаху риби.

Методи добування

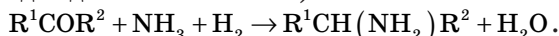
1. Реакція Гофмана (алкілування амоніаку галогеналканами):



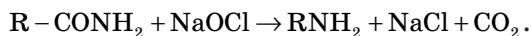
Перебіг реакції продовжується, при цьому відбувається алкілування аміну RNH_2 й утворення вторинної похідної R_2NH , і так далі, аж до утворення четвертинної амонійної солі.



2. Взаємодія амоніаку з оксисполуками (альдегідами та кетонами):



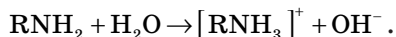
3. Взаємодія амідів карбонових кислот з натрій гіпохлоритом (розщеплення за Гофманом):



Хімічні властивості

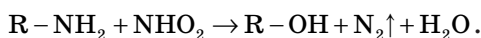
1. Кислотно-основні властивості амінів.

Водні розчини амінів показують лужну реакцію, аналогічно амоніаку, за рахунок гідролізу:



2. Алкілування амінів відбувається аналогічно алкілуванню амоніаку (див. метод добування амінів №1).

3. Взаємодія з нітритною кислотою (HNO_2) — якісна реакція на аміни:

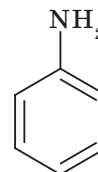


Застосування амінів

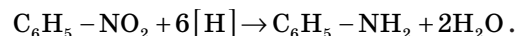
Головним чином аміни та їхні похідні використовуються в лакофарбовій промисловості для добування барвників різноманітних відтінків, для добування штучних волокон, а також як високоефективні розчинники.

Анілін

Існують також ароматичні аміни. Формула простого аніліну — амінобензен:



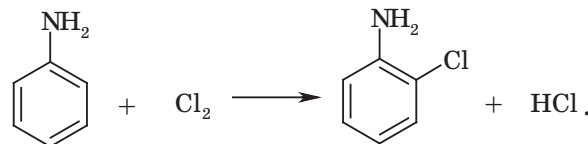
Добування аніліну в промислових масштабах проводять за реакцією, відкритою великим російським ученим Зініним. При цьому нітробензен відновлюється до аніліну під дією відновників:



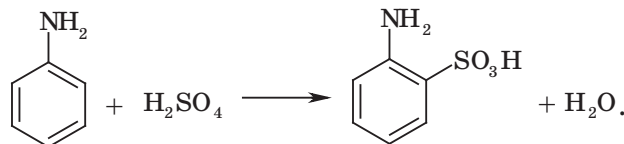
Атомарний водень, який є відновником у цій реакції, добувають безпосередньо в реакційній суміші взаємодією цинку з хлоридною кислотою.

Хімічні властивості аніліну:

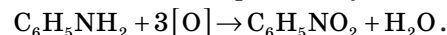
1. Хлорування в *орто*- або *пара*-положенні:



2. Сульфуровання в *орто*- або *пара*-положенні:



3. Окиснення до нітробензену:



У даний час анілін переважно застосовується для синтезу поліуретанових матеріалів, а також як напівпродукт у виробництві барвників, вибухових речовин і лікарських засобів (сульфаніл-амідні препарати).

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте сполуку, похідними якої є аміни:
- А вода;
Б етанова кислота;
В нітратна кислота;
Г амоніак.
2. Позначте назву первинного аміну:
- А метиламін;
Б диметиламін;
В триметиламін;
Г тетраметиламоній.
3. Позначте назву третинного аміну:
- А метиламін;
Б диметиламін;
В триметиламін;
Г етиламін.
4. Позначте назву гомолога метиламіну:
- А диметиламін;
Б триметиламін;
В тетраметиламоній;
Г етиламін.
5. Позначте формулу аніліну:
- А $C_6H_5NH_2$;
Б $C_2H_5NH_2$;
В $(CH_3)_2NH$;
Г $(C_6H_5)_2NH$.
6. Позначте правильне твердження про фізичні властивості амінів:
- А усі аміни є рідкими речовинами;
Б для амінів характерний специфічний запах;
В аміни не розчиняються у воді;
Г для амінів характерне специфічне забарвлення.
7. Позначте назву сполуки з формулою $C_6H_5NH_2$:
- А нітробензен;
Б фенол;
В аміногексан;
Г анілін.

8. Позначте назву аміну, що містить 4 атоми Карбону:
- А діетиламін;
Б триметиламін;
В пропіламін;
Г феноламін.
9. Позначте загальну формулу насичених амінів:
- А $C_nH_{2n}N$;
Б $C_nH_{2n+1}NH_2$;
В $C_nH_{n+2}N$;
Г $C_nH_{2n-1}NH_2$.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між формулами амінів та їхніми назвами:

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Формули речовин

- 1 $CH_3NHC_2H_5$;
2 $(CH_3)_2NC_2H_5$;
3 $(C_2H_5)_3N$;
4 $(C_4H_9)_2NH$.

Назви речовин

- А Триетиламін;
Б дибутиламін;
В етилметиламін;
Г етилдиметиламін;
Д діетилметиламін.

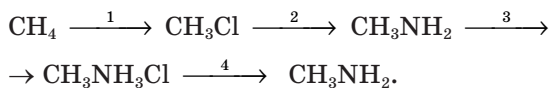
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність збільшення основності амінів:

- А етиламін;
Б метиламін;
В диметиламін;
Г триметиламін.

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Установіть послідовність застосування реагентів для здійснення перетворень:



- А NH_3 ;
 Б HCl ;
 В Cl_2 ;
 Г NaOH .

	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

13. Установіть число структурних ізомерів, що відповідають складу $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$.

14. Установіть число атомів Карбону в молекулі первинного аміну, в якому масова частка Нітрогену становить 13,86 %.

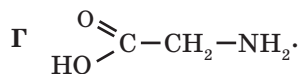
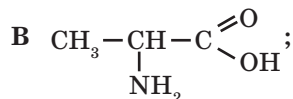
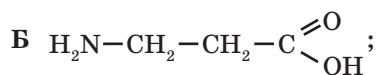
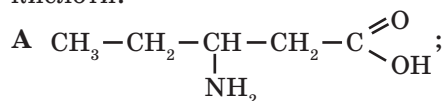
ТЕМА 30. АМІНОКИСЛОТИ ТА БІЛКИ

(День 96—99)

ДІАГНОСТИЧНИЙ ТЕСТ

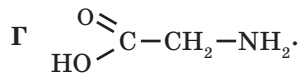
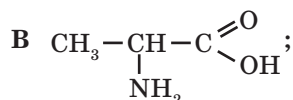
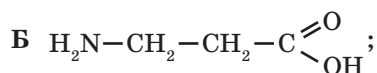
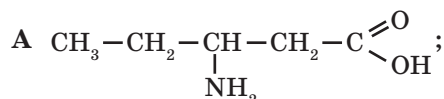
Серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Укажіть формулу аміноетанової кислоти:



А
Б
В
Г

2. Укажіть формулу β-амінопропанової кислоти:



А
Б
В
Г

3. Укажіть кількість незамінних амінокислот:

- А 10;
Б 20;
В 30;
Г 40.

А
Б
В
Г

4. Укажіть, дія якого із цих факторів викликає оборотну денатурацію білка:

- А нагрівання до високих температур;
Б дія концентрованих кислот;
В дія розчинів солей важких металів;
Г дія розчинів солей амонію.

А
Б
В
Г

5. Укажіть, до якого класу сполук належать білки:

- А оксиди;
Б полімери;
В вуглеводні;
Г метали.

А
Б
В
Г

6. Укажіть, з якого спирту можна добути β-амінопропіонову кислоту:

- А $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
Б CH_3OH ;
В $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$;
Г $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$.

А
Б
В
Г

Позначте порядок цифр, що відповідають правильним твердженням або відповідям.

7. Позначте назви амінокислот, молекули яких містять чотири атоми Карбону:

- 1 2-аміно-2-метилпропанова кислота;
2 γ-амінобутанова кислота;
3 3-амінопропанова кислота;
4 4-аміно-2-метилбутанова кислота;
5 3-амінобутанова кислота;
6 2-аміно-3-метилбутанова кислота.

А
Б
В
Г

Варіанти відповідей:

- А 1, 2, 5;
Б 1, 3, 6;
В 2, 5, 6;
Г 3, 4, 6.

8. Позначте реакції, характерні для амінокислот:

- 1 взаємодія з лугами;
- 2 гідратація;
- 3 гідрування;
- 4 взаємодія з кислотами;
- 5 гідроліз;
- 6 утворення дипептидів.

Варіанти відповідей:

- А 1, 3, 5;
Б 1, 4, 6;
В 2, 4, 6;
Г 2, 3, 5.

Установіть логічну відповідність між поняттями у першому та другому стовпчиках.

9. Установіть відповідність між типом перетворення і реагентом:

Тип перетворення

- 1 Якісна реакція на пептидний зв'язок;
- 2 гідроліз целюлози;
- 3 якісна реакція на білки з ароматичними амінокислотами;
- 4 якісна реакція на крохмаль.

Реагент

- А Нітратна кислота;
Б натрій гідроксид;
В спиртовий розчин йоду;
Г купрум(II) гідроксид;
Д сульфатна кислота.

10. Установіть відповідність між типом структури білка та явищем, що її зумовлює:

Структура білка

- 1 Первинна;
- 2 вторинна;
- 3 третинна;
- 4 четвертинна.

А
Б
В
Г

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

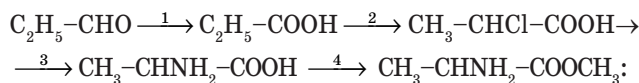
	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Явище

- А утворення глобул;
Б певна послідовність зв'язаних амінокислот;
В утворення водневих зв'язків між залишками амінокислот;
Г універсальна взаємодія між елементами поліпептидного ланцюга;
Д утворення цвітер-іону.

Наведені варіанти відповідей розташуйте в необхідній послідовності відповідно до запропонованого завдання.

11. Установіть послідовність застосування реагентів для здійснення перетворень:



- А KMnO_4 ;
Б CH_3OH ;
В NH_3 ;
Г Cl_2 .

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Після певних обчислень напишіть свою відповідь, округлену до цілого числа, за допомогою цифр до бланка відповідей.

12. Обчисліть масу аміноетанової кислоти (у грамах), яку можна добути з етанової кислоти масою 24 г, якщо вихід продукту реакції від теоретично можливого становить 60 %.

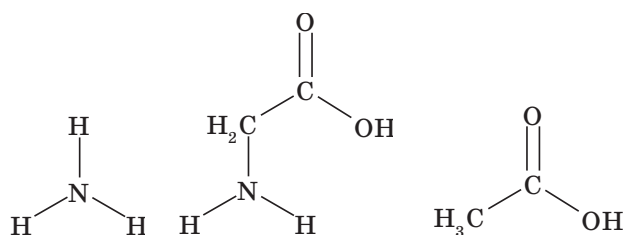
Відповідь:

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

АМІНОКИСЛОТИ Й БІЛКИ

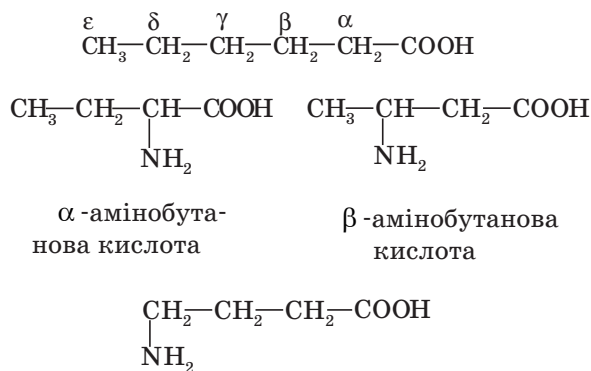
Номенклатура та ізомерія амінокислот

Амінокарбонові кислоти, або амінокислоти, — це клас органічних сполук, які містять одночасно дві функціональні групи: аміногрупу $-\text{NH}_2$ та карбоксильну групу $-\text{COOH}$.



амоніак аміноетанова кислота етанова кислота

Назви амінокислот походять від назв відповідних карбонових кислот із зазначенням положення аміногрупи. У сполуках, у яких присутні дві різні функціональні групи, їхнє взаємне розташування зазначають грецькими літерами. Так, залежно від того, до якого атома Карбону приєднана аміногрупа, амінокислоти поділяють на α , β , γ тощо.



Фізичні властивості амінокислот

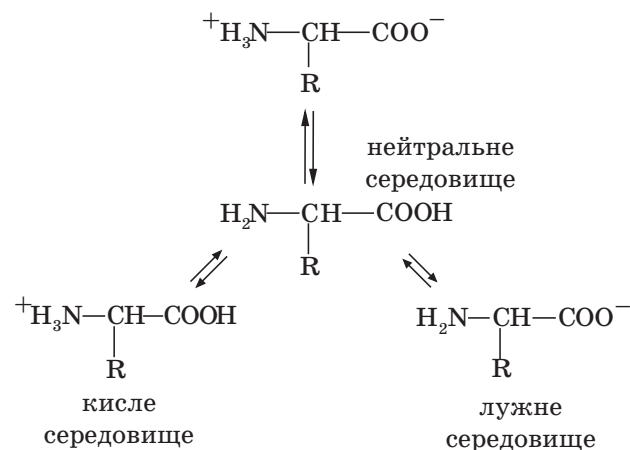
Амінокислоти являють собою тверді кристалічні речовини, добре розчинні у воді й мало роз-

чинні в органічних розчинниках. Розчинність амінокислот може бути пояснена присутністю карбоксильної групи, що зумовлює розчинність карбонових кислот, і залишку молекули амоніаку (аміногрупи). Багато амінокислот солодкі на смак.

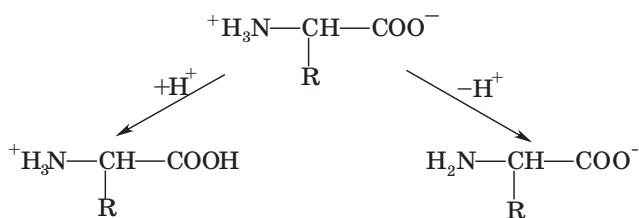
Хімічні властивості амінокислот

Оскільки до складу амінокислот входять дві функціональні групи, то амінокислоти виявляють властивості двох класів сполук: карбонових кислот та органічних амінів.

1. *Кисотно-основні взаємодії.* У нейтральних водних розчинах амінокислот карбоксильна група відщеплює йон Гідрогену, що може приєднатися до аміногрупи. При цьому утворюється так звана внутрішня сіль, яка існує у вигляді біполярних йонів (цвітер-йонів). Вони поведуться як амфотерні сполуки, тобто виявляють властивості і кислот, і основ:

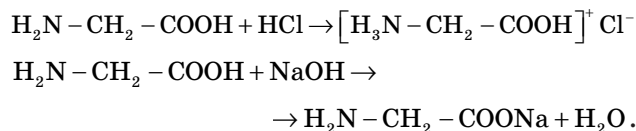


Амфотерна природа амінокислот важлива в біологічному сенсі, оскільки вона означає, що амінокислоти здатні утворювати буферні системи в розчинах — перешкоджати змінам pH . Це досягається завдяки тому, що при підвищенні pH вони виступають у ролі донорів H^+ -йонів, а при зниженні — у ролі акцепторів цих йонів. На схемі (с. 280) показано, що відбувається тоді, коли до амінокислоти при значенні pH , яке дорівнює її ізоелектричній точці, додають яку-небудь кислоту або яку-небудь основу:



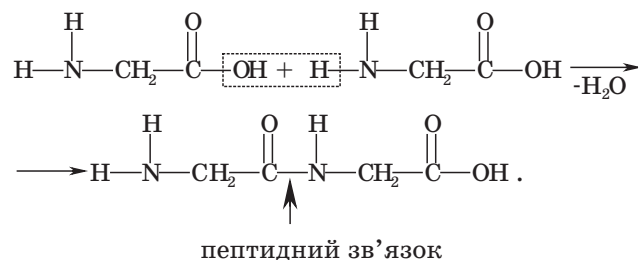
Водні розчини амінокислот мають нейтральне, лужне або кисле середовище залежно від числа функціональних груп. Так, глутамінова кислота утворює кислий розчин (дві групи —COOH, одна —NH₂), лізин — лужний (одна група —COOH, дві —NH₂).

Амінокарбонові кислоти, як уже згадувалося раніше, мають амфотерні властивості через наявність основних аміногруп та кислотних карбоксильних груп, це позначається й на їхніх хімічних властивостях. При взаємодії з кислотами й лугами утворюють солі:



2. *Утворення пептидного зв'язку.* Карбоксильна група є донором протона й проявляє, відповідно, кислотні властивості. Властивості аміногрупи аналогічні до властивостей амоніаку, зокрема, вона є акцептором протонів і проявляє, відповідно, основні властивості. Отже, амінокислоти — це амфотерні сполуки, й їхня особливість полягає в тому, що кислотні й основні властивості виявляють різні групи атомів у молекулі, причому просторово розділені.

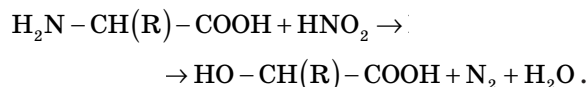
Саме цим зумовлена властивість молекул амінокислот реагувати одна з одною:



Пептидний зв'язок утворюється в результаті відщеплення молекули води при взаємодії аміногрупи однієї амінокислоти з карбоксильною групою іншої. Утворений ковалентний нітроген-карбоний зв'язок називають пептидним зв'язком. Сполука, яка утворюється в результаті конденсації двох амінокислот, на-

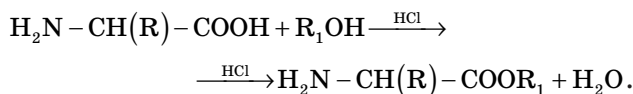
зивається дипептид. На одному кінці його молекули перебуває вільна аміногрупа, а на іншому — карбоксильна група. Завдяки цьому дипептид може також приєднувати до себе наступні молекули амінокислот.

3. *Взаємодія з нітритною кислотою (дезамінування).* Подібно до первинних амінів, амінокислоти реагують із нітритною кислотою, при цьому аміногрупа перетворюється в гідроксигрупу, а амінокислота — на гідроксикислоту:



Вимірювання об'єму виділеного азоту дозволяє визначити кількість амінокислоти (метод Ван-Слайка).

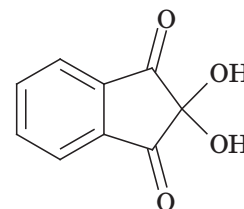
4. *Взаємодія зі спиртами (естерифікація).* Амінокислоти можуть реагувати зі спиртами в присутності хлороводню, перетворюючись на естер (точніше, на хлороводневу сіль естеру):



Естери амінокислот не мають біполярної структури і є леткими сполуками.

