

Савчин М. М.

# ХІМІЯ

Підручник для 7 класу  
загальноосвітніх навчальних закладів

### Умовні позначення:



Завдання для актуалізації  
знань



Цікаво знати



Завдання для контролю  
знань



Лабораторний дослід



Підсумовуємо вивчене



Практична робота



Досліджуємо вдома

## ШАНОВНІ СЕМИКЛАСНИКИ!

У цьому навчальному році ви вивчатимете новий предмет — хімію, з якого дізнаєтеся про речовини, їх склад, будову та перетворення. Для чого ж потрібні хімічні знання?

Ми живемо в час, коли наука хімія та результати її досліджень є складовою нашого буття. Ви щодня користуєтеся водою, милом, цукром, сіллю, оцтом, олією, посудом (металевим, порцеляновим, пластмасовим), папером тощо. Хіба можливо уявити життя без води чи кисню?

А сільське господарство? Чи можна зібрати високі врожаї овочів, фруктів без використання мінеральних добрив і засобів захисту рослин, отримати достатньо м'яса, молока, не застосовуючи під час годівлі худоби кормових добавок? Уявімо лише на мить наше життя без будівельних матеріалів, скла, кераміки, фарб, лаків, гуми, сплавів металів, мийних засобів, ліків, матеріалів для пошиття одягу та взуття! Ви вже здогадалися, що все це — продукти хімії та хімічної промисловості?

Нарешті, клітини людського організму складаються з речовин, які виконують різноманітні функції та від яких залежить наше життя й здоров'я, настрої, бажання працювати, перемагати в різних ситуаціях тощо.


Отже, опанувавши цю насправді дуже цікаву та чудодійну науку, ви зможете добре зрозуміти себе й навколишній світ. А знання й досвід роботи з речовинами, їх практичне використання та набуті вами вміння й навички в їх дослідженні будуть неоціненним багажем вашої особистої культури, освіченості, екологічної та інформаційної грамотності.

Увійти у світ знань про речовини та явища, їх перетворення, набуті вміння здобувати знання й ставитися до них як до найбільшої цінності вам допоможе підручник. Його тексти та ілюстрації поведуть у дивовижну подорож країною невидимих частинок, з яких складаються речовини, а з останніх — усі речі. Здійснивши її, ви зможете застосовувати отримані знання, щоб оберігати природні багатства: повітря, воду, ґрунт, ліси, життя на планеті, джерела речо-


вин і енергії. Відомості про життя та діяльність видатних учених, які зробили вагомий внесок у розвиток хімічної науки, стануть для вас прикладом працелюбності, наполегливості в досягненні мети, зразком відданості своїй справі.


Хімія — наука експериментальна. Ви переконаєтеся в цьому, досліджуючи на уроках і вдома властивості речовин і їх перетворення.


Як користуватися підручником?


Спочатку уважно прочитайте передмову й перегляньте зміст. У кожному параграфі після назви теми вміщено рубрику **«Опанувавши цю тему, ви зможете»** . Вона зорієнтує вас на те, що має стати результатом засвоєння матеріалу уроку, націлить на усвідомлене його застосування.

У тексті параграфа подано запитання, за допомогою яких ви зможете пригадати відомий вам матеріал з курсу природознавства й поглибити свої знання під час вивчення хімії. Пропонуються також завдання та рекомендації щодо виконання лабораторних дослідів і практичних робіт.

У рубриці **«Завдання для контролю знань»**  уміщено запитання, вправи, задачі, подані за зростанням складності. Виконання цих завдань допоможе з'ясувати, який матеріал ви засвоїли повністю, а який необхідно повторити, глибше усвідомити або вивчити заново.

Рубрика **«Підсумовуємо вивчене»**  зацілить вас на основні питання, висвітлені в темі, на які необхідно звернути увагу.

Після деяких параграфів уміщено рубрику **«Цікаво знати»** , яка сприятиме розширенню й поглибленню здобутих знань.

Виконання «домашніх дослідів» у рубриці **«Досліджуємо вдома»**  навчить вас спостерігати, описувати хімічні явища, самостійно робити висновки, висловлювати свої судження.

Отже, розпочинаємо знайомство з новою для вас наукою.

Автор





## ВСТУП

### § 1. Хімія — природнича наука. Речовини та їх перетворення в навколишньому світі



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *називати* предмет вивчення хімії;
- *знати*, що хімія разом з іншими природничими дисциплінами формує цілісне уявлення про світ;
- *розуміти* поняття «речовина», «перетворення речовин»;
- *уміти характеризувати* значення хімії для життя і практичної діяльності людини;
- *почати формувати* вміння спостерігати речовини та їх хімічні перетворення;
- *оцінювати* важливість і цінність хімічних знань.

**ПРЕДМЕТ ХІМІЇ.** Курс природознавства, який ви вивчали раніше, підготував підґрунтя до сприйняття дуже цікавої, важливої для життя людини науки про речовини та їх перетворення — хімії. Вона, як і географія, фізика, астрономія, біологія, екологія, допомагає зрозуміти природні процеси, що відбуваються навколо нас. Хімія сприяє різнобічному пізнанню речовин, які відіграють особливу роль в існуванні життя на нашій планеті, а також тих явищ, що цікавлять людей, з метою зміни самих себе та благотворного впливу на природу, збереження її первозданності й неповторності.