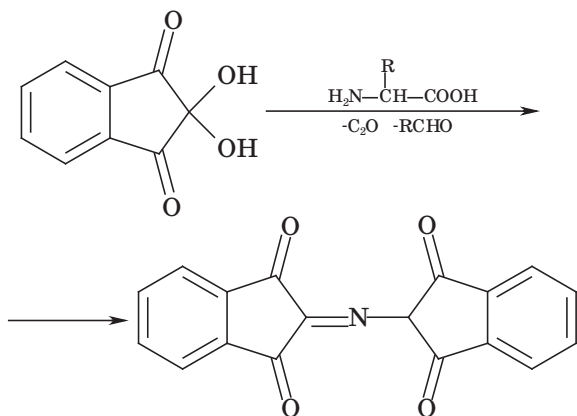
5. *Якісні реакції.*

1) Усі амінокислоти окиснюються нінгідрином



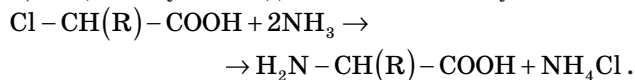
з утворенням продуктів, забарвлених у синьофіолетовий колір. Амінокислота пролін утворює з нінгідрином жовтий колір. Ця реакція може бути використана для кількісного визначення амінокислот спектрофотометричним методом (див. с. 281):

2) При нагріванні ароматичних амінокислот із сумішшю концентрованої сульфатної та нітратної кислот відбувається нітрування бензенового кільця й утворюються сполуки, забарвлені в жовтий колір. Цю реакцію називають ксантопротеїною (від грец. *ксантос* — жовтий).



Добування амінокислот

Основний спосіб добування амінокислот — заміщення атома галогену на аміногрупу в галогенопохідних кислотах. Цей спосіб аналогічний до добування амінів з алкілгалогенів та амоніаку. Галогеноводень, який виділяється при заміщенні, зв'язують надлишком амоніаку:



Білки

Білки (білкові речовини) — макромолекулярні природні сполуки (біополімери), структурну основу яких становлять поліпептидні ланцюги, побудовані із залишків α -амінокарбонових кислот. Білки неодмінно містять елементи С, Н, N та О, майже завжди S, часто P, рідше Fe, Cu, Zn тощо.

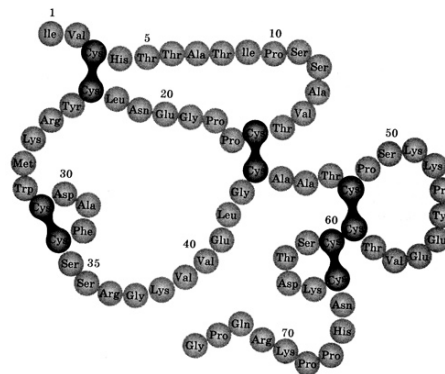
За складом білки поділяють на:

- протеїни — прості білки, що складаються із залишків амінокислот;
- протеїди — складні білки, що складаються із залишків амінокислот та різних небілкових речовин.

Олігопептиди включають до 10 залишків амінокислот (дипептиди, трипептиди тощо), а поліпептиди — більше ніж з 10 залишків. Поліпептиди зі ступенем конденсації 100 й вище — це і є білки. Молекулярна маса білків коливається від кількох тисяч до кількох мільйонів. У природних білках зустрічається двадцять різних амінокислот. Потенційна розмаїтість білків безмежна, оскільки кожному білку властива своя особлива амінокислотна послідовність, генетично контрольована, тобто закодована в ДНК клітини, яка виробляє даний білок.

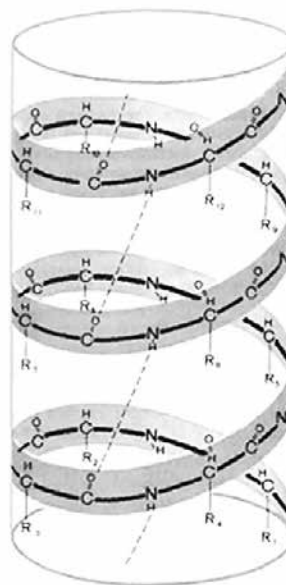
Будова білків

У складі білків трапляються залишки 20 амінокислот. Властивості білків залежать не тільки від того, які амінокислотні залишки утворюють їх, але і від того, у якій послідовності вони з'єднуються одна з одною. Таку послідовність називають первинною структурою білка:



Встановлення первинної структури білків — важливе наукове завдання. Інформація про первинну структуру всіх білків організму міститься в молекулі дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК).

Поліпептидний ланцюг зазвичай згорнутий у спіраль, що має певну просторову структуру — α -спіраль:



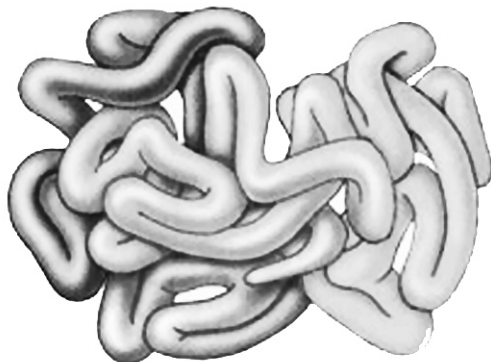
Зазвичай білкова молекула нагадує пружину, що розтягнута. Існування спіральної будови зумовлюється можливістю утворення водневих зв'язків між різними частинами сусідніх амінокислотних залишків. Спіральну будову білків

вперше встановив великий американський учений Лайнус Полінг.

Спіраль у свою чергу може мати певну просторову будову, що є власною для кожного білка: спіраль згортається в клубок (глобулу). Таку будову називають третинною структурою білка:



Для деяких білків характерно об'єднання декількох клубків (субодиниць) в одну частинку, що зумовлює четвертинну структуру білків:



У складі таких об'єднань можуть міститися йони металічних елементів або інші речовини небілкової природи. Так, молекула білка гемоглобіну складається з чотирьох субодиниць, з'єднаних з йоном Феруму, що дозволяє такій молекулі переносити кисень і вуглекислий газ у тваринному організмі.

Хімічні властивості білків

1. Денатурація білків.

Унаслідок дії деяких факторів відбувається руйнування тривимірної конформації білка —

денатурація, пов'язане зі зміною вторинної, третинної та четвертинної структур; ця зміна може мати тимчасовий або постійний характер, але й у тому, і в іншому випадку амінокислотна послідовність білка (первинна структура) залишається незмінною.

Денатурація білків відбувається під впливом нагрівання або впливом яких-небудь випромінювань, наприклад інфрачервоного або ультрафіолетового. Кінетична енергія, яка передається білку, спричинює сильну вібрацію його атомів, унаслідок чого водневі і йонні зв'язки рвуться, білок згортається (коагулює). Сильні кислоти, сильні луги й концентровані розчини солей також спричинюють розрив зв'язків (при тривалому впливі й пептидних).

Катіони важких металічних елементів утворюють міцні зв'язки з карбоксильними групами, сприяють розриву йонних зв'язків. Вони також знижують електричну поляризацію білка, зменшуючи його розчинність; білок, що перебуває в розчині, випадає в осад.

Органічні розчинники й детергенти.

Ці реагенти спричинюють розрив внутрішньо-молекулярних водневих зв'язків. Використання спирту як засобу для дезінфекції засноване саме на тому, що він здатний спричинювати денатурацію білка будь-яких присутніх бактерій.

2. Ренатурація.

Іноді денатований білок за сприятливих умов знову спонтанно набуває своєї нативної (природної) структури. Цей процес називають ренатурацією.

3. Гідроліз.

Найважливішою хімічною властивістю білків є їхня здатність до гідролізу, який може протікати при нагріванні із сильними кислотами або з лугами (кисотно-основний гідроліз) і під дією ферментів (ферментативний гідроліз). Гідроліз призводить до розпаду поліпептидних зв'язків з утворенням вільних амінокислот. Ферменти, які руйнують пептидні зв'язки (протеази), зазвичай мають селективну дію — руйнують зв'язки тільки між залишками певних амінокислот, тож при гідролізі за участю одного з ферментів можуть утворитися замість окремих амінокислот високомолекулярні продукти.

4. Якісні кольорові реакції білків:

а) біуретова реакція на пептидні зв'язки — дія розведеного розчину купрум(II) сульфату на лужний розчин білка, яка супроводжується появою фіолетово-синього забарвлення розчину, що

обумовлено комплексоутворенням між йонами Купруму та поліпептидами;

б) ксантопротеїнова реакція на ароматичні й гетероядерні цикли — дія концентрованої нітратної кислоти з появою жовтого забарвлення; забарвлення пояснюється нітруванням циклів й утворенням нітросполук залишками амінокислот;

в) реакція Міллона — дія на білок реактиву Міллона — розчину $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ та $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ у розведеної HNO_3 , що містить домішку HNO_2 , — з появою червоно-коричневого забарвлення, яке обумовлене утворенням пептидних солей Меркурію.

Біологічна роль білків

Усі без винятку хімічні реакції в організмі відбуваються у присутності спеціальних каталізаторів — ферментів, які являють собою білкові молекули. Вони прискорюють реакції в мільйони разів, причому кожен реакцію каталізує свій власний фермент.

Деякі білки виконують транспортні функції — переносять молекули або йони в місця синтезу або накопичення речовин. Наприклад, у крові міститься білок гемоглобін, що переносить кисень до тканин і вуглекислий газ від них, а білок міоглобін накопичує кисень у м'язах.

Білки — це будівельний матеріал клітин. З них побудовані опорні, м'язові, покривні тканини.

Білки-рецептори сприймають і передають сигнали, що надходять від сусідніх клітин або з навколишнього середовища. Наприклад, дія світла на сітківку ока сприймає білок родопсин.

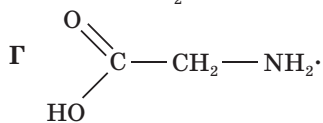
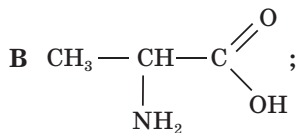
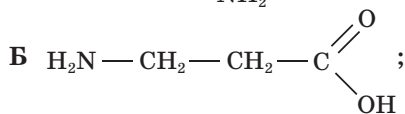
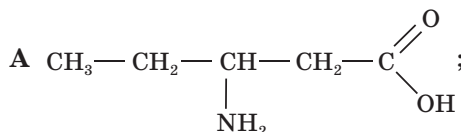
Білки життєво необхідні будь-якому організму і тому є найважливішою складовою частиною продуктів харчування. У процесі травлення вони гідролізуються до амінокислот, які служать вихідною сировиною для синтезу інших білків, необхідних даному організму. Існують такі амінокислоти, які організм не в змозі синтезувати сам і одержує тільки з їжею, — їх називають незамінними.

КОНТРОЛЬНИЙ ТЕСТ

У кожному завданні серед чотирьох наведених варіантів відповідей виберіть один правильний.

1. Позначте формулу

α -амінопропанової кислоти:



А

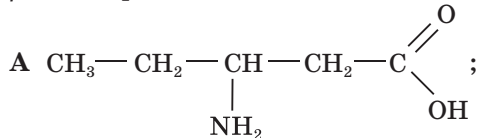
Б

В

Г

2. Позначте формулу

β -амінопропанової кислоти:

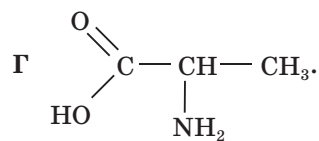
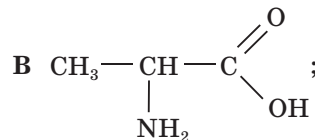
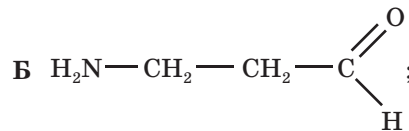


А

Б

В

Г



3. Позначте кількість незамінних амінокислот:

- А 10;
- Б 20;
- В 30;
- Г 40.

А

Б

В

Г

4. Позначте, дія якого з наведених факторів викликає оборотну денатурацію білка:
- А нагрівання до високих температур;
 Б дія концентрованих кислот;
 В дія розчинів солей важких металів;
 Г дія розчинів солей амонію.

А
 Б
 В
 Г

5. Позначте, до якого класу сполук належать білки:
- А оксиди;
 Б полімери;
 В вуглеводні;
 Г метали.

А
 Б
 В
 Г

6. Позначте, з якого спирту можна добути β -амінопропанову кислоту:
- А C_2H_5OH ;
 Б CH_3OH ;
 В C_4H_9OH ;
 Г C_3H_7OH .

А
 Б
 В
 Г

7. Позначте назву амінокислоти, молекула якої містить чотири атоми Карбону:
- А γ -амінобутанова кислота;
 Б 3-амінопропанова кислота;
 В 4-аміно-2-метилбутанова кислота;
 Г 2-аміно-3-метилбутанова кислота.

А
 Б
 В
 Г

8. Позначте реакцію, характерну для амінокислот:
- А взаємодія з лугами;
 Б гідратація;
 В гідрування;
 Г гідроліз.

А
 Б
 В
 Г

9. Позначте реакцію, характерну для білків:
- А полімеризація;
 Б гідроліз;
 В гідратація;
 Г естерифікація.

А
 Б
 В
 Г

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

10. Установіть відповідність між типом структури білка та її характеристикою.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Структура білка

- 1 Первинна;
 2 вторинна;
 3 третинна;
 4 четвертинна.

Явище

- А Утворення глобул;
 Б певна послідовність зв'язаних амінокислот;
 В утворення водневих зв'язків між залишками амінокислот;
 Г універсальна взаємодія між елементами поліпептидного ланцюга;
 Д утворення цвітеріона.

11. Установіть відповідність між формулою амінокислоти та її назвою.

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Формула

- 1 $CH_2(NH_2)COOH$;
 2 $CH_3-CH(OH)-CH(NH_2)COOH$;
 3 $CH_2(SH)-CH(NH_2)COOH$;
 4 $CH_3-CH(NH_2)COOH$.

Назва

- А Аланін;
 Б триптофан;
 В гліцин;
 Г цистеїн;
 Д треонін.

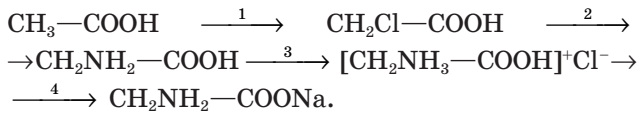
Наведені варіанти відповіді розташуйте в правильній послідовності, відповідно до запропонованого завдання.

12. Установіть назви речовин у порядку зростання їхньої молекулярної маси:

А олігопептид;
Б амінокислота;
В білок;
Г дипептид.

	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

13. Установіть послідовність застосування реагентів для здійснення перетворень:



А HCl;
Б NaOH;
В Cl₂;
Г NH₃.

	А	Б	В	Г
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Після проведення певних обчислень напишіть свою відповідь за допомогою цифр, починаючи з останньої клітинки. Якщо відповідь дробна, округліть її до цілого числа.

14. Визначте число структурних ізомерів, зі складом C₃H₆NO₂Cl, що належать до класу амінокислот.

15. Обчисліть масу аміноетанової кислоти (у грамах), що можна добути пропусканням амоніаку об'ємом 7,5 л (н. у.) крізь розчин хлороетанової кислоти.

ТРЕНУВАЛЬНІ ВАРІАНТИ

(День 100)

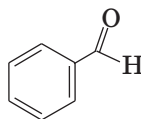
ВАРІАНТ I

Завдання 1–35 мають по чотири варіанти відповідей. У кожному завданні – лише **ОДИН ПРАВИЛЬНИЙ**. Оберіть правильну, на Вашу думку, відповідь та позначте її у бланку відповідей згідно з інструкцією.

Не робіть інших позначок – комп'ютерна програма реєструватиме їх як **ПОМИЛКИ!**

- Укажіть хімічну реакцію, за допомогою якої можна добувати кисень:
А прожарювання води
Б розклад калій перманганату
В розклад купрум(II) оксиду
Г розклад амоній нітрату
- Укажіть причину, завдяки якій алюміній оксид є тугоплавкою речовиною:
А складається з атомів Алюмінію і Оксигену
Б має йонні кристалічні ґратки
В є сполукою молекулярної будови
Г є поширеною сполукою в земній корі
- Позначте максимальне число електронів, що може міститися на першому енергетичному рівні:
А 1
Б 3
В 4
Г 2
- Укажіть кислоту, що може утворювати кислі солі:
А ортофосфатна кислота
Б хлоридна кислота
В етанова кислота
Г нітратна кислота
- Позначте реакцію, що характерна для етину:
А приєднання молекули води
Б відщеплення молекули води
В нітрування
Г відщеплення хлороводню
- Позначте речовину, що необхідна для добування пропанолу з пропену:
А фтор
Б вода
В бензен
Г нітратна кислота
- Позначте речовину, що нерозчинна у воді:
А натрій хлорид
Б аргентум нітрат
В кальцій карбонат
Г барій хлорид
- Позначте йони, що містяться у розчині магній нітрату:
А Mg^{2+} та NO_3^-
Б Mg^+ та NO_3^{2-}
В Mg^+ та NO_3^{2-}
Г Mg^{2+} та NO_3^-

9. Укажіть речовини, при взаємодії яких виділяється осад:
- цинк хлорид та натрій нітрат
 - аргентум флуорид та натрій нітрат
 - натрій хлорид та магній сульфат
 - аргентум нітрат та калій бромід
10. Позначте ознаку хімічної реакції між етенем та бромною водою:
- знебарвлення розчину
 - виділення бурого газу
 - виділення жовтого осаду
 - поява синього забарвлення
11. Укажіть продукти взаємодії концентрованої нітратної кислоти з міддю:
- купрум(II) нітрат
 - купрум(II) нітрат та водень
 - купрум(II) гідрогеннітрат
 - купрум(II) нітрат, вода та нітроген(IV) оксид
12. Укажіть ряд кислот, у якому наведено тільки безоксигенові кислоти:
- сульфідна, бромідна, хлоридна
 - сульфатна, етанова, амінопропанова
 - фосфітна, ортофосфатна, нітритна
 - флуоридна, хлоратна, бромідна
13. Позначте спільну ознаку між метаном та бенzenом:
- складаються з атомів Карбону та Гідрогену
 - у складі не містять атоми Карбону
 - наявність тільки одинарних зв'язків
 - вступають у реакції приєднання
14. Укажіть формулу 3-хлоропентану.
- | | |
|--|--|
| <p>А $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{Cl} \end{array}$</p> | <p>Б $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \qquad \\ \text{Cl} \qquad \text{CH}_3 \end{array}$</p> |
| <p>В $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$</p> | <p>Г $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \qquad \\ \text{Cl} \qquad \text{CH}_3 \end{array}$</p> |
15. Укажіть речовини, необхідні для добування етанолу:
- етаналь та етанол
 - етаналь та пропанова кислота
 - етаналь та калій перманганат
 - етаналь та водень
16. Укажіть електронну конфігурацію катіона Літію:
- $1s^2 2s^1$
 - $1s^2 2s^2 2p^6$
 - $1s^2$
 - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
17. Позначте рівняння реакції, що характеризує загальні методи добування кислот:
- $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$
 - $\text{HCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$
 - $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 - $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