Сучасне знання про природу полягає в тому, щоб знати й розуміти три взаємопов'язані між собою світи:

- 1) мікросвіт — світ об'єктів дуже малих розмірів ( $\leq 10^{-8}$  м);
- 2) макросвіт — світ об'єктів середніх розмірів, що оточують людину ( $10^{-8}$ – $10^7$  м);
- 3) мегасвіт — світ гігантських розмірів ( $> 10^7$  м).

Усі ці світи побудовані з частинок, які утворюють живу й неживу природу, існують незалежно від нас і проявляються у вигляді речовини або фізичного поля. Зоолог М. Ф. Реймерс писав: «...Наука лише штучно поділена на дисципліни, насправді ж це єдина система знань і бачення світу».

Як вам уже відомо, природознавство інтегрує інформацію про будову, властивості й перетворення, що відбуваються в природі. Фізика вивчає сили та їх перетворення, біологія — живі організми та їх перетворення. Хімія ж — речовини та їх перетворення. Отже, предметом вивчення хімії є речовини.



**Хімія** — наука про речовини, їх склад, будову, властивості й перетворення.

**Що означає перетворення речовин?** Рослини під час фотосинтезу вбирають вуглекислий газ і воду, на світлі утворюючи глюкозу та кисень. Глюкоза, у свою чергу, може перетворюватися на сахарозу (цукор), крохмаль, целюлозу (клітковину).

Людина дихає киснем, що міститься в повітрі. В її організмі він сприяє перетворенню жирів, білків, вуглеводів, що потрапляють з їжею, на простіші речовини, які через декілька стадій утворюють кінцеві продукти — вуглекислий газ і воду.

На дні стоячих водойм рештки рослин і тварин перетворюються на газ метан. У шельфах Чорного й Азовського морів так само утворилися метаногідрати, які є альтернативним джерелом енергії.

Усі вищеописані перетворення відбуваються в природних умовах. Однак їх можна спостерігати і в лабораторних або побутових умовах.

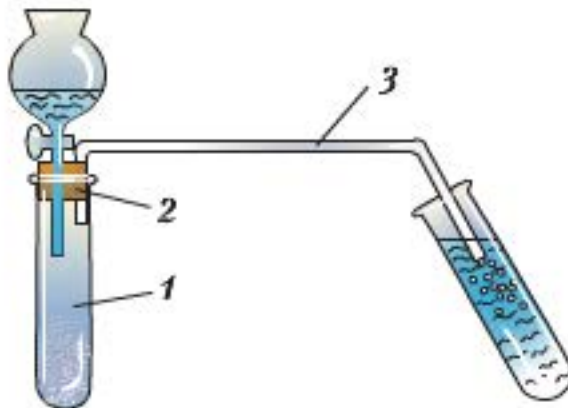


Проведемо демонстраційні досліди.

**Дослід 1.** Насипимо на дно пробірки відому вам з побуту харчову соду (натрій гідрогенкарбонат) і доллемо оцту (водний розчин етанової кислоти). Закриємо пробірку корком з газовідвідною трубкою, кінець якої опустимо в склянку з вапняною водою (водний розчин кальцій гідроксиду) (рис. 1).



Спостерігайте за змінами, що відбуваються.



**Рис. 1.** Взаємодія харчової соди з оцтом:

1 — пробірка; 2 — корок;  
3 — газовідвідна скляна трубка

Щоб самостійно дати пояснення спостереженням, пригадайте з природознавства:



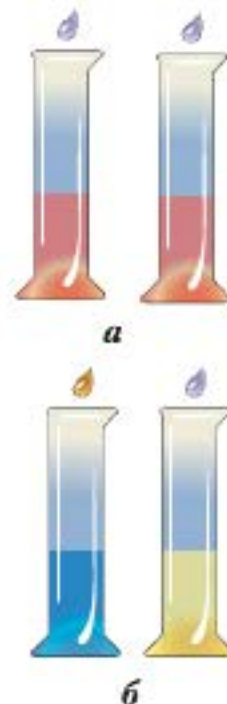
Що називають явищами й що таке хімічні явища?

Які ознаки того, що відбулося хімічне перетворення?

Що, на ваш погляд, є доказом утворення вуглекислого газу?

**Дослід 2.** Виконаємо дослід, який ілюструє зміну забарвлення індикаторів<sup>1</sup> у різних середовищах. Наллємо у дві пробірки оцет або сік лимона і в кожну з них по черзі додамо декілька крапель розчинів індикаторів: лакмусу й метилового оранжевого (рис. 2 а).

**Рис. 2.** Зміна забарвлення індикаторів у різних середовищах:  
а — кислому; б — лужному



<sup>1</sup> Індикатор — речовина, яка змінює забарвлення в різних середовищах.



Поясніть спостереження.

Змінимо речовини. Наллємо у дві пробірки розчин лугу або харчової соди й знову по черзі додамо індикатори (рис. 2 б).



Порівняйте спостереження.

Подумайте й поясніть, де в побутових умовах ви зустрічаєтесь із перетворенням речовин.

**Значення хімії для людини та цінність хімічних знань і вмінь.** Французький просвітник Д. Дідро охарактеризував значення хімії так: «Якій сфері чудодійних мистецтв не потрібні знання хімії? Чи можуть обійтися без неї землероб, металург, фармацевт, лікар, золотих справ майстер, чеканник монет?» А перший космонавт Ю. Гагарін, оцінюючи значення хімії для своєї професії, сказав: «Ми, космонавти, за характером нашої професії, можливо, частіше ніж будь-хто стикаємося з хімією в усіх її чудодійних проявах». Ці два висловлювання досить повно окреслюють значення хімії в житті людини.

Здавна люди, шукаючи матеріали для спорудження житла та продукти харчування, пристосовувались до життя в певному середовищі й водночас впливали на довкілля. Вони використовували хімічні процеси, які було взято за основу майбутніх потужних виробництв, пов'язаних з розвитком науки-чарівниці — хімії. Так виникли хімічні виробництва: виплавка чорних і кольорових металів (рис. 3), скла; синтез



**Рис. 3.** Металургійний комбінат «Азовсталь»



різноманітних органічних речовин і матеріалів з них: каучуків, гуми, пластмас, волокон, лаків, фарб, барвників, мийних засобів; переробка кам'яного вугілля, природного газу, нафти й нафтопродуктів (*рис. 4*); виробництво цементу, кераміки, бетону та залізобетонних конструкцій, виробів парфумерної промисловості й косметичних засобів; фармацевтична індустрія та виробництво харчових продуктів (харчові добавки, маргарин, білкова ікра, молочнокислі продукти), мінеральних добрив, засобів захисту рослин, кормових добавок для тварин.

Нині успішно розвиваються такі галузі хімії, як кристалохімія, медична хімія, зелена хімія.

Отже, хімія — це речовини та явища — все, що нас оточує. Це речовини, які утворюють клітини й органи рослин, тварин і людини. Це процеси, що повсякчас відбуваються в живих організмах. Це гірські породи й мінерали, вода й повітря, з якими ви частково ознайомилися в курсі природознавства. Це речі, якими ми щоденно користуємося.

Хімія — це наше ставлення до природи, спосіб життя, добробут. Хімічні знання передусім допомагають людині зрозуміти себе, хімічний склад клітин живих організмів, ціну життя кожної людини. Вони розкривають нам світ речовин особистої гігієни, допомагають усвідомити потребу в збереженні власного здоров'я, збереженні й охороні довкілля (*рис. 5*).

Вивчення хімії сприяє розвитку інтелекту, критичного й творчого мислення, формуванню здатності до пошукової



**Рис. 4.** Кременчуцький нафтопереробний завод



**Рис. 5.** Узбережжя Чорного моря

та дослідницької роботи, розв'язанню навчальних і життєвих проблем. Тим вона цінна для кожного з нас і є складовою української національної культури.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Хімія** — наука про речовини, їх склад, будову, властивості й перетворення.
- **Хімія** — наука, яка разом з іншими природничими дисциплінами формує цілісне уявлення про світ, природу, взаємозв'язки між речовинами та явищами, суть яких полягає в перетворенні речовин.
- Хімічні знання сприяють формуванню загальної культури особистості, що проявляється в її ставленні до речовин, умінні їх застосовувати в різних життєвих ситуаціях, розумінні та пізнаванні себе й навколишнього світу.
- **Хімія** — це речовини та явища, це все, що нас оточує.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Опишіть, яку інформацію про хімію як природничу науку ви отримали на уроці.
2. Назвіть, що є предметом вивчення хімії.
3. Наведіть приклади речовин, з якими ви зустрічаєтеся в повсякденному житті.
4. Обґрунтуйте, яке значення для вас особисто мають знання про речовини та їх перетворення.
5. Висловіть судження про цінність хімічних знань і вміння їх застосовувати.

## § 2. Короткі відомості з історії хімії



### Опанувавши цю тему, ви зможете:

- *знати* походження назви науки, а також імена вчених, дослідження яких спростували помилкові уявлення в хімії;
- *розуміти* еволюцію становлення науки;
- *характеризувати* етапи історичного розвитку хімії;



- аргументовано *пояснювати* позитивні й негативні ознаки кожного етапу, їх роль у подальшому розвитку хімічної науки;
- *висловлювати судження* про: значення кожного з етапів для подальшого розвитку науки, практичне спрямування хімії, розвиток сучасної хімії.

**Зародження науки.** Дослідники хімії вважають, що ця наука дуже давня, започаткована в Стародавньому Єгипті.

Термін «хімія» ототожнюється зі словами («Хемія», «Хума»), якими стародавні єгиптяни називали свою країну. В українській мові він асоціюється з поняттям «гумус», що означає «земля», «грунт», «чорний».