18. Укажіть органічну сполуку, що містить карбоксильну групу:
А етанова кислота Б етанол
В етан Г етин
19. Укажіть ознаку, що характерна для гліцеролу:
А реагує з хлором у присутності каталізатора
Б характеризується великим значенням в'язкості
В має жовте забарвлення
Г має специфічний запах
20. Укажіть назву елемента, що не утворює амфотерні сполуки:
А Аргентум Б Берилій
В Цинк Г Алюміній
21. Обчисліть та позначте ступінь окиснення Хлору в кальцій перхлораті $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$:
А -3 Б +6
В +1 Г +7
22. Укажіть продукти згоряння піриту:
А FeO та SO_3
Б Fe_2O_3 та SO_2
В Fe_2O_3 та SO_3
Г FeO та H_2S
23. Позначте рівняння реакції, що характеризує загальні хімічні властивості кислот:
А $\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O}$
Б $4\text{HNO}_3 + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
В $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
Г $\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{HCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
24. Позначте формулу речовини, що належить до класу естерів:
- А $\text{CH}_3\text{-CH(Cl)-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{-O-CH}_3 \end{matrix}$ Б 
- В $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{-OH} \end{matrix}$ Г $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{-H} \end{matrix}$
25. Укажіть ряд речовин, у якому наведено тільки солі карбонатної кислоти:
А HCOOH, CO, CO_2
Б Al_2O_3 , SiO_2 , N_2O_3
В Na_2CO_3 , CaCO_3 , K_2CO_3
Г Na_2SO_3 , CaSO_3 , K_2SO_3
26. Укажіть символ, яким позначається молярна маса речовини:
А N_A Б M
В m Г ν
27. Укажіть, у яких масових співвідношеннях слід змішати натрій сульфат та воду, щоб отримати розчин з масовою часткою солі 4 %:
А 1 : 25 Б 1 : 20
В 4 : 100 Г 1 : 24

28. Укажіть прізвище вченого, який виявив закономірність між атомною масою хімічного елемента і його властивостями:
 А Д. І. Менделєєв Б В. Паулі
 В О. М. Бутлеров Г Е. Резерфорд
29. Укажіть речовини, що не взаємодіють одна з одною:
 А карбон(II) оксид та кисень
 Б мідь та нітратна кислота
 В кальцій карбонат та нітратна кислота
 Г мідь та хлоридна кислота
30. Укажіть ознаку якісної реакції на багатоатомні спирти:
 А утворення білого аморфного осаду
 Б виділення бурого газу
 В розчинення синього осаду
 Г знебарвлення розчину
31. Позначте β-частинку:
 А електрон Б нейтрон
 В протон Г ядро атома Гелію
32. Укажіть тип зв'язку, що утворюється між атомами Нітрогену в азоті:
 А ковалентний полярний
 Б ковалентний неполярний
 В йонний
 Г металічний
33. Укажіть схему, що відповідає перетворенню $N^0 \rightarrow N^{+3}$:
 А $1s^2 2s^2 2p^3 - 3e \rightarrow 1s^2 2s^2$
 Б $1s^2 2s^2 2p^3 + 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$
 В $1s^2 2s^2 2p^5 + e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$
 Г $1s^2 2s^2 2p^3 - 3e \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$
34. Позначте йони, що зумовлюють утворення білого осаду у присутності барій нітрату:
 А гідроксид-іони Б йони Гідрогену
 В сульфат-іони Г йони Кальцію
35. Позначте речовину, що реагує із сульфур(IV) оксидом:
 А калій оксид Б етан
 В калій нітрат Г калій хлорид

У завданнях 36–40 до кожного із завдань, позначених ЦИФРАМИ, виберіть один правильний, на Вашу думку, варіант відповіді, позначений БУКВОЮ. Правильну відповідь позначте у відповідному місці бланка. Усі інші види Вашого запису комп'ютерна програма реєструватиме як ПОМИЛКУ!

36. Установіть відповідність між реакціями та каталізатором, у присутності якого вони перебігають:

- | | |
|--|---|
| <p>1 $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$
 2 $C_6H_6 + Br_2 \rightarrow C_6H_5Br + HBr$
 3 $C_2H_5OH + Br_2 \rightarrow C_2H_5Br + H_2O$
 4 $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$</p> | <p>А ванадій(V) оксид
 Б платина
 В алюміній хлорид
 Г сульфатна кислота
 Д ферум(III) бромід</p> |
|--|---|

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

37. Установіть відповідність між реагентами та ознаками хімічних реакцій між ними:

- | | |
|--|--|
| 1 натрій ортофосфат та аргентум нітрат | А виділення жовтого осаду |
| 2 купрум(II) гідроксид та гліцерол | Б виділення бурого аморфного осаду |
| 3 ферум(III) хлорид та калій гідроксид | В виділення блакитного аморфного осаду |
| 4 калій гідроксид та купрум(II) нітрат | Г виділення білого драглистого осаду |
| | Д розчинення блакитного осаду |

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

38. Установіть відповідність між назвою методу добування органічних речовин та речовинами, що можна добути таким чином:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1 гідрогенхлорування | А алкани |
| 2 дегідратація | Б солі карбонових кислот |
| 3 омилення | В хлороалкани |
| 4 гідрування | Г алкени |
| | Д феноли |

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

39. Установіть відповідність між реагентами та продуктами реакцій:

- | | |
|---|---|
| 1 $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$ | А NaHCO_3 |
| 2 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | Б $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ |
| 3 $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ | В Na_2CO_3 |
| 4 $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$ | Г $\text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$ |
| | Д $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

40. Установіть відповідність між кристалічними ґратками речовин та їх назвами:

- | | |
|------------------|---------------|
| 1 золото | А молекулярні |
| 2 силіцій | Б йонні |
| 3 сахароза | В металічні |
| 4 алюміній оксид | Г атомні |
| | Д шаруваті |

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

У завданнях 41—50 розташуйте певні дії (поняття, формули, характеристики) у правильній послідовності. Поставте позначки в таблиці на перетині відповідних рядків (цифри) і стовпчиків (букви). Цифрі 1 має відповідати обрана Вами перша дія, цифри 2 — друга, цифри 3 — третя, цифри 4 — четверта. Зробіть позначки у бланку А згідно з інструкцією. Усі інші види Вашого запису у бланку А комп'ютерна програма реєструватиме як ПОМИЛКУ!

41. Установіть речовини у послідовності добування пропаналю:

- | |
|--|
| А $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO}$ |
| Б $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ |
| В C_3H_8 |
| Г $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$ |

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

42. Установіть послідовність зростання неметалічних властивостей елементів:
 А Бром
 Б Галій
 В Калій
 Г Арсен
43. Установіть послідовність зростання електронегативності елементів:
 А Плюмбум
 Б Силіцій
 В Карбон
 Г Станум
44. Установіть послідовність зростання ступеня окиснення атома Оксигену в сполуках:
 А Na_2CO_3
 Б O_3
 В OF_2
 Г O_2F_2
45. Установіть генетичний ланцюжок добування солі:
 А $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
 Б Fe
 В FeO
 Г Fe_2O_3
46. Установіть речовини у порядку зростання їх температур плавлення:
 А етанол
 Б калій етаноат
 В етаналь
 Г етан
47. Установіть послідовність одержання речовин при добуванні етану:
 А вугілля
 Б етен
 В етин
 Г метан

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

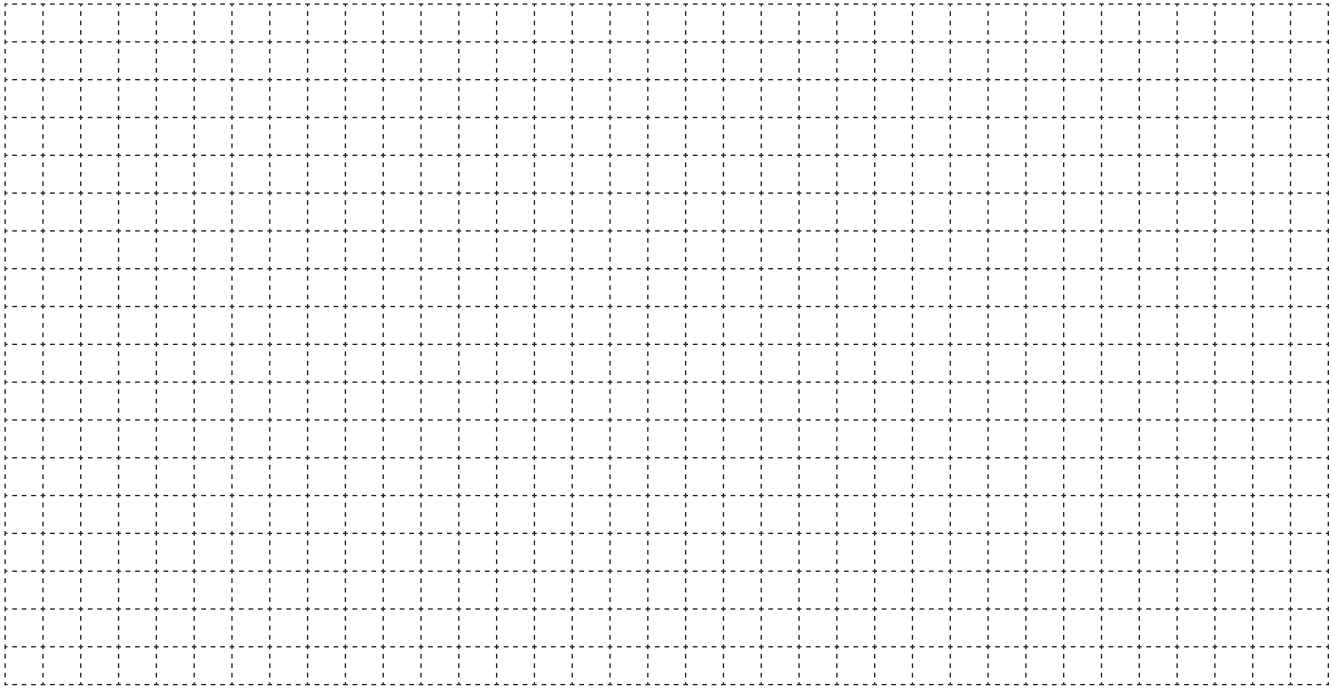
	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

52. Укажіть число електронів, що віддає один атом Сульфуру при згорянні сірководню.

Відповідь:

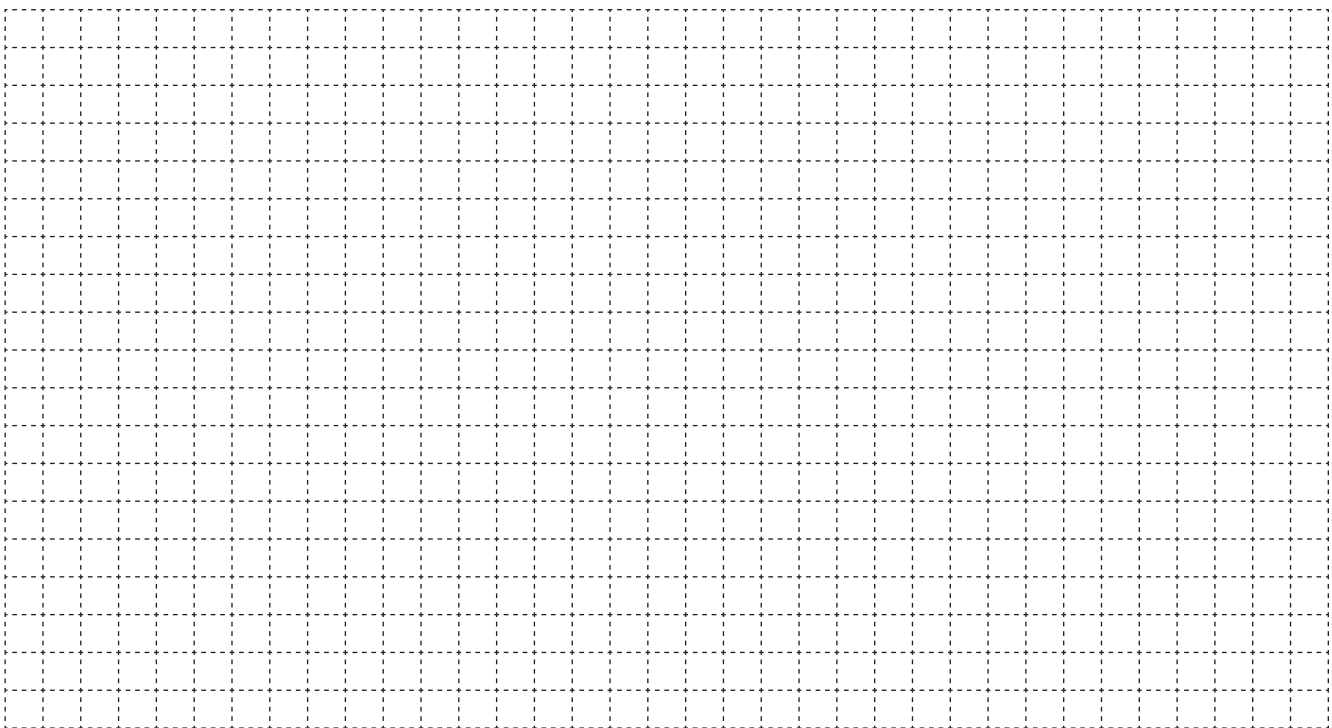
--	--	--	--



53. Розставте коефіцієнти методом електронного балансу в рівнянні $MnO_2 + Al \rightarrow Al_2O_3 + Mn$ та укажіть загальну суму всіх коефіцієнтів у ньому.

Відповідь:

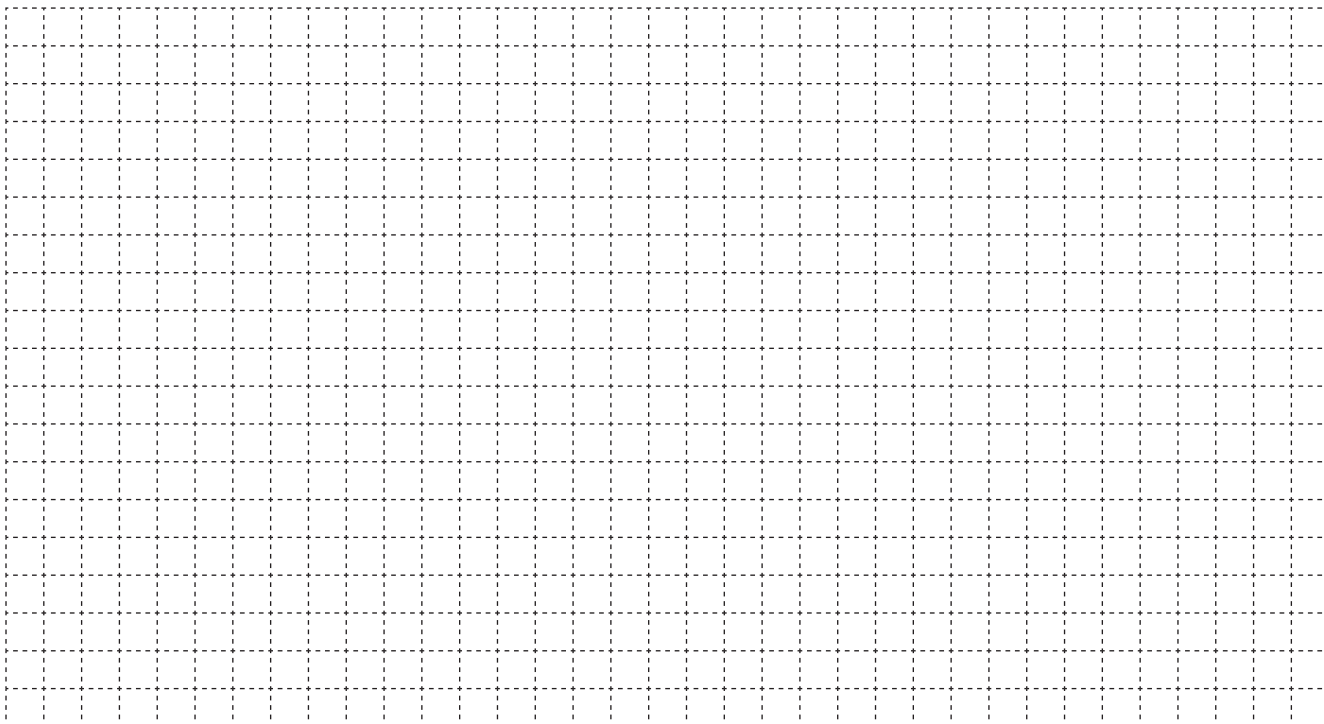
--	--	--	--



54. Укажіть число структурних ізомерів, що відповідають складу $C_3H_6O_2$.

Відповідь:

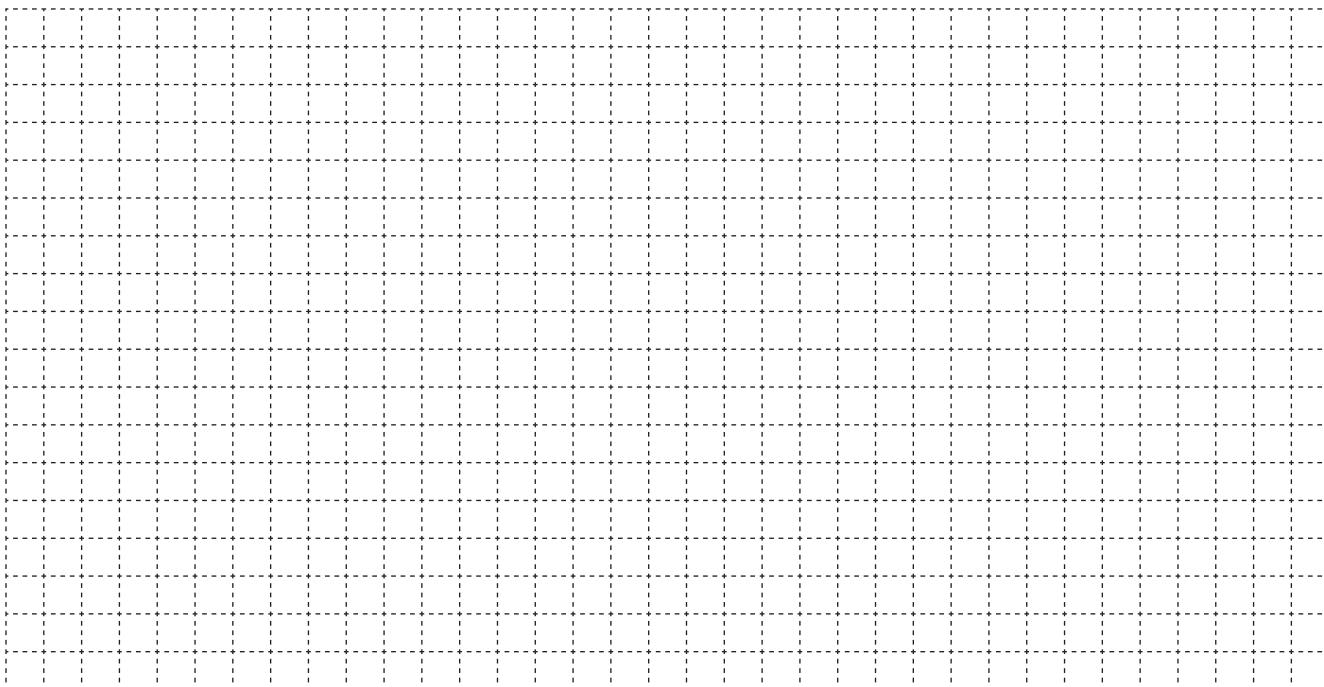
--	--	--	--



55. Укажіть число атомів Оксигену, що містяться у складі однієї молекули нітроген оксиду, якщо масова частка атомів Нітрогену в ньому дорівнює 25,93 %.