Французький учений-хімік П. Бертло вважав, що «хімія — це єгипетське мистецтво, пов'язане з перетворенням продуктів земних надр».



Пошукайте в літературних джерелах та Інтернеті, як називається ця наука мовами інших народів, і зіставте з українською назвою.

І справді, стародавні єгиптяни володіли ремеслами, що ґрунтувалися на переробці гірських порід і мінералів. Під час такої переробки відбувалися найрізноманітніші хімічні перетворення (процеси). В Єгипті вміли добувати руди й переробляти їх. Метали, виплавлені з руд, використовували для виробництва різних знарядь праці та прикрас. Щоб запобігти ржавінню металу, прикраси ювелірно обробляли, покривали емаллями й лаками (рис. 6).



Рис. 6. Прикраси стародавніх єгиптян

Окрім чистих металів — золота, срібла, ртуті, свинцю, — єгиптяни вміли виготовляти сплави, зокрема бронзу (сплав міді з оловом, склад — 94,65 % міді, 5 % олова, 0,35 % фосфору).

Дотепер зберігся єгипетський рецепт виготовлення скла: суміш порошоків кремнезему, вапняку й соди нагрівалася до плавлення. Для підфарбовування скла додавали порошок малахіту. Незмінною прийшла до нас технологія виробництва кераміки, гончарних виробів. У кожному єгипетському поселенні були майстерні, у яких виплавляли скло, виготовляли керамічні вироби та пряжу для тканин. Для фарбування тканин використовували мінеральні барвники, зокрема малахіт (зелений), ферум(III) оксид (червоний), вугілля (чорний), купрум(II) оксид (синій, блакитний), плумбум(II) оксид (жовтий).

Античний світ умів застосовувати процес бродіння. За багато віків до нашої ери люди знали й застосовували способи лікування мінералами: малахітом (подрібнений малахіт накладався навколо очей з метою лікування), базальтовою смолою. Використовувалися й косметичні засоби.

Дослідники стверджують, що в країнах Азії (Індія, Китай) майже за 3000 р. до н. е. користувалися гальванічним елементом, про що свідчать археологічні знахідки — срібні вироби, дуже тонко й рівномірно вкриті золотом. Дещо пізніше було відкрито технологію виготовлення порцеляни й папірусу.

Отже, людство на зорі свого розвитку часто користувалося хімічними речовинами та процесами, які відбувалися з ними. Проте жодних наукових уявлень про склад речовини та її перетворення в стародавньому світі не було.

**ПЕРІОДИ РОЗВИТКУ ХІМІЇ.** На початку нашої ери «єгипетське мистецтво» поширилося в Греції та Римі, а багато книжок Александрійської бібліотеки потрапило до арабів. Розшифровуючи записи цих книг, у яких описувалися різноманітні процеси, араби назвали чудодійні перетворення *алхімією* (*ал* — широкоживаний арабський префікс). В історію роз-



витку хімічної науки цей період розвитку знань про речовини та їх перетворення ввійшов як *алхімічний*.

Розвиток різноманітних ремесел дав поштовх до пошуків «філософського каменя», за допомогою якого нібито можна перетворювати будь-який метал на золото, виліковувати хвороби, продовжувати вік людини через омолодження організму й навіть досягти безсмертя. Шукання способів перетворення будь-яких металів на золото та «філософського каменя» стало найголовнішою метою алхіміків (рис. 7).

Алхімічний період тривав упродовж IV–XVI ст. За цей час нагромадилося безліч відомостей і фактів про хімічні речовини, відкрито багато нових, до цього ще невідомих речовин, здобуто великий практичний і експериментальний досвід роботи з ними, започатковано виробництво ліків. Проте хімії як науки тоді ще не було, а існували тільки розрізнені хімічні знання, що передавалися з покоління в покоління.

З часом вчення про «філософський камінь» береться під сумнів. Ідея перетворення одних хімічних елементів на інші не могла стати дійсністю через відсутність наукових знань про будову речовин і способи їх перетворення.

І лише в XVII ст. у працях англійського вченого — фізика, хіміка, філософа Р. Бойля було науково обґрунтовано поняття про хімічний елемент як найдрібнішу час-



**Рис. 7.** Лабораторії алхіміків

тинку речовини, як межу її подільності. Ці дослідження вченого започаткували розвиток хімічної науки.

Наприкінці XVII ст. німецький хімік Г. Шталь сформулював теорію *флогістону* — так він називав невидиму, невагому й невловиму субстанцію, яка має здатність вивітрюватися під час нагрівання чи випалювання металів. Нині ми розуміємо, що теорія флогістону розкривала процеси горіння речовин і окиснення металів.

Проте в другій половині XVIII ст. (1756) російський учений М. Ломоносов експериментально підтвердив, що процес горіння та окиснення полягає в сполученні речовин з повітрям. Згодом (1774) французький учений А. Лавуазьє встановив, що складовою повітря, яка сполучається з металами, є кисень. У працях цього вченого було спростовано теорію флогістону, зроблено великий крок у хімії стосовно науково доведеного обґрунтування процесів горіння й окиснення; теорію флогістону було остаточно визнано помилковою і такою, що стоїть на перешкоді розвитку хімії як науки.