Відповідь:

--	--	--	--



56. У розчині метанової кислоти масою 100 г з масовою часткою кислоти 4,6 % міститься $8,0 \cdot 10^{-3}$ моль катіонів Гідрогену. Обчисліть та укажіть ступінь дисоціації кислоти (у відсотках) у цьому розчині.

Відповідь:

--	--	--	--

57. Змішали розчин кальцій хлориду масою 222 г з масовою часткою солі 12,5 % з розчином калій карбонату масою 552 г з масовою часткою солі 5 % . Обчисліть та укажіть масу осаду (у грамах), що при цьому утворюється.

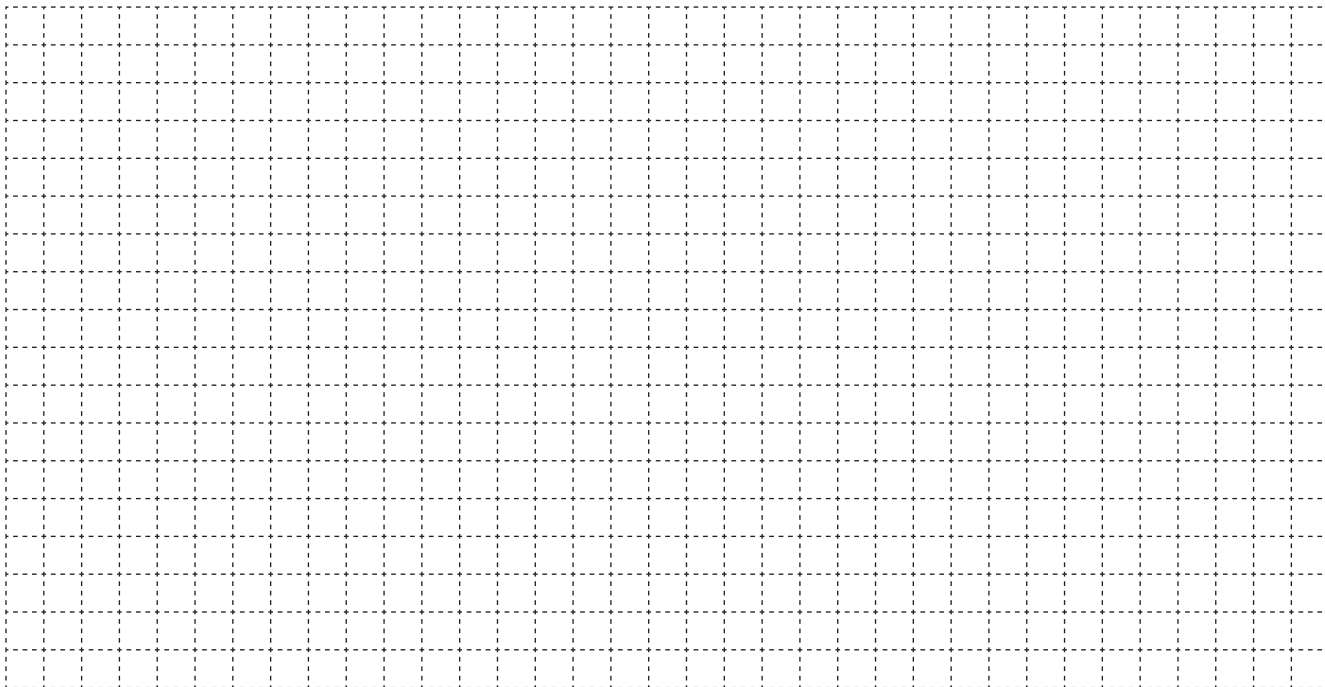
Відповідь:

--	--	--	--

58. При нітруванні фенолу масою 141 г було одержано тринітрофенол масою 274,8 г. Обчисліть та укажіть масову частку виходу продукту реакції від теоретично можливого (у відсотках).

Відповідь:

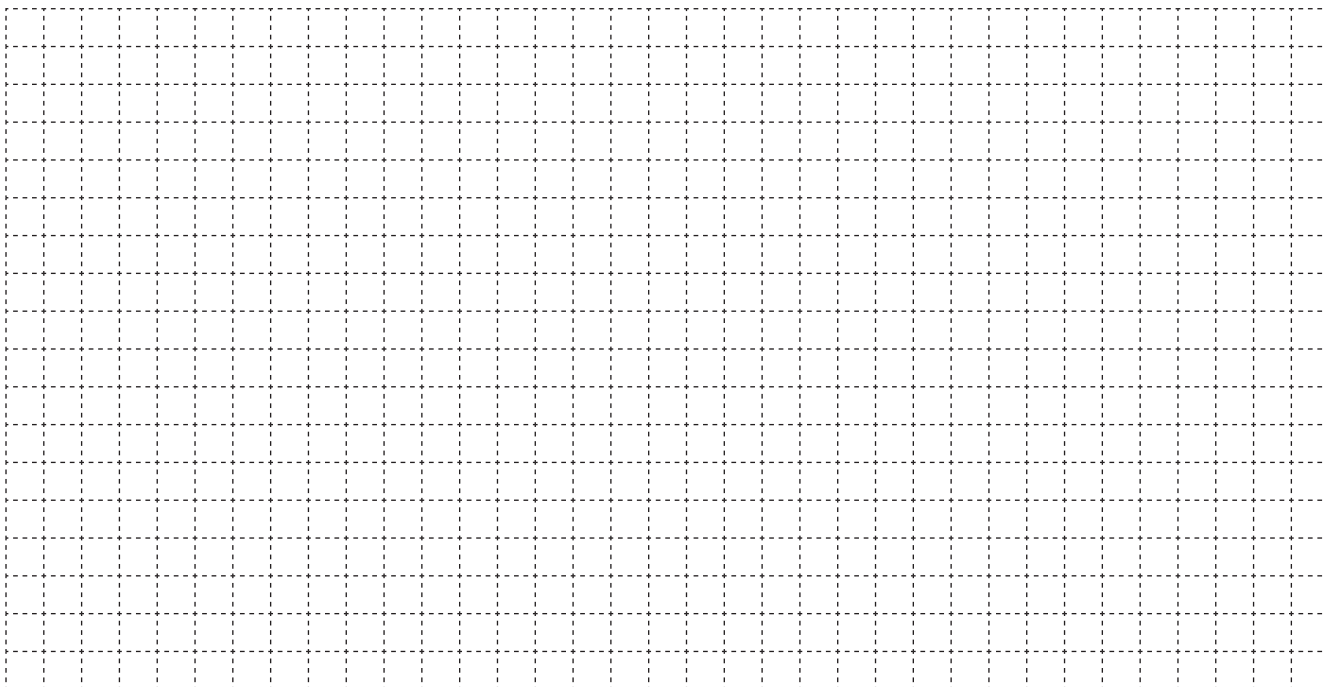
--	--	--	--



59. Обчисліть та укажіть об'єм сульфур(IV) оксиду (у літрах, н.у.), що можна одержати при спалюванні 500 г ферум(II) сульфїду, який містить 12 % домішок.

Відповідь:

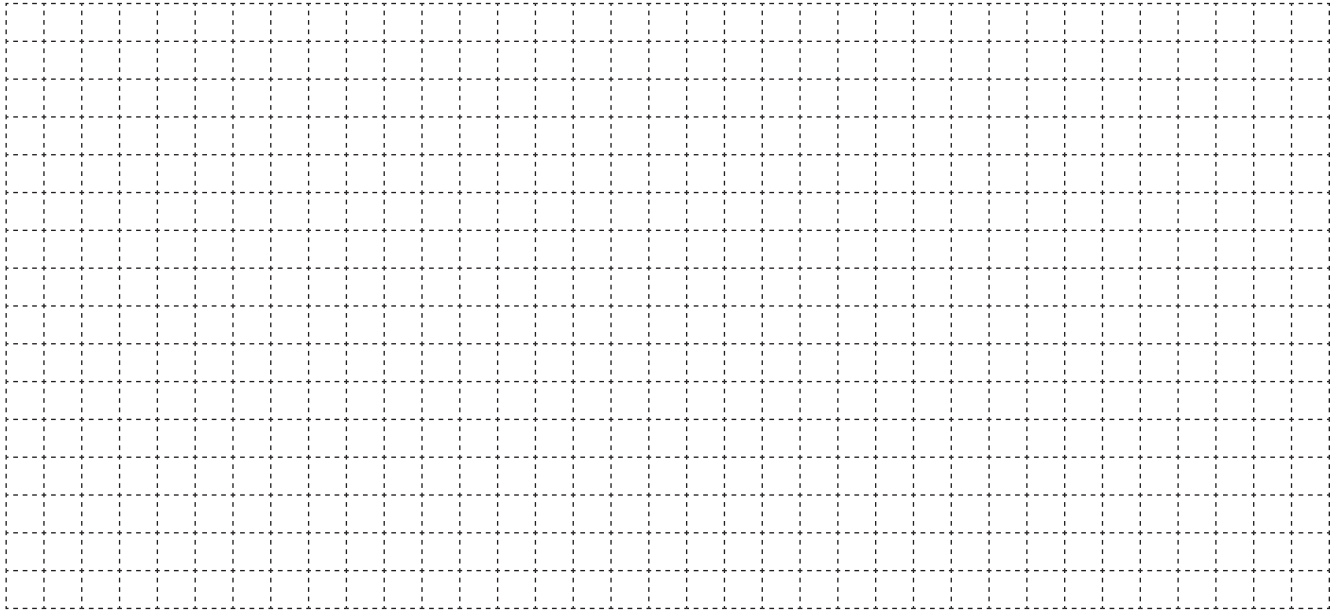
--	--	--	--



60. Ядро атома елемента містить на два протони більше, ніж ядро атома Купруму. Визначте порядковий номер цього елемента.

Відповідь:

--	--	--	--



БЛАНК ВІДПОВІДЕЙ

У завданнях правильну відповідь позначаєте тільки так:

А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	34	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

А	Б	В	Г	Д	А	Б	В	Г	Д	А	Б	В	Г	Д	А	Б	В	Г	Д					
36	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	37	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	38	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	39	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	40	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
41	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	42	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	43	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	44	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
46	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	47	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	48	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	49	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Увага! Приклад написання цифр у бланку відповідей.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Приклад написання чисел

у завданнях 51—60:

число 1 1 число 12 1 2 число 123 1 2 3

51	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	53	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	57	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	59	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	54	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	56	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	58	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Місце виправлення помилкової відповіді

Щоб виправити відповідь до завдання, запишіть його номер у білих прямокутниках зліва.

Завдання 1—35

Номер завдан-ня	А	Б	В	Г
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Завдання 36—40

Номер завдання	А	Б	В	Г	Д	Номер завдання	А	Б	В	Г	Д
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Завдання 51—60

Номер завдання	А	Б	В	Г
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Завдання 41—50

Номер завдання	А	Б	В	Г	Номер завдання	А	Б	В	Г	Номер завдання	А	Б	В	Г
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ВАРІАНТ II

Завдання 1–35 мають по чотири варіанти відповідей. У кожному завданні – лише ОДНА ПРАВИЛЬНА. Оберіть правильну, на Вашу думку, відповідь та позначте її у бланку відповідей згідно з інструкцією.

Не робіть інших позначок – комп'ютерна програма реєструватиме їх як ПОМИЛКИ!

- Укажіть протонне число, характерне для атомів інертного елемента:

А 12	В 36
Б 35	Г 7
- Радіоактивне випромінювання вивчав:

А Ю. Л. Мейер	В А. Беккерель
Б А. Авогадро	Г Д. І. Менделєєв
- Укажіть протонне число елемента, атом якого містить на зовнішній електронній оболонці 4 електрони:

А 14	В 4
Б 20	Г 12
- Укажіть речовину з ковалентним неполярним зв'язком:

А HF	В KCl
Б F ₂	Г H ₂ O
- Властивість, що характерна для речовин із молекулярними кристалічними ґратками:

А висока твердість	В низька температура кипіння
Б нерозчинність у воді	Г хімічна інертність
- Позначте ряд, у якому елементи розміщені в порядку зростання електронегативності:

А Li, Na, K	В P, Si, Al
Б N, P, As	Г As, P, N
- Визначте масу азоту об'ємом 11,2 л (н. у.):

А 14 г	В 313,6 г
Б 28 г	Г 0,4 г
- Укажіть ряд сполук, що утворені лише з формул солей:

А HPO ₃ , CaO, K ₂ SO ₄	В K ₃ PO ₄ , HCl, NaOH
Б NaCl, Mg(HS) ₂ , Fe ₂ (SO ₄) ₃	Г HF, CaBr ₂ , Li ₂ S
- Укажіть метал, який може витіснити цинк із розчину його солі:

А Cu	В Fe
Б Al	Г Pb
- Визначте скорочене йонне рівняння реакції обміну між алюміній нітратом і калій ортофосфатом:

А Al ³⁺ + PO ₄ ³⁻ = AlPO ₄	В Al(NO ₃) ₃ + PO ₄ ³⁻ = AlPO ₄ + 3NO ₃ ⁻
Б Al ³⁺ + K ₃ PO ₄ = 3K ⁺ + AlPO ₄	Г Al ³⁺ + 3NO ₃ ⁻ = Al(NO ₃) ₃
- Визначте йони, що не можуть перебувати в розчині одночасно:

А Al ³⁺ і OH ⁻	В Mg ²⁺ і SO ₄ ²⁻
Б K ⁺ і Cl ⁻	Г H ⁺ і NO ₃ ⁻

12. Укажіть рівняння, у якому Сульфур є відновником:
 А $H_2 + S = H_2S$
 Б $S + O_2 = SO_2$
 В $2Ag + S = Ag_2S$
 Г $Cu + H_2SO_4 (к.) = CuSO_4 + SO_2 + H_2$
13. Укажіть речовину, яку можна використати для виявлення в розчині йонів амонію:
 А барій хлорид
 Б аргентум нітрат
 В цинк гідроксид
 Г натрій гідроксид
14. Карбамід — речовина, що широко використовується у сільському господарстві як азотне добриво. Укажіть формулу карбаміду:
 А $(NH_4)_2SO_4$
 Б $CO(NH_2)_2$
 В NH_4NO_3
 Г NH_4OH
15. Укажіть сполуку, в якій Сульфур виявляє тільки окисні властивості:
 А H_2S
 Б H_2SO_3
 В H_2SO_4
 Г SO_2
16. Властивість концентрованої сульфатної кислоти пасивувати певні метали використовують для її транспортування. Укажіть ці метали:
 А Mg, Al, Fe
 Б Mn, Al, Cr
 В Fe, Ag, Au
 Г Cr, Fe, Al
17. Укажіть електронну формулу найбільш хімічного активного металічного елемента:
 А $1s^22s^22p^63s^1$
 Б $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^2$
 В $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$
 Г $1s^22s^1$
18. Укажіть сполуку, з якою може реагувати алюміній гідроксид:
 А купрум(II) бромід
 Б карбон(IV) оксид
 В плюмбум(II) оксид
 Г нітратна кислота
19. Укажіть ряд, у якому всі метали здатні витискувати водень із розчинів кислот:
 А Fe, Al, Cu
 Б Zn, Al, Hg
 В Mg, Cr, Ag
 Г Zn, Mg, Fe
20. Серйозною екологічною проблемою є випадання кислотних дощів, причиною яких є потрапляння до атмосферного повітря:
 А оксидів Сульфуру та Нітрогену
 Б суміші органічних кислот
 В оксидів Сульфуру та Карбону
 Г оксидів Нітрогену та Карбону
21. Укажіть реактив, за допомогою якого можна розрізнити пентан та пентен (н. у.):
 А купрум(II) гідроксид
 Б бромна вода
 В водень
 Г натрій
22. Укажіть назву поданої сполуки за міжнародною номенклатурою:

$$\begin{array}{c} CH_3-CH-CH=CH-CH_2Cl \\ | \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}$$

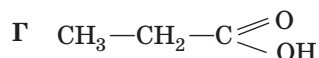
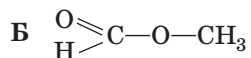
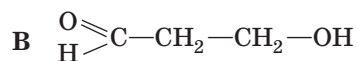
 А 2,3-диметил-6-хлорогекс-4-ен
 Б 4-пропіл-1-хлоропент-2-ен
 В 4,5-диметил-1-хлорогекс-2-ен
 Г 2-пропіл-5-хлоропент-3-ен

23. Позначте речовину, що утвориться при окисненні метанолу купрум(II) гідроксидом:

- А етанова кислота
Б метанол

- В метанова кислота
Г метан

24. Позначте речовину, що є ізомером етанової кислоти:



25. Укажіть речовини, що утворюються при гідролізі етилетаноату:

- А етен і етанова кислота
Б етанол і метанова кислота
В етанол і ацетон
Г етанол і етанова кислота

26. Укажіть назву кольорової реакції, яка відбувається при дії на білок розчинів лугу і купрум(II) сульфату з появою фіолетового забарвлення:

- А біуретова
Б «срібного дзеркала»

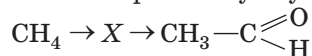
- В ксантопротеїнова
Г етерифікації

27. Укажіть назву вуглеводу, що є альдегідоспиртом:

- А целюлоза
Б глюкоза

- В крохмаль
Г фруктоза

28. Укажіть речовину X у ланцюзі перетворень:



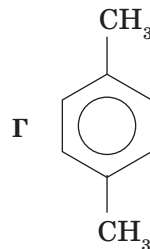
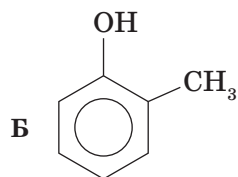
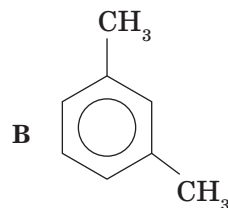
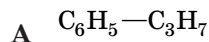
- А етан
Б хлорометан

- В етен
Г етин

29. Чому переробка деревини має назву «суха перегонка»:

- А здійснюють без доступу води
Б висушують продукти переробки
В здійснюють без доступу повітря
Г використовують сухий пар

30. Укажіть формулу речовини, що належить до класу фенолів:



37. Установіть відповідність між назвою сплаву та його складом:

- | | |
|------------|---------------------|
| 1 латунь | А олово зі свинцем |
| 2 чавун | Б мідь з оловом |
| 3 мельхіор | В мідь із нікелем |
| 4 припой | Г залізо з вуглецем |
| | Д мідь із цинком |

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

38. Установіть відповідність між схемою перетворень та необхідним для цього реагентом:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1 $\text{Cu} \rightarrow \text{SO}_2$ | А KOH |
| 2 $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2$ | Б H_2SO_4 (конц.) |
| 3 $\text{Na} \rightarrow \text{NaOH}$ | В HCl |
| 4 $\text{Zn} \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2$ | Г H_2O |
| | Д KCl |

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

39. Установіть відповідність між типом реакції та каталізатором, що в ній використовується:

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| 1 гідрування | А ферум(III) бромід |
| 2 вільнорадикальне заміщення | Б ультрафіолетове випромінювання |
| 3 ізомеризація | В платина, нікель |
| 4 дегідратація | Г алюміній оксид |
| | Д сульфатна кислота (конц.) |

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

40. Установіть відповідність між назвою органічної речовини та галуззю її використання:

- | | |
|------------|---|
| 1 анілін | А отримання пального з високим значенням октанового числа |
| 2 етен | Б для зберігання біопрепаратів |
| 3 метаналь | В виробництво отрутохімікатів |
| 4 бензен | Г синтез барвників, лікарських препаратів |
| | Д виробництво ацетатного волокна |

	А	Б	В	Г	Д
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

У завданнях 41—50 розташуйте певні дії (поняття, формули, характеристики) у правильній послідовності. Поставте позначки в таблиці на перетині відповідних рядків (цифри) і стовпчиків (букви). Цифри 1 має відповідати обрану Вами перша дія, цифри 2 — друга, цифри 3 — третя, цифри 4 — четверта. Зробіть позначки у бланку А згідно з інструкцією. Усі інші види Вашого запису у бланку А комп'ютерна програма реєструватиме як ПОМИЛКУ!

41. Розташуйте схеми хімічних рівнянь реакцій у послідовності:

- реакція обміну між електролітами не відбувається →
 реакція обміну між електролітами з утворенням осаду → реакція
 обміну між електролітами з утворенням тільки слабого
 електроліту (води) → реакція обміну між електролітами
 з утворенням газуватого продукту реакції.

- | |
|--|
| А $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ |
| Б $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{KCl} \rightarrow$ |
| В $\text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow$ |
| Г $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$ |

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

42. Установіть сполуки в послідовності збільшення ступенів окиснення Нітрогену:
 А нітроген(III) оксид
 Б азот
 В нітратна кислота
 Г амоніак

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

43. Установіть електроліти в послідовності зростання числа частинок, на які вони дисоціюють:
 А калій бромід
 Б алюміній сульфат
 В кальцій нітрат
 Г ортофосфатна кислота

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

44. Установіть генетичний ланцюжок добування карбон(IV) оксиду:
 А натрій гідроксид
 Б натрій
 В натрій оксид
 Г натрій карбонат

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

45. Установіть послідовність утворення речовин при доменному процесі:
 А FeO
 Б Fe
 В Fe₂O₃
 Г Fe₃O₄

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

46. Установіть послідовність одержання речовин при добуванні етандіолу:
 А етен
 Б кальцій карбід
 В етин
 Г дихлороетан

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

47. Установіть алкени в послідовності зростання їхніх температур кипіння:
 А етен
 Б пентен
 В бутен
 Г пропен

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

48. Установіть генетичний ланцюжок добування кальцій етаноату:

- А метан
Б етанова кислота
В етин
Г етаналь

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

49. Установіть послідовність зростання температури кипіння фракцій перегонки нафти:

- А лігроїн
Б бензин
В гас
Г мазут

	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

50. Установіть генетичний ланцюжок добування дипептиду:

- А етанова кислота
Б хлоретанова кислота
В етаналь
Г аміноетанова кислота

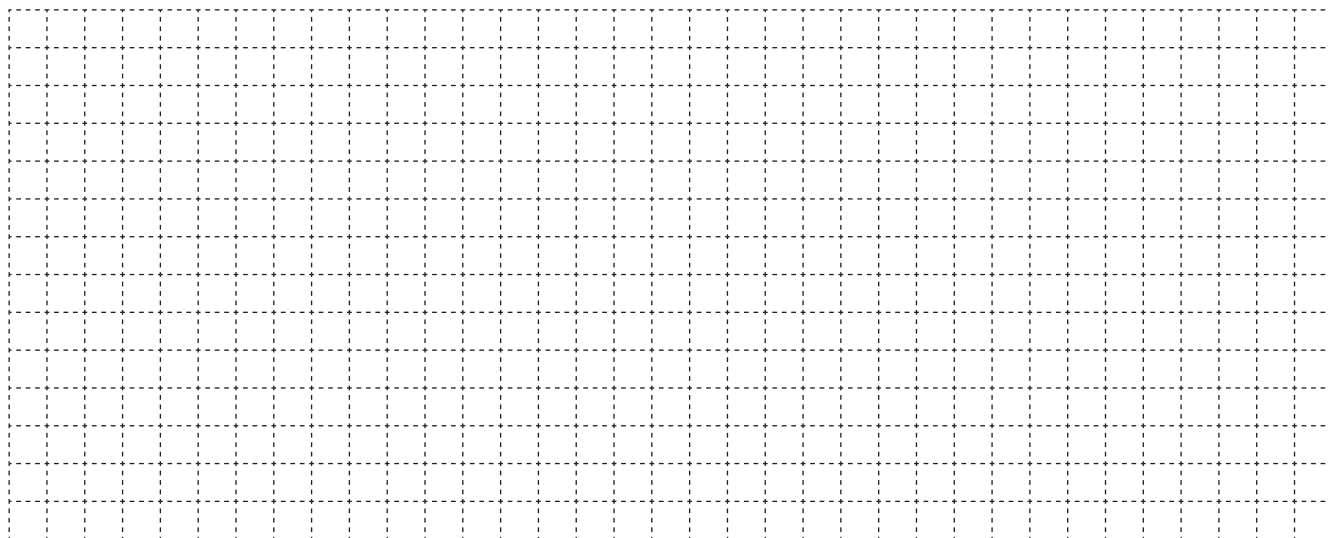
	А	Б	В	Г
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

У завданнях 51—60 після слова «Відповідь» напишіть числа, які Ви отримаєте після певних обчислень (запис розв’язання при цьому не вимагається). Перенесіть свою відповідь до бланка.

51. Визначте об’єм спаленого пентану (н. у.), якщо карбон(IV) оксид, який утворився при цьому, був поглинутий розчином, у якому розчинено гашене вапно масою 22,2 г.

Відповідь:

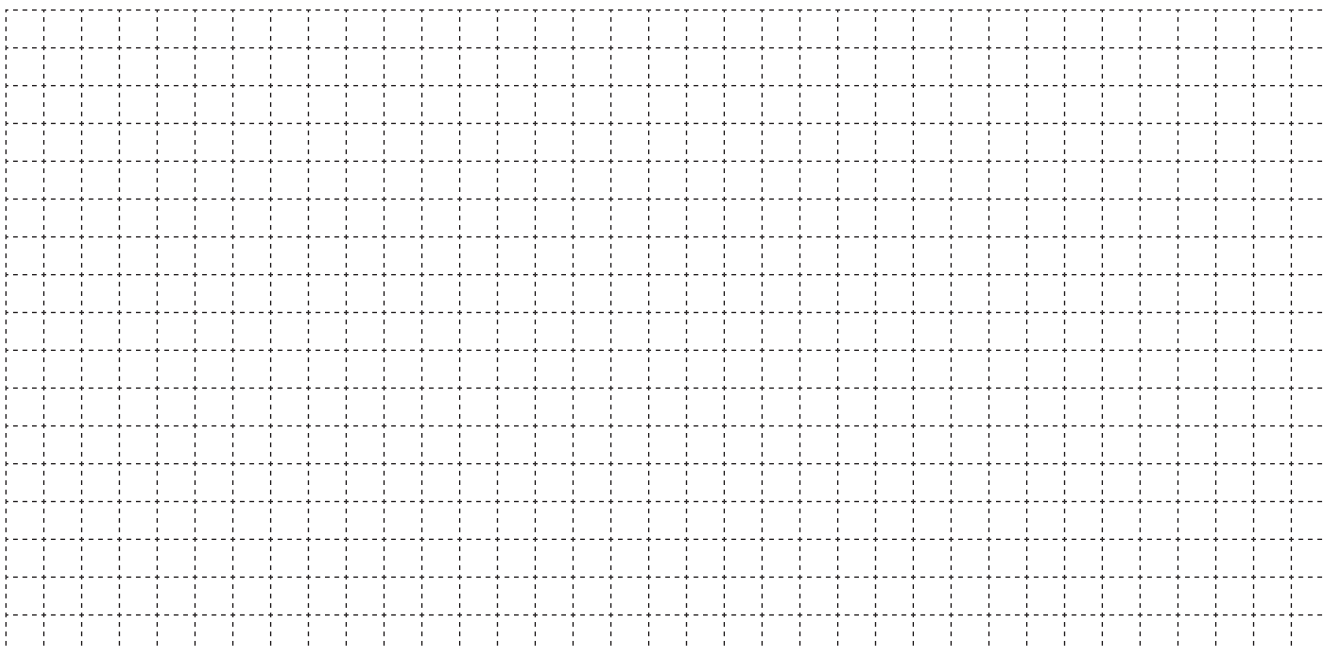
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------



52. Складіть рівняння реакції між вищими оксидами елементів із протонними числами 12 і 16. Обчисліть масу утвореного продукту, якщо в реакцію вступило 4 г оксиду елемента з меншою молярною масою.

Відповідь:

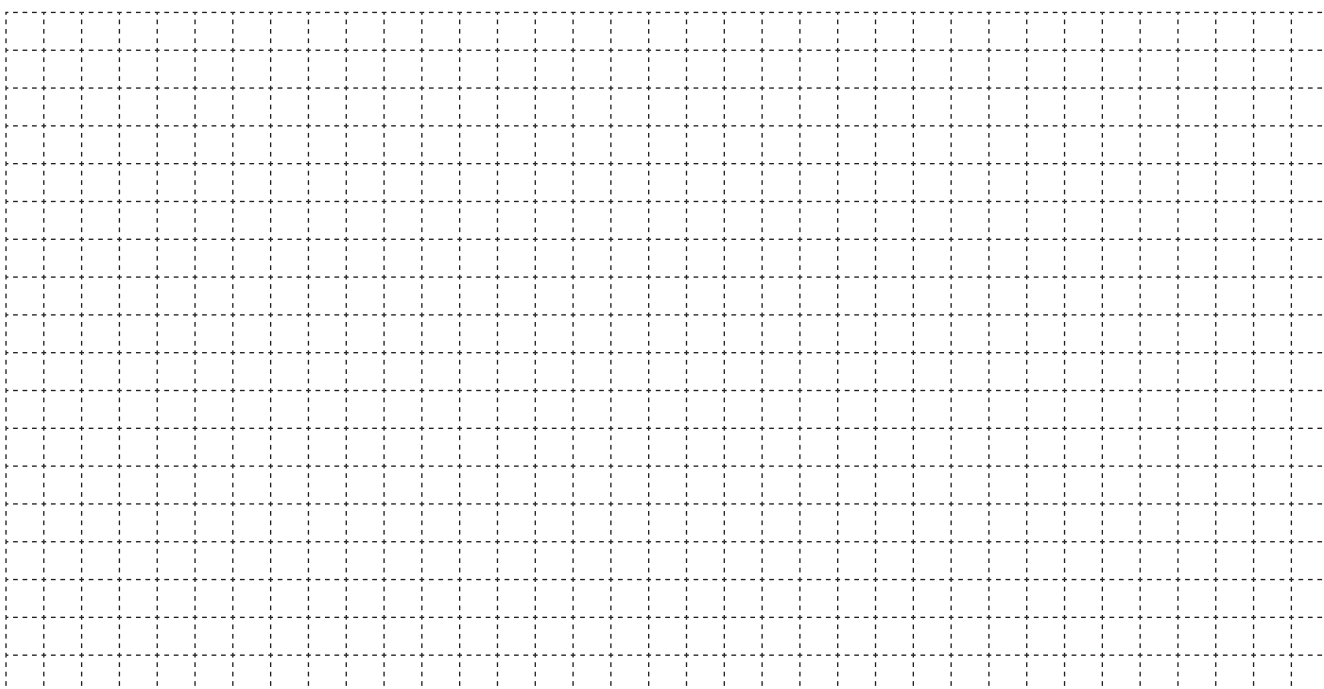
--	--	--	--



53. Атом певного елемента має таке ж саме число електронів, що й хлорид-іон. Укажіть суму індексів у вищому оксиді цього елемента.

Відповідь:

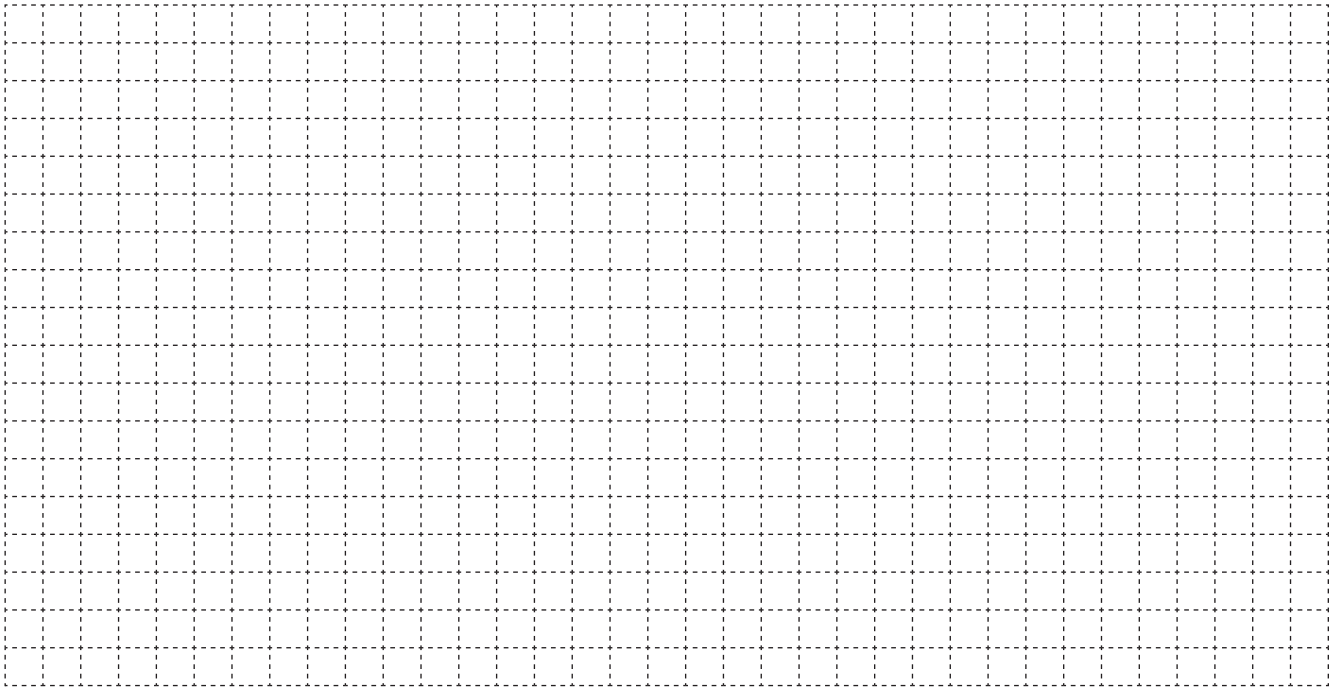
--	--	--	--



54. Обчисліть масову частку (у відсотках) кристалізаційної води в купрум(II) сульфат пентагідраті (мідному купоросі).

Відповідь:

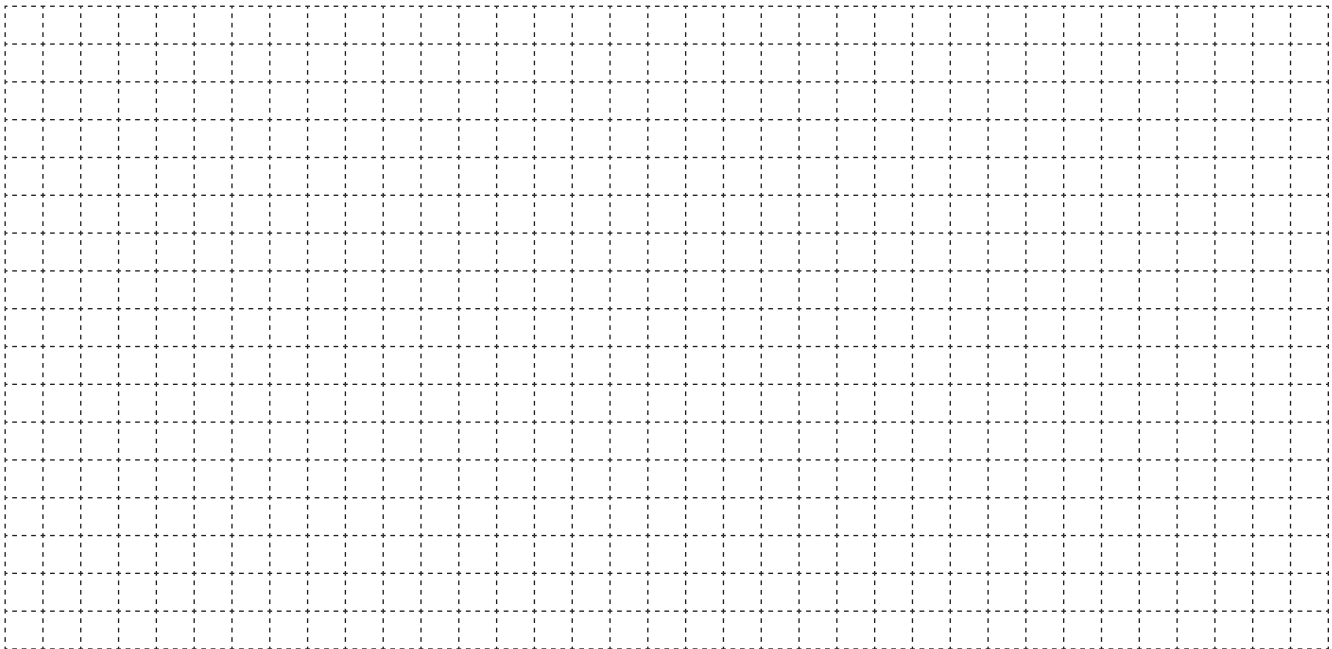
--	--	--	--



55. Яку масу (кг) кукурудзяних зерен слід взяти для добування спирту масою 115 кг із масовою часткою етанолу 96 %, якщо вихід спирту становить 80 % ? Масова частка крохмалю в кукурудзяних зернах становить 70 % .