У XIX ст. хімія розвивалася як природнича експериментальна наука. Створення *атомно-молекулярного вчення* (М. Ломоносов, Дж. Дальтон) стало теоретичною основою її подальшого розвитку.

Молекулярна теорія будови речовини дала змогу пояснити фізичні процеси, що відбуваються з речовинами, атомна ж допомогла пояснити суть хімічних процесів (явищ).



**Ломоносов Михайло Васильович** (1711–1765) — російський учений, основоположник атомно-молекулярного вчення. Відкрив і сформулював закон збереження маси речовин. Виступав за взаємозв'язки хімії з фізикою та математикою, що посприяло створенню фундаменту нової науки — фізичної хімії. Усе життя

дотримувався думки, що справжніх знань набуває тільки той, хто вміє теоретичні знання закріпити практикою.





Пригадайте з курсу природознавства, з яких структурних частинок складається речовина.

Сучасна хімія стала підґрунтям створення багатьох індустрій і виробництв штучних і синтетичних речовин, невід'ємним чинником практичної діяльності людини та її життя.

Деякі уявлення про розвиток сучасної хімії вам дасть схема, зображена на рисунку 8.



Рис. 8. Основні галузі хімічної науки



## ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- В історії розвитку хімії виділяють чотири періоди її становлення: перший (IV–XVI ст.) — алхімічний, другий (XVII ст.) — існування теорії флогістону, третій (XVIII–XIX ст.) — становлення хімії як науки, створення атомно-молекулярного вчення (М. Ломоносов, А. Лавуазьє, Дж. Дальтон) і четвертий (XX–XXI ст.) — сучасний, який триває донині.

- Кожний попередній період розвитку хімії мав як досягнення, так і недоліки.
- Сучасна хімія — це суспільно значуща наука з глибоким корінням і величезним розгалуженням суміжних природничих наук. Вона забезпечує і життєдіяльність людини, і синтез нових, невідомих і дотепер речовин, які характеризуються унікальними наперед заданими властивостями.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Визначте основні періоди становлення хімії як науки та її подальшого розвитку.
2. Поясніть, у чому суть алхімічного періоду. Визначте його досягнення та недоліки.
3. Обґрунтуйте значення першої теорії хімії — теорії флогістону. З'ясуйте, чому вона виявилася помилковою.
4. Охарактеризуйте значення вчення про атоми та молекули для розвитку науки.
5. Наведіть приклади, що підтверджують важливе значення хімії в нашому житті.
6. Дослідіть значущість сучасної хімії в усіх її проявах і підготуйте короткі повідомлення.

## § 3. Правила поведінки учнів у хімічному кабінеті. Ознайомлення з обладнанням кабінету хімії та лабораторним посудом



### Опанувавши цю тему, ви зможете:

- *знати й дотримуватися* правил поведінки в хімічному кабінеті та правил безпеки;
- *знати й називати* обладнання кабінету хімії та лабораторний посуд;
- *уміти виконувати* найпростіші досліди з речовинами;
- *уміти користуватися* лабораторним штативом, посудом, нагрівними приладами.

**Хімічний кабінет** (лабораторія) школи — це приміщення, де зберігається все обладнання для проведення



демонстраційних і лабораторних дослідів, практичних робіт; наочність (таблиці, діапозитиви, колекції, прилади, моделі кристалічних ґраток, хімічних виробництв); технічні засоби навчання й хімічні реактиви (рис. 9). Реактиви в хімічній лабораторії мають бути розміщені в певному порядку, за групами, згідно з вимогами до їх зберігання.

Для повсякденної роботи виготовляють набори розчинів речовин: кислот, основ, солей, індикаторів, твердих речовин.

Усі речовини, необхідні для роботи в розчинах, зберігаються в шафах за склом. Це зазвичай отруйні, легкозаймисті, вибухонебезпечні, їдкі речовини. Необережне поводження з ними може призвести до нещасного випадку. Тому під час роботи в хімічному кабінеті потрібно дотримуватися певних правил поведінки. Це допоможе вам уникнути небезпеки, яка може загрожувати здоров'ю. Адже впродовж навчання ви будете набувати здоров'язбережувальної компетентності, тобто вчитися дбати про збереження власного здоров'я, здоров'я сім'ї, близьких людей, а отже, робити свій внесок в оздоровлення нації.

Тож вивчаємо правила.

### **ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ УЧНІВ У ХІМІЧНОМУ КАБІНЕТІ**

1. Заходьте до кабінету хімії та лаборантської кімнати лише з дозволу вчителя. Одягніть халат, у разі потреби — захисні окуляри, гумові рукавиці.

2. Поводьтеся в кабінеті спокійно, не беріть у руки банки з реактивами чи пробірки, що приготовлені до уроку.

3. Користуйтеся постійним робочим місцем. Змінюйте його лише з дозволу вчителя.



**Рис. 9.** Кабінет хімії

4. Працюйте так, щоб на вашому робочому столі не було зайвих речей, оскільки вони можуть перешкоджати проведенню хімічного експерименту.

5. Намагайтеся виконувати лабораторні досліди й практичні роботи самостійно або в парах чи групах, якщо це передбачено умовами їх проведення.

6. Починайте роботу лише після того, як ви перевірили наявність усіх реактивів та обладнання, продумали план ваших дій упродовж експерименту й отримали дозвіл учителя.

7. Спостерігайте результати ваших досліджень і записуйте в зошит спостереження, відповідні рівняння реакцій і висновки зразу ж після виконання досліду.

8. Підтримуйте чистоту й порядок на робочому місці.

9. Дотримуйтеся правил користування нагрівними приладами, лабораторним штативом, поводження з реактивами й обладнанням.

10. Застосовуйте запобіжні засоби під час роботи в кабінеті хімії: не виконуйте непередбачених дослідів; не нюхайте невідомих вам речовин; не зливайте розчини; не вживайте їжу та не пийте тощо.

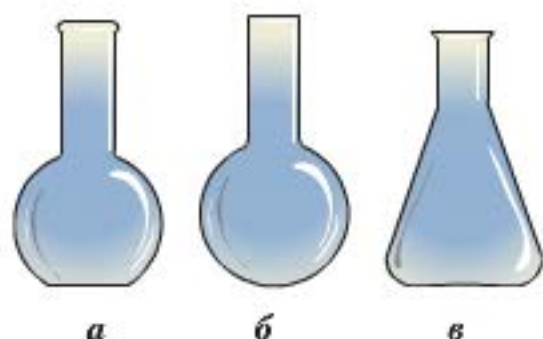
11. Дізнайтесь, де знаходиться аптечка та яке призначення медикаментів, що в ній містяться. У разі потреби користуйтеся протипожежними засобами.

А тепер ознайомимося з лабораторним посудом та обладнанням, що найчастіше використовуються на уроках хімії.

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПОСУД І ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНОГО КАБІНЕТУ.**  
У шкільних лабораторіях використовують як скляний, так і порцеляновий посуд.

*Скляні колби* бувають плоскодонні, круглодонні й конічні (рис. 10). Плоскодонні колби застосовують під час нагрівання речовин. Круглодонні — тоді, коли потрібно тривалий час нагрівати рідину на відкритому полум'ї. Конічні колби стійкі, а отже, вони придатні для проведення багатьох дослідів. Їх форма є зручною для нагрівання, розчинення або змішування речовин, що перебувають у різних агрегатних станах.





**Рис. 10.** Скляні колби:  
**а** — плоскодонна; **б** — круглodonна;  
**в** — конічна



**Рис. 11.** Скляний посуд:  
**а** — пробірки в штативі;  
**б** — хімічна склянка

**Пробірки** (рис. 11 а) — універсальний хімічний посуд. Універсальність полягає в тому, що в них можна зберігати багато речовин, виконувати більшість дослідів, з декількох пробірок збирають прилади для добування речовин. У пробірках можна нагрівати безпосередньо на відкритому полум'ї, проте треба уникати кіптявого полум'я, оскільки нагрівання за таких умов проходить нерівномірно й пробірка може тріснути. Речовина, яку нагрівають, не повинна перевищувати третину об'єму пробірки. Користуватися пробірками потрібно обережно, дотримуючись правил безпеки під час роботи зі склом.

**Хімічні склянки** (об'ємом 50–100 і 250–500 мл) (рис. 11 б) використовують для розчинення речовин, збирання продуктів реакцій, проведення практичних робіт і демонстраційних дослідів. У них можна виконувати такі самі операції, як і в пробірках.

**Скляні трубки** (див. рис. 1) потрібні для з'єднання різноманітного посуду під час складання приладів. Вони бувають прямими й зігнутими, різних діаметрів, проте в шкільних умовах найчастіше використовують трубки з невеликими діаметрами та не дуже тонкими стінками.

**Скляні палички** (рис. 12) призначені для перемішування сухих речовин або розчинів.



**Рис. 12.** Скляні палички

*a**б***Рис. 13.** Скляний посуд:*a* — мірні циліндри;*б* — реторта

*Мірний циліндр* (рис. 13 *a*) застосовують для відмірювання потрібних об'ємів рідин. Чим менший об'єм мірного циліндра, тим більша його точність.

*Реторта* (рис. 13 *б*) — найдавніший вид скляного посуду, що використовується в хімічних експериментах. Дотепер у ній демонструють досліди, під час яких продукти випаровування мають конденсуватися.

*Промивалка* (рис. 14) — скляна (пластикові) посудина, закрита корком, у який уставлено скляну (пластикову) трубку, зігнуту й завужену на кінці. Призначена для промивання хімічного посуду під час виконання дослідів. У промивалку наливають дистильовану воду.