Відповідь:

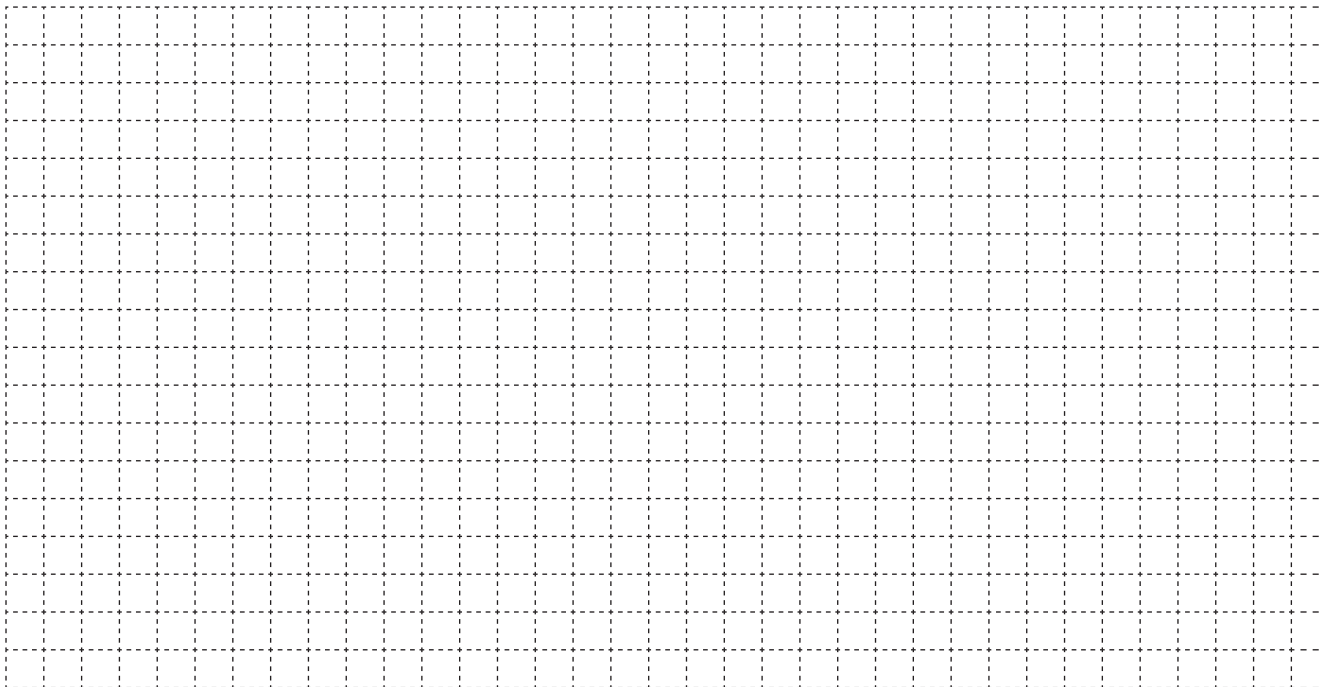
--	--	--	--



56. У результаті взаємодії двовалентного металічного елемента масою 3 г із водою виділився водень об'ємом 1,68 л (н. у.). Укажіть нуклонне число цього металічного елемента.

Відповідь:

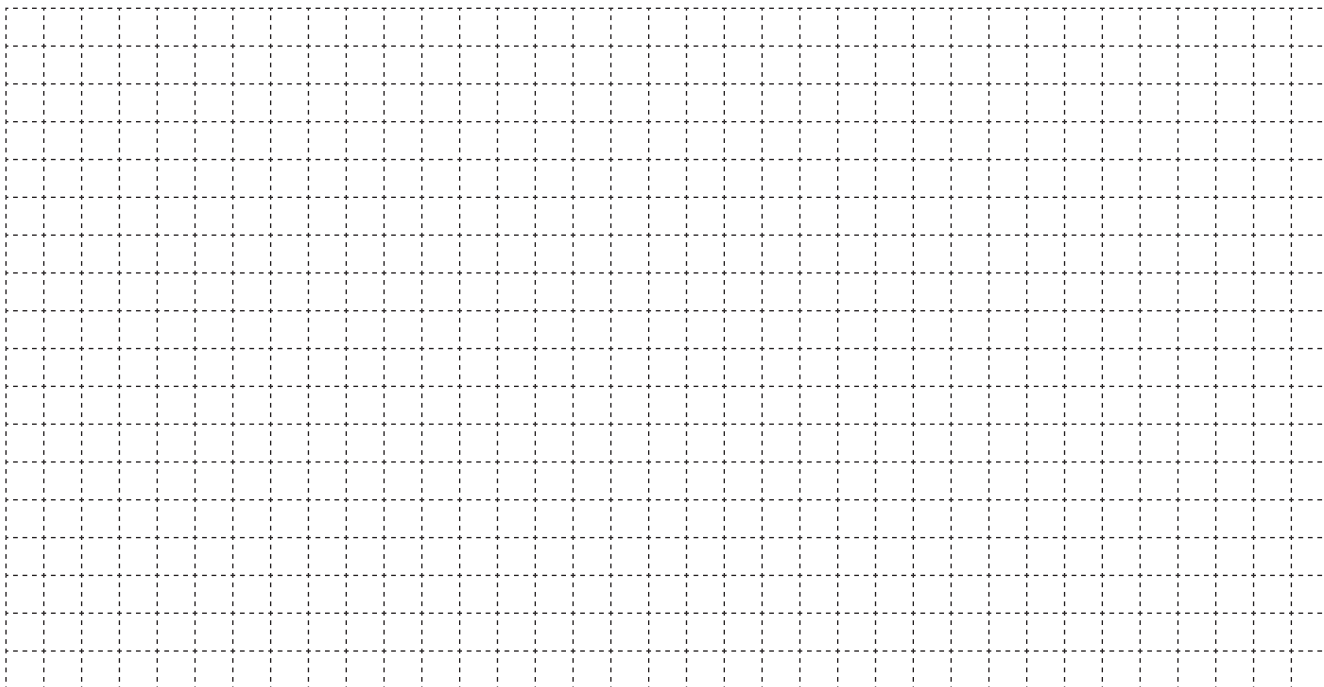
--	--	--	--



57. Яку масу (кг) чавуну з масовою часткою Карбону 4 % можна добути з магнітного залізняку Fe_3O_4 масою 580 кг із масовою часткою домішок 20 % ?

Відповідь:

--	--	--	--



58. При спалюванні органічної речовини масою 6 г, відносна густина якої за воднем дорівнює 30, добули карбон(IV) оксид масою 8,8 г і воду масою 3,6 г. Укажіть число атомів Карбону у формулі цієї органічної речовини.

Відповідь:

--	--	--	--

59. Доберіть коефіцієнти в рівнянні окисно-відновної реакції:
 $\text{KMnO}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
Укажіть суму коефіцієнтів реагентів реакції.

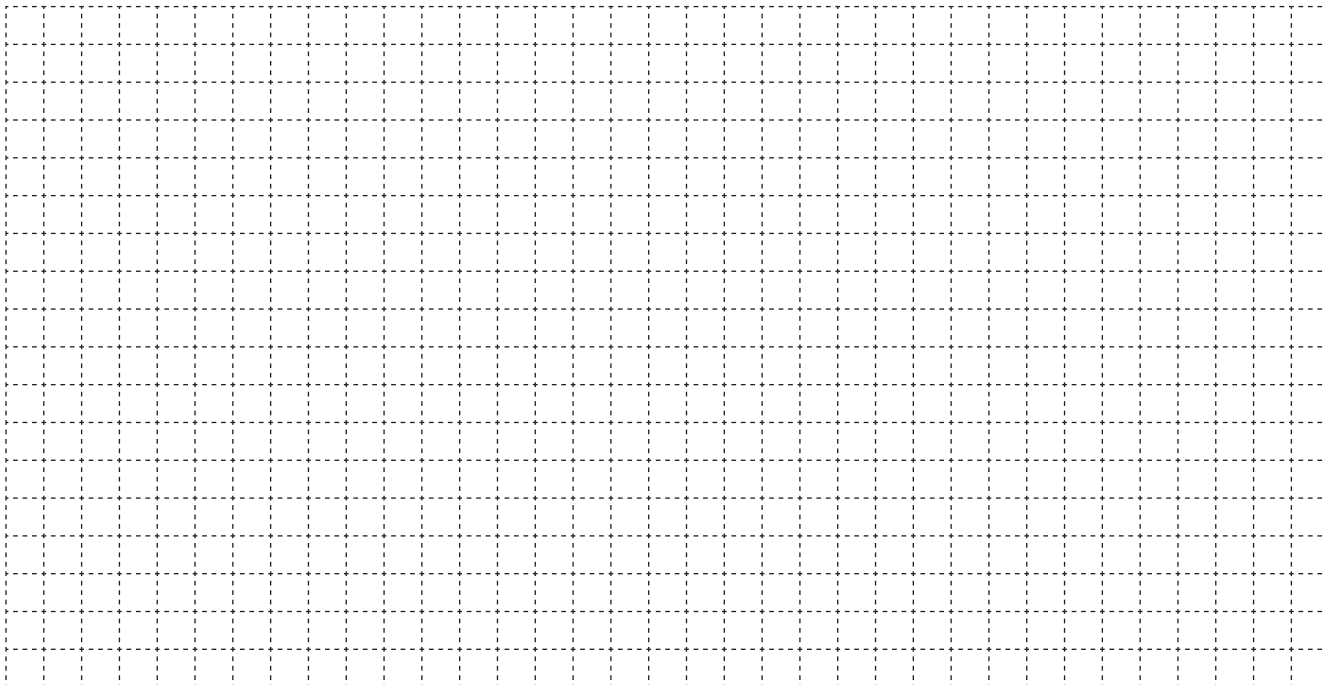
Відповідь:

--	--	--	--

60. Обчисліть об'єм (см^3) 10% -го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$), що необхідний для реакції з аміноетановою кислотою, яка добута з кальцій карбідом масою 3,2 г.

Відповідь:

--	--	--	--



БЛАНК ВІДПОВІДЕЙ

У завданнях правильну відповідь позначаєте тільки так:

А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
1				7				13				19				25				31			
2				8				14				20				26				32			
3				9				15				21				27				33			
4				10				16				22				28				34			
5				11				17				23				29				35			
6				12				18				24				30							

А	Б	В	Г	Д	А	Б	В	Г	Д	А	Б	В	Г	Д	А	Б	В	Г	Д	А	Б	В	Г	Д
36	1				37	1				38	1				39	1				40	1			
2					2					2					2					2				
3					3					3					3					3				
4					4					4					4					4				

А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г			
41	1			42	1			43	1			44	1			45	1					
2				2				2				2				2						
3				3				3				3				3						
4				4				4				4				4						

А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г			
46	1			47	1			48	1			49	1			50	1					
2				2				2				2				2						
3				3				3				3				3						
4				4				4				4				4						

Увага! Приклад написання цифр у бланку відповідей.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Приклад написання чисел

у завданнях 51—60:

число 1

1

число 12

1 2

число 123

1 2 3

51		53		55		57		59	
52		54		56		58		60	

Місце виправлення помилкової відповіді

Щоб виправити відповідь до завдання, запишіть його номер у білих прямокутниках зліва.

Завдання 1—35					
Номер завдання		А	Б	В	Г

Завдання 36—40													
Номер завдання		А	Б	В	Г	Д	Номер завдання		А	Б	В	Г	Д
	1						1						
	2						2						
	3						3						
	4						4						

Завдання 51—60					
Номер завдання		А	Б	В	Г

Завдання 41—50																	
Номер завдання		А	Б	В	Г	Номер завдання		А	Б	В	Г	Номер завдання		А	Б	В	Г
	1						1						1				
	2						2						2				
	3						3						3				
	4						4						4				

ВІДПОВІДІ ДО ДІАГНОСТИЧНИХ ТЕСТІВ

ТЕМА 1

1. Г; 2. А; 3. Г; 4. А; 5. Б; 6. В; 7. Б; 8. Б; 9. 1Г; 2А; 3В; 10. 1Б; 2Г; 3А; 4В; 11. 1Б; 2Б; 3А; 4Г; 12. 39.

ТЕМА 2

1. Г; 2. Б; 3. Б; 4. В; 5. В; 6. Г; 7. Б; 8. А; 9. 1Б; 2Г; 3Д; 4А; 10. 1Г; 2В; 3Д; 4Б; 11. 1Г; 2Б; 3А; 4В.

ТЕМА 3

1. Б; 2. Б; 3. А; 4. Б; 5. В; 6. А; 7. Г; 8. В; 9. 1Г; 2В; 3А; 4Б; 10. 1Б; 2В; 3А; 4Г; 11. 1А; 2В; 3Б; 4Г; 12. 11.

ТЕМА 4

1. В; 2. Б; 3. Г; 4. Г; 5. В; 6. В; 7. Б; 8. А; 9. 1Б; 2Д; 3Г; 4А; 10. 1Д; 2Б; 3Г; 4А; 11. 1Б; 2А; 3Б; 4Г.

ТЕМА 5

1. Б; 2. Б; 3. Б; 4. В; 5. В; 6. В; 7. А; 8. Б; 9. 1Б; 2Д; 3Г; 4А; 10. 1Б; 2Д; 3Г; 4А; 11. 1Б; 2Г; 3Б; 4А; 12. 2.

ТЕМА 6

1. Г; 2. Б; 3. Б; 4. Б; 5. Б; 6. 1Г; 2Д; 3Б; 4А; 7. 1Б; 2В; 3Д; 4А; 8. 1А; 2Г; 3Б; 4В; 9. 8.

ТЕМА 7

1. В; 2. А; 3. А; 4. А; 5. В; 6. 1Б; 2В; 3Д; 4А; 7. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 8. 1Б; 2А; 3Г; 4В; 9. 10.

ТЕМА 8

1. А; 2. В; 3. А; 4. В; 5. А; 6. Г; 7. Г; 8. В; 9. В; 10. В; 11. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 12. 1Б; 2Д; 3Г; 4А; 13. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 14. 20.

ТЕМА 9

1. В; 2. В; 3. А; 4. А; 5. В; 6. В; 7. Б; 8. А; 9. 1Б; 2А; 3Г; 4В; 10. 1Б; 2В; 3Г; 4А; 11. 1А; 2Г; 3Б; 4В; 12. 2.

ТЕМА 10

1. Г; 2. Б; 3. А; 4. В; 5. Г; 6. Б; 7. В; 8. Г; 9. 1Г; 2Д; 3А; 4Б; 10. 1Б; 2В; 3Г; 4Д; 11. 1Б; 2Г; 3В; 4А; 12. 6.

ТЕМА 11

1. В; 2. В; 3. Б; 4. Б; 5. Б; 6. Г; 7. А; 8. Б; 9. 1Б; 2А; 3Г; 4Б; 10. 1Б; 2Г; 3А; 4Б; 11. 1А; 2Г; 3Б; 4В; 12. 3.

ТЕМА 12

1. А; 2. В; 3. А; 4. Г; 5. Б; 6. В; 7. В; 8. Б; 9. 1Г; 2Д; 3Б; 4В; 10. 1Б; 2Г; 3Б; 4Д; 11. 1Б; 2В; 3А; 4Г; 12. 3.

ТЕМА 13

1. А; 2. Г; 3. Б; 4. А; 5. А; 6. А; 7. В; 8. А; 9. 1Д; 2В; 3Г; 4Б; 10. 1А; 2Г; 3Б; 4В; 11. 1А; 2В; 3Б; 4Г; 12. 24.

ТЕМА 14

1. Б; 2. Б; 3. Б; 4. Б; 5. В; 6. В; 7. Б; 8. А; 9. 1Д; 2В; 3Б; 4А; 10. 1Б; 2Г; 3Б; 4А; 11. 1Б; 2В; 3А; 4Г; 12. 52.

ТЕМА 15

1. В; 2. Б; 3. А; 4. А; 5. Б; 6. Б; 7. А; 8. А; 9. 1Г; 2А; 3В; 4Б; 10. 1Г; 2А; 3Б; 4Д; 11. 1Б; 2А; 3Г; 4Б; 12. 8.

ТЕМА 16

1. В; 2. Г; 3. Б; 4. А; 5. А; 6. Г; 7. Б; 8. А; 9. 1Д; 2А; 3Б; 4В; 10. 1Б; 2Г; 3А; 4В; 11. 1Г; 2А; 3В; 4Б; 12. 32.

ТЕМА 17

1. В; 2. Г; 3. Б; 4. В; 5. Б; 6. Г; 7. В; 8. Г; 9. 1В; 2А; 3Д; 4Б; 10. 1Б; 2Д; 3А; 4В; 11. 1Б; 2А; 3Г; 4В; 12. 42.

ТЕМА 18

1. В; 2. Г; 3. Б; 4. А; 5. Б; 6. Б; 7. Б; 8. Г; 9. 1Г; 2Д; 3Б; 4В; 10. 1Г; 2А; 3Б; 4Д; 11. 1Б; 2Г; 3А; 4Б; 12. 26.

ТЕМА 19

1. Б; 2. Б; 3. Г; 4. А; 5. Б; 6. А; 7. Б; 8. Б;
9. 1А; 2Б; 3Г; 4В; 10. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 11. 1Г; 2В;
3А; 4Б; 12. 14.

ТЕМА 20

1. А; 2. Б; 3. Б; 4. Б; 5. А; 6. Б; 7. А; 8. Б;
9. 1В; 2Б; 3А; 4Д; 10. 1Б; 2А; 3Д; 4В; 11. 1Г; 2В;
3А; 4Г; 12. 5.

ТЕМА 21

1. Б; 2. Г; 3. В; 4. А; 5. В; 6. Б; 7. Б; 8. Г; 9. 1Б;
2В; 3А; 4Д; 10. 1В; 2Г; 3Б; 4А; 11. 1Б; 2Г; 3В;
4А; 12. 18.

ТЕМА 22

1. Б; 2. А; 3. Б; 4. В; 5. В; 6. В; 7. Б; 8. В;
9. 1В; 2Д; 3Г; 4Б; 10. 1В; 2А; 3Г; 4Б; 11. 1В; 2Г;
3А; 4Б; 12. 75.

ТЕМА 23

1. Г; 2. Б; 3. Б; 4. А; 5. Б; 6. Г; 7. Б; 8. А;
9. 1Д; 2В; 3Г; 4А; 10. 1Г; 2В; 3А; 4Б; 11. 1А; 2В;
3Б; 4Г; 12. 4.

ТЕМА 24

1. Б; 2. В; 3. А; 4. А; 5. А; 6. Г; 7. В; 8. А;
9. 1В; 2А; 3В; 4Д; 10. 1Б; 2А; 3Д; 4В; 11. 1Г; 2А;
3Б; 4В; 12. 23.