**Рис. 14.** Промивалки**Рис. 15.** Порцеляний посуд:*a* — чашка; *б* — ступка з товкачем;*в* — тигель



*Порцеляновий посуд* у лабораторних умовах використовують для нагрівання й прожарювання речовин і випаровування рідин. Найчастіше це *порцелянові чашки* (рис. 15 а) — термостійка посудина, виготовлена з порцеляни. Окрім чашок, користуються порцеляновими ступками, тиглями, трубками, паличками, трикутниками (рис. 15 б, в).

*Лійки конічні* (рис. 16) у лабораторних умовах застосовують для переливання рідин з посудини в посудину, а також під час фільтрування сумішей.

*Технічні терези* (рис. 17) — прилад для зважування твердих речовин, маса яких не перевищує 500 г. До терезів додається набір різноважок, за допомогою яких проводять зважування з точністю до 0,05 г.

*Штативи для пробірок* (див. рис. 11 а) можуть бути круглі або довгасті. Містять отвори для вставляння пробірок.

*Пробіркотримач* (рис. 18 а, с. 22) — пристрій для тримання пробірок або інших циліндричних посудин, що мають невеликі діаметри, під час нагрівання на відкритому полум'ї, демонстрування дослідів.

*Лабораторні щипці* (рис. 18 б) використовують для переміщення гарячого предмета або такого, що горить, а також для тримання гарячого предмета над полум'ям нагрівного приладу.

*Шпателі та ложки* (рис. 18 в, г) бувають металічні, дерев'яні й пластмасові. Застосовуються для діставання твердих реактивів з банок, у яких вони зберігаються.

*Ложка для спалювання речовин* (рис. 18 г). Сама назва говорить про її безпосереднє призначення.



**Рис. 16.** Лійки конічні



**Рис. 17.** Технічні терези

З будовою спиртівки, електронагрівача, лабораторного штатива та способами користування ними ви ознайомитеся під час практичної роботи. Наполегливо набувайте практичних умінь, вони потрібні кожній людині впродовж життя.



*Рис. 18. Пробіркотримач (а), щипці тигельні (б), шпателі (в), ложка для діставання реактивів (г), ложка для спалювання речовин (r)*



## Практична робота 1

**Правила безпеки під час роботи в хімічному кабінеті. Прийоми поводження з лабораторним посудом, штативом і нагрівними приладами. Будова полум'я**

### ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ В ХІМІЧНОМУ КАБІНЕТІ

1. Заходьте в хімічний кабінет (лабораторію) лише з дозволу вчителя. Будьте максимально зосередженими, щоб не розбити хімічний посуд або не перекинути видані для проведення досліджень реактиви.

2. Працюйте в хімічному кабінеті (лабораторії) у спецодязі (халаті, гумових рукавицях, захисних окулярах). Не беріть реактиви незахищеними руками. Використовуйте для цього ложки, шпателі або совочки.

3. Виконуйте тільки ті досліди, які пропонуються в завданнях, виданих вам учителем, чи погоджені з ним попередньо.

4. Насипайте або наливайте реактиви в пробірку над столом: сухі — над аркушем паперу, рідкі — над скляним



посудом. Розсипаний чи розлитий реактив не повертайте назад у посудину, з якої його взято.

**5.** Закріплюйте хімічний посуд у тримачах штатива обережно, обертаючи його навколо осі, поки не відчуєте невелике утруднення в обертанні.

**6.** Нагрівайте хімічні речовини тільки в тонкостінному скляному або порцеляновому посуді. Під час нагрівання рідин не заглядайте згори в посудину для запобігання травмам унаслідок розбризкування нагрітої рідини. Поступово обігрійте всю поверхню посудини, а потім місце, де міститься речовина.

**7.** Нагрівайте рідину в пробірці або колбі так, щоб отвір пробірки або шийка колби були спрямовані вбік від вас і тих, хто перебуває поряд. Посуд заповнюйте рідиною не більше ніж на третину об'єму. Не тримайте пробірку чи колбу руками, а закріплюйте в тримачі або лапці штатива так, щоб затискач містився біля отвору.

**8.** Нюхайте гази й запашні речовини обережно, не нахиляючись до посудини (за умови, якщо вони не отруйні).

**9.** Проводьте досліди, що супроводжуються виділенням шкідливих газів і пари, лише у витяжній шафі зі справною діючою вентиляцією.

**10.** Не допускайте змішування невідомих вам речовин, не пробуйте їх на смак і не нюхайте.

**11.** Наливайте рідину в пробірку так, щоб етикетка на банці була повернута до долоні, завдяки цьому вона збережеться тривалий час. Запобігайте стіканню крапель рідини по склу, щоб не пошкодити шкіру рук.

**12.** Працюйте обережно з кислотами й лугами, не допускайте попадання їх на шкіру чи одяг. У разі потрапляння на шкіру добре змийте проточною водою, а потім нейтралізуючими розчинами — розчином питної соди (для кислот) або розчином оцтової кислоти (для лугів).

**13.** Доливайте кислоти під час їх розчинення невеликими порціями у воду, а не навпаки, постійно перемішуючи розчин. Розчинення концентрованої кислоти у воді (особливо сульфатної) супроводжується сильним нагріванням і розбризкуванням рідини, що може призвести до опіків.