ТЕМА 25

1. А; 2. А; 3. В; 4. А; 5. А; 6. А; 7. Г; 8. А;
9. 1Б; 2А; 3Г; 4Д; 10. 1Б; 2Г; 3А; 11. 1В; 2Б; 3А;
4Г; 12. 50.

ТЕМА 26

1. Б; 2. А; 3. В; 4. Б; 5. В; 6. А; 7. Б; 8. А;
9. 1Д; 2А; 3Б; 4В; 10. 1В; 2Д; 3А; 4Б; 11. 1Б; 2А;
3Г; 4В; 12. 8.

ТЕМА 27

1. Б; 2. Г; 3. А; 4. В; 5. А; 6. В; 7. А; 8. Б;
9. 1Б; 2А; 3Г; 4В; 10. 1В; 2Г; 3Д; 4А; 11. 1Г; 2В;
3Б; 4А; 12. 83.

ТЕМА 28

1. Г; 2. Б; 3. А; 4. Г; 5. Б; 6. А; 7. А; 8. Г; 9. 1Б;
2В; 3А; 10. 1Б; 2В; 3Г; 4А; 11. 1В; 2А; 3Б; 4Г;
12. 134.

ТЕМА 29

1. Б; 2. А; 3. Б; 4. В; 5. В; 6. Б; 7. В; 8. Г; 9. 1Д;
2Г; 3А; 4Б; 10. 1Д; 2Г; 3В; 4Б; 11. 1А; 2Г; 3В; 4Г;
12. 4.

ТЕМА 30

1. Г; 2. Б; 3. А; 4. Б; 5. Б; 6. Г; 7. А; 8. Б; 9. 1Г;
2Д; 3А; 4В; 10. 1Б; 2В; 3А; 4Г; 11. 1А; 2Г; 3В;
4Б; 12. 18.

Найбільша база підручників, навчальних посібників, методичної та іншої додаткової літератури, рекомендованої Міністерством освіти і науки.

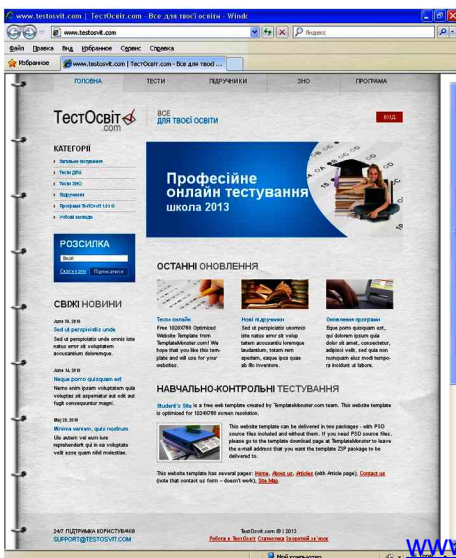
Регулярне оновлення.

www.testosvit.com

Інтернет-портал пропонує комплексну он-лайн підготовку, самоконтроль та тестування для проходження:

- ЗНО
- ДПА
- Підсумкових контрольних робіт
- Вступних іспитів

та все для полегшення процесу навчання.



- Он-лайн тестування
- Завантаження підручників
- Свіжі новини освіти
- Все для ЗНО та ДПА
- Нормативні документи МОН
- Каталог учбових закладів
- Інформація системи «Вступ»
- Програма для тестування

ВІДПОВІДІ ДО КОНТРОЛЬНИХ ТЕСТІВ

ТЕМА 1

1. А; 2. Г; 3. Г; 4. Б; 5. В; 6. Б; 7. В; 8. В; 9. 1Б; 2А; 3Д; 4Г. 10. 1В; 2А; 3Д; 4Б

⁸ Коментар: у фізичних процесах речовини не змінюються, отже, тільки при добуванні металів із руди одна речовина (руда) змінюється на іншу (метал), а в інших відбувається змішування речовин або перехід речовин з однієї суміші до іншої.

ТЕМА 2

1. Б; 2. Г; 3. Б; 4. В; 5. А; 6. Б; 7. Б; 8. А; 9. 1А; 2В; 3Б; 4Г; 10. 1Г; 2А; 3В; 4Б; 11. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 12. 1В; 2Г; 3А; 4Б; 13. 1А; 2Б; 3Г; 4В; 14. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 15. 8; 16. 16; 17. 58; 18. 31

⁵ Коментар: необхідно пам'ятати, що середня молярна маса повітря дорівнює 29 г/моль, отже, важчим за повітря буде газ, у якого молярна маса більша за 29 г/моль.

¹¹ Коментар: оскільки відносна густина — це відношення молярних мас, то порядок збільшення відносних густин такий самий, як і порядок збільшення молярних мас газів.

ТЕМА 3

1. Б; 2. А; 3. В; 4. Б; 5. Б; 6. А; 7. Г; 8. В; 9. Г; 10. 1В; 2Д; 3А; 4Б; 11. 1Б; 2Г; 3В; 4А; 12. 1В; 2Г; 3Б; 4А; 13. 1А; 2Б; 3В; 4Г; 14. 19; 15. 6

¹¹ Коментар: електронегативність збільшується в періодах зі збільшенням порядкового номера, а в групах — зі зменшенням, отже, Флуор — найбільш електронегативний елемент, а Францій — найменш електронегативний, тому чим ближче в Періодичній системі елемент розташований до Флуору, тим його електронегативність вища, а чим ближче до Францію — тим нижча.

¹³ Коментар: енергія йонізації — енергія, що необхідна для відриву одного електрона від атома. Вона змінюється майже так само, як і електронегативність, що описано у коментарі до завдання 11.

ТЕМА 4

1. А; 2. Г; 3. Б; 4. В; 5. В; 6. В; 7. Г; 8. Г; 9. 1Д; 2Г; 3Б; 4А; 10. 1Д; 2Г; 3Б; 4А; 11. 1Г; 2Б; 3А; 4В; 12. 1В; 2А; 3Б; 4Г; 13. 97; 14. 19

¹⁴ Коментар: у нукліді ^{18}O міститься 8 протонів і 10 нейтронів. В атомах Флуору має міститися 9 протонів. Якщо один із нуклідів Флуору має таке саме число нейтронів, як і у ^{18}O , тобто 10, то його маса має бути 19.

ТЕМА 5

1. Б; 2. Г; 3. А; 4. Г; 5. В; 6. Б; 7. Б; 8. А; 9. В; 10. 1Б; 2В; 3Д; 4А; 11. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 12. 1В; 2А; 3Б; 4Г; 13. 1В; 2А; 3Б; 4Г; 14. 23. 15. 9

ТЕМА 6

1. В; 2. Г; 3. Г; 4. А; 5. В; 6. А; 7. А; 8. Б; 9. 1Б; 2Д; 3Г; 4А; 10. 1А; 2В; 3Г; 4Б; 11. 1А; 2Б; 3Г; 4В; 12. 1А; 2Г; 3Б; 4В; 13. 16; 14. 2

ТЕМА 7

1. В; 2. Б; 3. Г; 4. Г; 5. Б; 6. Г; 7. В; 8. Б; 9. А; 10. Б; 11. 1Б; 2Г; 3А; 4В; 12. 1Г; 2Б; 3А; 4В; 13. 1Б; 2А; 3Г; 4В; 14. 10. 15. 7

¹² Коментар: логіка міркувань має бути аналогічною попередньому завданню. Цукор є одним із найкраще розчинних речовин у воді. Калій сульфат — розчинна речовина, але, як і більшість речовин, він розчиняється гірше за цукор. Кальцій сульфат — малорозчинна речовина, а ферум(III) гідроксид — нерозчинна, отже, і розчиняється гірше за всі наведені речовини.

ТЕМА 8

1. Б; 2. В; 3. Г; 4. Б; 5. А; 6. А; 7. В; 8. Б; 9. Б; 10. 1В; 2А; 3Д; 4Б; 11. 1А; 2В; 3Б; 4Г; 12. 1Б; 2Г; 3В; 4А; 13. 1А; 2Г; 3В; 4Б; 14. 11

⁵ Коментар: при обчисленні масової частки нового розчину необхідно пам'ятати, що в ньому змінюється тільки вміст солі, а маса води залишається такою самою. Отже, вихідний розчин містить 10 г солі (це складає 10 % від 100 г) і 90 г води, а новий розчин містить $10 + 5 = 15$ г солі й також 90 г води. Отже, масова частка солі в новому розчині дорівнюватиме $15 : 105 = 0,143$ або 14,3 %, що округлено складає 14 %.

ТЕМА 9

1. Б; 2. Б; 3. Г; 4. Б; 5. В; 6. А; 7. А; 8. А; 9. Г; 10. 1В; 2Б; 3Г; 4А; 11. 1Б; 2В; 3А; 4Г; 12. 1А; 2Г; 3Б; 4В; 13. 1В; 2А; 3Б; 4Г; 14. 5. 15. 2

¹ Коментар: переносником електричного заряду можуть бути будь-які заряджені частинки: в металах переносниками заряду є електрони, що вільно пересуваються, а в розчинах — йони (позитивно та негативно заряджені).

⁵ Коментар: при дисоціації кислот утворюються катіони Гідрогену й аніони кислотного залишку.

⁶ Коментар: при дисоціації основ утворюються катіони металічних елементів і гідроксид-іони.

⁷ Коментар: при дисоціації солей утворюються катіони металічних елементів і аніони кислотних залишків.

⁸ Коментар: дане скорочене йонне рівняння відповідає взаємодії кислоти з основою, але в цьому випадку варіанти Б і В не підходять, оскільки купрум (II) гідроксид і алюміній гідроксид у розчинах не дисоціюють, тому в скороченому йонному рівнянні вони записуються повністю.

¹² Коментар: у випадку А кількість хлорид-іонів у два рази більша за кількість солі, отже, 0,01 моль, у випадку Б утворюється 0,04 моль хлорид-іонів, у випадку В — 0,05 моль, а у випадку Г — 0,03 моль.

¹⁵ Коментар: кількість позитивних і негативних зарядів у розчині має бути однаковою. У даному випадку в розчині міститься 3 моль аніонів (бромід-іонів), отже, має міститися 3 моль катіонів. Оскільки йонів Калію міститься 1 моль, то йонів Натрію має бути 2 моль.

ТЕМА 10

1. А; 2. Б; 3. А; 4. В; 5. Г; 6. Г; 7. А; 8. В; 9. Г; 10. В; 11. 1Б; 2А; 3В; 4Д; 12. 1Б; 2А; 3Г; 4В; 13. 1Б; 2В; 3А; 4Г; 14. 8; 15. 6

¹² Коментар: необхідно пам'ятати, що для Оксигену вищий ступінь окиснення +2.

ТЕМА 11

1. Б; 2. А; 3. Г; 4. Г; 5. В; 6. А; 7. А; 8. Г; 9. А; 10. 1В; 2Г; 3А; 4Б; 11. 1В; 2А; 3Д; 4Б; 12. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 13. 1Г; 2А; 3В; 4Б; 14. 3; 15. 2

² Коментар: металічні елементи можуть утворювати кислотні оксиди у високих ступенях окиснення (зазвичай більшому за +4), тому переважно кислотні оксиди утворюють неметалічні елементи.

¹² Коментар: чим більше виражені неметалічні властивості в елемента, тим більш кислотний характер мають його оксиди.

ТЕМА 12

1. В; 2. А; 3. Г; 4. Б; 5. Б; 6. Б; 7. А; 8. В; 9. В; 10. 1В; 2А; 3Г; 4Б; 11. 1Д; 2А; 3Б; 4Г; 12. 1Б; 2А; 3Г; 4В; 13. 1А; 2Б; 3Г; 4В; 14. 15; 15. 14

⁴ Коментар: водень із кислот можуть витискувати тільки ті метали, що розташовані в ряді активності металів до водню.

ТЕМА 13

1. А; 2. А; 3. Г; 4. В; 5. В; 6. В; 7. А; 8. Г; 9. Г; 10. 1В; 2А; 3Б; 4Г; 11. 1Д; 2Г; 3А; 4Б; 12. 1Б; 2В; 3А; 4Г; 13. 1В; 2Б; 3Г; 4А; 14. 30; 15. 187

¹¹ Коментар: сполуки Феруму(II) зазвичай мають зелений колір, а Феруму(III) — жовто-бурій.

¹³ Коментар: зі збільшенням металічних властивостей елементів збільшується основний характер утворених ним речовин, а у випадку гідроксидів лужних елементів також проявляється у збільшенні ефективності до дисоціації, тобто підсилення сили електроліту.

ТЕМА 14

1. Б; 2. А; 3. Б; 4. Б; 5. А; 6. А; 7. Г; 8. Б; 9. Б; 10. 1Д; 2В; 3Г; 4Б; 11. 1Г; 2В; 3Б; 4А; 12. 1Г; 2В; 3А; 4Б; 13. 1А; 2В; 3Г; 4Б; 14. 112; 15. 466

⁵ Коментар: у складі кислотних солей наявні атоми Гідрогену, що можуть заміщуватися атомами металічних елементів, як у кислотах.

⁹ Коментар: солі зазвичай вступають до реакції обміну, які відбуваються, якщо в продуктах реакцій наявний осад.

¹⁰ Коментар: калій перманганат зазвичай реагує із знебарвленням розчину, плумбум(II) йодид має яскраво-жовтий колір, а мідь є активнішим металом за срібло, тому Купрум витискує Аргентум з аргентум нітрату і срібло утворює на поверхні міді сріблястий нальот.

¹³ Коментар: барій сульфат — нерозчинна у воді речовина, але може розчинятися в концентрованій сульфатній кислоті за рахунок утворення розчинного барій гідрогенсульфату.

ТЕМА 15

1. Г; 2. Б; 3. А; 4. Г; 5. Г; 6. Г; 7. Г; 8. А; 9. Г; 10. 1Г; 2А; 3Д; 4Б; 11. 1В; 2А; 3Г; 4Б; 12. 1А; 2Б; 3Г; 4В; 13. 1Г; 2Б; 3А; 4В; 14. 28; 15. 689

ТЕМА 16

1. Б; 2. В; 3. Б; 4. Г; 5. А; 6. А; 7. Б; 8. Г; 9. Б; 10. 1Г; 2Д; 3А; 4Б; 11. 1Г; 2А; 3Д; 4Б; 12. 1А; 2Б; 3Г; 4В; 13. 1А; 2Б; 3В; 4Г; 14. 245; 15. 75

¹ Коментар: кисень важчий за повітря та не розчиняється у воді, тому його можна збирати методом витискування повітря в посудину, що повернута отвором донори, або методом витискування води.

ТЕМА 17

1. В; 2. Г; 3. В; 4. В; 5. А; 6. Б; 7. В; 8. А; 9. Г; 10. 1Д; 2А; 3Б; 4В; 11. 1Г; 2А; 3Д; 4Б; 12. 1В; 2Г; 3Б; 4А; 13. 1В; 2А; 3Б; 4Г; 14. 425; 15. 80

¹⁵ Коментар: у присутності каталізатора амоніак згоряє в кисні з утворенням нітроген(II) оксиду, а без каталізатора утворюється азот.

ТЕМА 18

1. Г; 2. Б; 3. В; 4. Б; 5. А; 6. Б; 7. В; 8. Б; 9. А; 10. 1Г; 2А; 3Б; 4Д; 11. 1Б; 2А; 3Г; 4Д; 12. 1А; 2Г; 3Б; 4В; 13. 1В; 2Б; 3Г; 4А; 14. 26; 15. 12

ТЕМА 19

1. А; 2. Г; 3. А; 4. В; 5. А; 6. Б; 7. А; 8. Б; 9. Б; 10. 1А; 2Б; 3Г; 4В; 11. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 12. 1Г; 2В; 3А; 4Б; 13. 1В; 2Г; 3А; 4Б; 14. 112; 15. 56

ТЕМА 20

1. А; 2. Б; 3. А; 4. Б; 5. Г; 6. А; 7. Б; 8. А; 9. Б;
10. 1В; 2Б; 3А; 4Д; 11. 1Д; 2Б; 3В; 4А; 12. 1Г;
2В; 3А; 4Б; 13. 1Г; 2В; 3А; 4Б; 14. 5; 15. 34

ТЕМА 21

1. В; 2. А; 3. В; 4. Г; 5. А; 6. Б; 7. А; 8. Б; 9. А;
10. 1Б; 2В; 3А; 4Д; 11. 1Г; 2В; 3Д; 4А; 12. 1Б;
2В; 3А; 4Г; 13. 1Г; 2А; 3Б; 4В; 14. 18; 15. 94

¹ Коментар: алюміній достатньо активний метал і може взаємодіяти як із чадним газом, так і з Карбоном, тому його можна добувати тільки електролізом розплавів.

⁹ Коментар: основна речовина, з якої складається корунд, — алюміній оксид.

¹⁶ Коментар: для співставлення реагентів і продуктів реакції необхідно звертати увагу на число атомів всіх елементів у реагентах та продуктах.

ТЕМА 22

1. В; 2. Б; 3. А; 4. В; 5. Б; 6. Б; 7. В; 8. Б; 9. 1А;
2В; 3Г; 4Б; 10. 1В; 2А; 3Г; 4Б; 11. 1В; 2Г; 3А; 4Б;
12. 1Б; 2А; 3Г; 4В; 13. 3; 14. 28

¹⁰ Коментар: алюміній оксид є каталізатором реакції ізомеризації алканів.

ТЕМА 23

1. А; 2. Б; 3. Б; 4. А; 5. А; 6. Б; 7. В; 8. Г; 9. Б;
10. 1Г; 2В; 3А; 4Б; 11. 1В; 2Г; 3Б; 4Д; 12. 1А; 2В;
3Б; 4Г; 13. 1Б; 2В; 3Г; 4А; 14. 91; 15. 6

ТЕМА 24

1. Б; 2. В; 3. Б; 4. Б; 5. Г; 6. Г; 7. Г; 8. А; 9. А;
10. 1Б; 2Г; 3В; 4Д; 11. 1Б; 2А; 3Д; 4В; 12. 1В; 2Б;
3А; 4Г; 13. 1В; 2Б; 3Г; 4А; 14. 3; 15. 176

ТЕМА 25

1. Б; 2. В; 3. Г; 4. Б; 5. А; 6. А; 7. Г; 8. Г; 9. А;
10. 1Б; 2Г; 3А; 11. 1Б; 2Г; 3А; 4В; 12. 1Б; 2Г; 3А;
4В; 13. 1Г; 2Б; 3В; 4А; 14. 3; 15. 19

¹² Коментар: у вуглеводнів зі збільшенням молекулярної маси підвищується температура кипіння, отже, найбільш легкокиплячі фракції нафти матимуть меншу середню молекулярну масу.

¹³ Коментар: октанове число гексану прийнято за 0, а ізооктану — за 100, у марках бензину позначається його октанове число. Октанове число характеризує здатність до детонації паливно-повітряної суміші: чим менше октанове число, тим краще детонує паливо, отже, тим менша детонаційна стійкість.

ТЕМА 26

1. В; 2. А; 3. Б; 4. Г; 5. А; 6. А; 7. Б; 8. Г; 9. А;
10. 1Д; 2А; 3Г; 4Б; 11. 1В; 2Д; 3А; 4Б; 12. 1Б;
2В; 3А; 4Г; 13. 1Г; 2А; 3Б; 4В; 14. 25; 15. 11

⁵ Коментар: звичайні спирти з лугами не взаємодіють, на відміну від фенолів.

¹³ Коментар: спирти досить слабо виявляють кислотні властивості, що дає можливість їх взаємодії з натрієм. Чим більший вуглеводневий радикал, тим слабкіші кислотні властивості спиртів. У фенолів кислотні властивості проявляються значно сильніше, завдяки чому феноли навіть взаємодіють з лугами. Введення нітрогрупи до молекули фенолу значно підвищує кислотні властивості.

ТЕМА 27

1. Б; 2. Г; 3. В; 4. Г; 5. В; 6. Б; 7. А; 8. Б; 9. Б;
10. 1Б; 2Г; 3Д; 4А; 11. 1Г; 2В; 3Д; 4А; 12. 1Г; 2А;
3В; 4Б; 13. 1А; 2Г; 3Б; 4В; 14. 20; 15. 40

ТЕМА 28

1. Б; 2. Б; 3. Г; 4. А; 5. Б; 6. Г; 7. Б; 8. А; 9. А;
10. 1Б; 2В; 3А; 11. 1В; 2А; 3Б; 12. 1В; 2А; 3Б;
4Г; 13. 1Б; 2А; 3Г; 4В; 14. 135; 15. 99

¹⁵ Коментар: при розв'язанні задачі склад крохмалю можна подати формулою $C_5H_{10}O_5$.

ТЕМА 29

1. Г; 2. А; 3. В; 4. Г; 5. А; 6. Б; 7. Г; 8. А; 9. Б;
10. 1В; 2Г; 3А; 4Б; 11. 1Б; 2А; 3В; 4Г; 12. 1В; 2А;
3Б; 4Г; 13. 8; 14. 6

ТЕМА 30

1. В; 2. Б; 3. А; 4. Б; 5. Б; 6. Г; 7. А; 8. А; 9. Б;
10. 1Б; 2В; 3А; 4Г; 11. 1В; 2Д; 3Г; 4А; 12. 1Б; 2Г;
3А; 4В; 13. 1В; 2Г; 3А; 4Б; 14. 4; 15. 25

ВІДПОВІДІ ДО ТРЕНУВАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ

Варіант I

1	Б	6	Б	11	Г	16	В	21	Г	26	Б	31	А
2	Б	7	В	12	А	17	А	22	Б	27	Г	32	Б
3	Г	8	А	13	А	18	А	23	А	28	А	33	А
4	А	9	Г	14	Г	19	Б	24	А	29	Г	34	В
5	А	10	А	15	Г	20	А	25	В	30	В	35	А

36	Б1 Д2 Г3 А4	41	ВГБА	46	ГВАБ	51	9	56	8
37	А1 Д2 Б3 В4	42	ВБГА	47	АГВБ	52	6	57	20
38	В1 Г2 Б3 А4	43	АГВБ	48	БВАГ	53	12	58	86
39	Б1 А2 Г3 В4	44	АБГВ	49	ГАВБ	54	4	59	112
40	В1 Г2 А3 Б4	45	БВГА	50	ГБАВ	55	5	60	31

Варіант II

1	В	6	Г	11	А	16	Г	21	Б	26	А	31	В
2	В	7	А	12	Б	17	В	22	В	27	Б	32	В
3	А	8	Б	13	Г	18	Г	23	В	28	Г	33	Б
4	Б	9	Б	14	Б	19	Г	24	Б	29	В	34	Б
5	В	10	А	15	В	20	А	25	Г	30	Б	35	А

36	1Г 2А 3Д 4В	41	БАГВ	46	БВАГ	51	2,24	56	40
37	1Д 2Г 3В 4А	42	ГБАВ	47	АГВБ	52	12	57	350
38	1Б 2В 3Г 4А	43	АВГБ	48	АВГБ	53	5	58	2
39	1В 2Б 3Г 4Д	44	БВАГ	49	БАВГ	54	36	59	20
40	1Г 2А 3Б 4В	45	ВГАБ	50	ВАБГ	55	347	60	18

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ

Періоди	Групи												
	I		II		III		IV		V				
1	1	2.20											
	H 1,0079	Гідроген											
2	3	0.97	4	1.47	5	2.01	6	2.50	7	3.07			
	Li 6,941	Літій	Be 9,0122	Берилій	B 10,811	Бор	C 12,011	Карбон	N 14,007	Нітроген			
3	11	1.01	12	1.23	13	1.47	14	1.74	15	2.06			
	Na 22,990	Натрій	Mg 24,305	Магній	Al 26,98	Алюміній	Si 28,086	Силіцій	P 30,974	Фосфор			
4	19	0.91	20	1.04	1.2	21	1.32	22	1.45	23			
	K 39,098	Калій	Ca 40,078	Кальцій	Sc Скандій	44,956	Ti Титан	47,87	V Ванадій	50,942			
	1.75	29	1.66	30	31	1.82	32	2.02	33	2.20			
	Cu Купрум	63,546	Zn Цинк	65,38	Ga 69,723	Галій	Ge 72,63	Германій	As 74,922	Арсен			
5	37	0.89	38	0.99	1.11	39	1.22	40	1.23	41			
	Rb 85,468	Рубідій	Sr 87,62	Стронцій	Y Ітрій	88,906	Zr Цирконій	91,22	Nb Ніобій	92,906			
	1.42	47	1.46	48	49	1.49	50	1.72	51	1.82			
	Ag Аргентум	107,87	Cd Кадмій	112,41	In 114,82	Індій	Sn 118,71	Станум	Sb 121,76	Стибій			
6	55	0.86	56	0.97	1.08	57	1.23	72	1.33	73			
	Cs 132,91	Цезій	Ba 137,33	Барій	* La Лантан	138,91	Hf Гафній	178,49	Ta Тантал	180,95			
	1.42	79	1.44	80	81	1.44	82	1.55	83	1.67			
	Au Аурум	196,97	Hg Меркурій	200,59	Tl 204,38	Талій	Pb 207,2	Плюмбум	Bi 208,98	Бісмут			
7	87	0.86	88	0.97	1.00	89	104		105				
	Fr [223]	Францій	Ra 226,03	Радій	** Ac Актиній	[227]	Rf Резерфордій	[265]	Db Дубній	[268]			
	111		112		113		114		115				
	Rg Рентгеній	[280]	Cn Копернікум	[285]	Uut [284]	Унунтрий	Fl [289]	Флеровій	Uup [288]	Унунпентій			
Формула вищого оксиду	R ₂ O		RO		R ₂ O ₃		RO ₂		R ₂ O ₅				
Летка сполука з Гідрогеном							RH ₄		RH ₃				
*Лантанοїди													
58	1.08	59	1.07	60	1.07	61	1.07	62	1.07	63	1.01	64	1.11
Ce 140,12	Церій	Pr 140,9	Празеодим	Nd 144,24	Неодим	Pm [147]	Прометій	Sm 150,36	Самарій	Eu 151,96	Європій	Gd 157,25	Гадоліній
**Актиноїди													
90	1.11	91	1.14	92	1.22	93	1.22	94	1.22	95	1.2	96	1.2
Th 232,04	Торій	Pa [231]	Протактиній	U 238,03	Уран	Np [237]	Нептуній	Pu [244]	Плутоній	Am [243]	Америцій	Cm [247]	Кюрій

ЕЛЕМЕНТІВ Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА

Групи									
VI		VII		VIII					
				2	5.50				
				He					
				4,0026	Гелій				
8	3.50	9	4.10	10	4.84				
O		F		Ne					
15,999	Оксиген	18,998	Флуор	20,180	Неон				
16	2.44	17	2.83	18	3.2				
S		Cl		Ar					
32,06	Сульфур	35,45	Хлор	39,948	Аргон				
1.56	24	1.60	25	1.64	26	1.70	27	1.75	28
Cr		Mn		Fe		Co		Ni	
Хром	51,996	Манган	54,938	Ферум	55,845	Кобальт	58,933	Ніколь	58,693
34	2.48	35	2.74	36	2.94				
Se		Br		Kr					
78,96	Селен	79,904	Бром	83,798	Криптон				
1.30	42	1.36	43	1.42	44	1.45	45	1.35	46
Mo		Tc		Ru		Rh		Pd	
Молібден	95,96	Технецій	[98]	Рутеній	101,07	Родій	102,91	Паладій	106,42
52	2.01	53	2.21	54	2.4				
Te		I		Xe					
127,60	Телур	126,90	Йод	131,29	Ксенон				
1.40	74	1.46	75	1.52	76	1.55	77	1.44	78
W		Re		Os		Ir		Pt	
Вольфрам	183,84	Реній	186,21	Осмій	190,23	Іридій	192,22	Платина	195,08
84	1.76	85	1.90	86					
Po		At		Rn					
[209]	Полоній	[210]	Астат	[222]	Радон				
106		107		108		109		110	
Sg		Bh		Hs		Mt		Ds	
Сиборгій	[271]	Борій	[270]	Гасій	[277]	Мейтнерій	[276]	Дармштадтій	[281]
116		117		118					
Lv		Uus		Uuo					
[293]	Ліверморій	[294]	Унунсептій	[294]	Унуноктій				
RO ₃		R ₂ O ₇		RO ₄					
H ₂ R		HR							
*Лантаноїди									
65	1.10	66	1.10	67	1.10	68	1.11	69	1.11
Tb		Dy		Ho		Er		Tm	
158,93	Тербій	162,5	Диспрозій	164,9	Гольмій	167,26	Ербій	168,93	Тулій
70		71		72		73		74	
1.06		1.14		1.12		1.13		1.14	
Yb		Lu		Hf		Ta		W	
Ітербій		Лютецій		Гафній		Тантал		Вольфрам	
**Актиноїди									
97	1.2	98	1.2	99	1.2	100	1.2	101	1.2
Bk		Cf		Es		Fm		Md	
[247]	Берклій	[251]	Каліфорній	[252]	Ейнштейній	[257]	Фермій	[258]	Менделевій
102		103		104		105		106	
1.2		1.2		1.2		1.2		1.2	
No		Lr		Rf		Db		Sg	
Нобелій		Лоуренсій		Гафній		Дубній		Сіборгій	

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ (40 ДНІВ)

Тема 1. Основні поняття хімії	3
Фізичні та хімічні явища	5
Основні положення атомно-молекулярного вчення	5
Основні поняття атомно-молекулярного вчення.	
Атом. Молекула. Хімічний елемент	5
Валентність.	10
Чисті речовини й суміші	11
Тема 2. Основні закони хімії	15
Основні фізичні величини хімії.	16
Основні кількісні закони хімії	18
Тема 3. Періодичний закон і Періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва	24
Перші спроби класифікації хімічних елементів	25
Періодичний закон Д. І. Менделєєва	26
Періодична система хімічних елементів	27
Тема 4. Будова атома	30
Склад атома	31
Ізотопи	32
Рух електронів в атомі. Орбіталі	34
Будова електронних оболонок атомів і структура	
Періодичної системи	37
Будова електронних оболонок та властивості	
хімічних елементів	39
Тема 5. Хімічний зв'язок і будова речовини	44
Хімічний зв'язок	45
Ступінь окиснення	49
Будова твердих речовин та їхні властивості.	52
Тема 6. Хімічні реакції та закономірності їх перебігу	57
Класифікація хімічних реакцій	58
Швидкість хімічної реакції	60
Каталіз і каталізатори	61
Хімічна рівновага	62
Тема 7. Загальні характеристики розчинів	65
Поняття про розчини	66
Розчинність. Кристалогідрати	68
Тема 8. Кількісні характеристики розчинів	73
Способи кількісного вираження складу розчинів	74
Тема 9. Електролітична дисоціація	77
Електроліти та електролітична дисоціація	78
Сильні та слабкі електроліти.	81
Йонні рівняння реакцій.	82
Тема 10. Окисно-відновні процеси	85
Окисно-відновні реакції	86
Складання рівнянь окисно-відновних реакцій	90
Електроліз розплавів електролітів	92

ОСНОВНІ КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК (8 ДНІВ)

Тема 11. Оксиди	95
Поняття про оксиди	96
Класифікація оксидів	97
Добування оксидів	98
Хімічні властивості оксидів	100

Тема 12. Кислоти	102
Поняття про кислоти	103
Хімічні властивості кислот	105
Добування кислот	105
Тема 13. Основи	108
Поняття про основи	109
Хімічні властивості основ	111
Добування основ	111
Тема 14. Солі	114
Поняття про солі	115
Витискувальний ряд металів	117
Генетичний зв'язок між класами	
неорганічних сполук	119

ХІМІЯ ЕЛЕМЕНТІВ (20 ДНІВ)

Тема 15. Гідроген і галогени та їх сполуки	122
Гідроген	123
Вода	126
Місце елементів-неметалів у Періодичній	
системі. Галогени	127
Характеристика хімічних елементів	127
Прості речовини	129
Деякі сполуки галогенів	131
Хлороводень і хлоридна кислота	132
Тема 16. Оксиген і Сульфур та їх сполуки	135
Характеристика хімічних елементів	136
Прості речовини	137
Гідроген пероксид	140
Сірководень	141
Оксиди Сульфуру	142
Сульфатна кислота	143
Сульфати.	145
Тема 17. Нітроген і Фосфор та їх сполуки	149
Характеристика хімічних елементів	150
Прості речовини	151
Хімічні властивості простих речовин	152
Методи добування простих речовин	153
Застосування простих речовин	153
Амоніак.	153
Оксиди Нітрогену.	156
Нітратна кислота	157
Нітрати	159
Оксиди Фосфору.	159
Ортофосфатна кислота	160
Мінеральні добрива	161
Тема 18. Карбон і Силіцій та їхні сполуки	164
Характеристика хімічних елементів	165
Прості речовини	167
Хімічні властивості простих речовин	168
Методи добування простих речовин	169
Застосування вуглецю та силіцію	170
Оксиди Карбону та Силіцію.	170
Карбонати.	172
Силікати	173
Тема 19. Загальна характеристика металів	176
Загальні фізичні властивості металів	177
Загальні хімічні властивості металів	178
Загальні способи добування металів.	179

Корозія металів	179
Сплави. Доменне виробництво чавуну	182
Відмінності між чавуном і сталлю. Способи виробництва сталі	183
Тема 20. Лужні елементи і Кальцій та їхні сполуки.	186
Загальна характеристика лужних металів	187
Натрій і Калій.	188
Кальцій і Магній	189
Тема 21. Алюміній і Ферум та їхні сполуки	193
Алюміній	194
Ферум	195

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ (32 ДНІ)

Тема 22. Насичені вуглеводні	199
Поняття про органічні речовини.	200
Класифікація органічних сполук	201
Загальна характеристика органічних сполук	202
Хімічна структура та хімічна будова	203
Молекулярні, структурні та електронні формули сполук	203
Ізомері.	205
Насичені вуглеводні. Алкани	207
Гомологічний ряд алканів	207
Будова алканів	208
Хімічні властивості алканів	209
Методи добування алканів	210
Тема 23. Ненасичені вуглеводні	212
Алкени	214
Гомологічний ряд алкенів	214
Ізомерія алкенів	214
Номенклатура алкенів	214
Будова алкенів	214
Фізичні властивості алкенів	215
Добування алкенів	215
Хімічні властивості алкенів	215
Поняття про полімери	216
Алкіни	218
Гомологічний ряд алкінів	218
Ізомерія й номенклатура	219
Будова алкінів	219
Фізичні властивості алкінів	219
Добування алкінів	219
Хімічні властивості алкінів.	219
Тема 24. Ароматичні вуглеводні	223
Поняття про ароматичні сполуки	224
Будова бензену	225
Гомологічний ряд аренів	226
Номенклатура та ізомерія	226
Фізичні властивості аренів	226
Добування аренів	227
Хімічні властивості аренів	227
Правила орієнтації (заміщення) у бензеновому кільці	228
Тема 25. Природні джерела вуглеводнів	231
Природні джерела і застосування вуглеводнів.	232

Тема 26. Спирти й феноли.	237
Гомологічний ряд спиртів	238
Ізомерія та класифікація спиртів	238
Номенклатура спиртів.	239
Фізичні властивості спиртів	239
Методи добування спиртів.	240
Хімічні властивості спиртів	241
Застосування спиртів.	242
Поняття про феноли.	242
Фізичні властивості фенолу	243
Добування фенолів	243
Хімічні властивості фенолів	243
Застосування фенолу	244
Тема 27. Альдегіди, карбонові кислоти й естери	247
Поняття про альдегіди.	248
Гомологічний ряд і номенклатура альдегідів.	249
Міжкласова ізомерія	249
Фізичні властивості альдегідів	249
Хімічні властивості альдегідів	250
Добування альдегідів	251
Застосування альдегідів	251
Карбонові кислоти	252
Класифікація карбонових кислот	252
Гомологічний ряд і номенклатура карбонових кислот	253
Фізичні властивості карбонових кислот.	254
Хімічні властивості карбонових кислот	254
Застосування карбонових кислот	254
Поняття про естери	255
Фізичні властивості та застосування естерів	255
Добування естерів та їхня номенклатура	256
Хімічні властивості естерів	256
Жири.	257
Хімічні властивості жирів.	257
Мило	257
Тема 28. Вуглеводи	261
Поняття про вуглеводи та їхня класифікація	262
Глюкоза	263
Хімічні властивості глюкози	264
Застосування глюкози	265
Сахароза	265
Крохмаль і целюлоза	266
Штучні волокна	269
Тема 29. Аміни	272
Нітрогеновмісні сполуки	273
Аміни	273
Тема 30. Амінокислоти та білки	277
Номенклатура та ізомерія амінокислот	279
Фізичні властивості амінокислот	279
Хімічні властивості амінокислот	279
Добування амінокислот	281
Будова білків	281
Хімічні властивості білків.	282
Біологічна роль білків	283
Тренувальні варіанти.	286
Відповіді до діагностичних тестів	312
Відповіді до контрольних тестів	314
Відповіді до тренувальних варіантів	317
Періодична система хімічних елементів	
Д. І. Менделєєва.	318

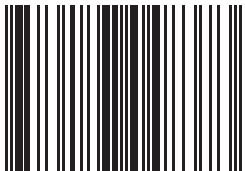
Посібник створений за унікальною методикою для повторення матеріалу шкільного курсу та систематизації знань, що дасть змогу успішно підготуватися до ЗНО-2014.



До серії видань
для підготовки
до ЗНО-2014 увійшли
комплекти посібників
з усіх предметів:

- Українська мова
- Українська література
- Математика
- Фізика
- Хімія
- Біологія
- Географія
- Історія України
- Англійська мова

ISBN 978-617-7048-37-3



9 786177 048373 >

UCPA.com.ua

- ➔ Он-лайн підготовка до ЗНО
- ➔ Пробне тестування
- ➔ Он-лайн підготовка до ДПА

www.testosvit.com