**14.** Користуйтеся нагрівними приладами, дотримуючись таких правил: не нахиляйтеся над полум'ям, не тримайте поблизу легкозаймисті речовини; під час спалахування або займання речовин одразу припиніть доступ повітря — накрийте предмет, що горить, ковпаком, засипте піском, застосуйте вогнегасник чи будь-який інший спосіб.

**15.** Проводьте хімічні досліди в тих умовах і порядку та з такою кількістю й концентрацією речовин, які зазначені в інструкції до проведення дослідів. Використовуйте лише призначені для цього прилади.

**16.** Збирайте відпрацьовані реактиви в спеціально призначений для цього посуд і зливайте їх у каналізацію лише після нейтралізації. Розлиті на стіл або підлогу розчини кислот і лугів нейтралізуйте заздалегідь підготовленими нейтралізуючими розчинами.

**17.** Прибирайте своє робоче місце після закінчення роботи, перевіряйте крани, ретельно мийте руки під проточною водою з милом.

**18.** Не їжте й не пийте в хімічному кабінеті (лабораторії), бо це може зашкодити вашому здоров'ю.

### **Поводження з лабораторним посудом**

**1.** Під час виконання лабораторних дослідів і практичних робіт використовуйте скляний або порцеляновий посуд без тріщин і щербин.

**2.** Нагрівання речовин (рідин) у пробірці проводьте, умонтувавши її в лапку штатива або тримача на 1 см від отвору. Прогрійте рівномірно всю поверхню пробірки, а потім — у місцеположенні речовини. Отвір пробірки або шийку колби під час нагрівання рідин спрямовуйте вбік від себе та тих, хто перебуває поряд. Виконавши дослід, охолодіть вміст пробірки (колби) і поставте її на спеціальну керамічну чи металеву підставку.

**3.** Перемішування рідин у пробірці або хімічній склянці здійснюйте коловими рухами скляної палички чи струшуванням вмісту пробірки або склянки горизонтальними рухами чи постукуванням пальцями по її нижній частині.



**Увага!** Категорично забороняється закривати пробірку пальцями під час струшування.

4. Під час виготовлення приладу зі скла підбирайте гумові або скляні трубки однакового діаметра, а їхні кінці змочуйте водою, гліцеролом або вазеліном. Уставляйте й виймайте корок з пробірки або колби обережно, щоб не надламати її та не пошкодити руки.

5. У разі небезпеки розривання колби обв'яжіть її рушником, а на демонстраційному столі вмонтуйте захисний екран з органічного скла.

6. Не збирайте уламки скла хімічного посуду незахищеними руками, користуйтеся для цього щіткою та совком.

Завдання 1. Серед виданого вам хімічного посуду виберіть: а) пробірки; б) склянки; в) колби; г) порцелянові тиглі, чашки й склянки; г) лійки; д) мірні циліндри. Поясніть їх застосування в лабораторії.

Завдання 2. Розгляньте видане вам лабораторне приладдя: трикутник, металеву сітку, різні види лапок і кілець для лабораторного штатива, штатив для пробірок, тримач для порцелянових тиглів, металеві ложки для спалювання речовин, скляні палички, шпатель, газовідвідні трубки, технічні терези, різноважки. Поясніть їх застосування.

### Поводження з лабораторним штативом

Завдання 3. Вивчіть будову лабораторного штатива (рис. 19) і виконайте такі дії:

1) укрутіть вісь (стрижень) у підставку, закріпіть дві-три муфти на стрижні штатива та спробуйте перемістити їх уверх-вниз;



**Рис. 19.** Будова лабораторного штатива:

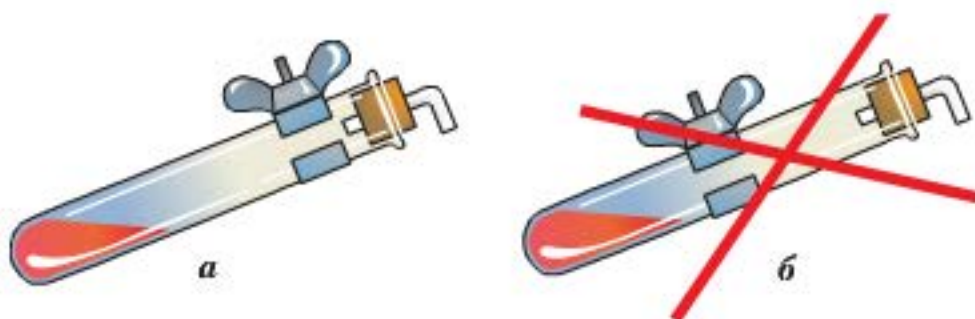
1 — вісь (стрижень);  
2 — лапка-тримач;  
3 — муфта; 4 — кільце;  
5 — підставка

2) укріпіть на одній муфті лапку-тримач, на другій — кільце;

3) закріпіть у лапці-тримачі пробірку так, щоб вона могла легко переміщатися, але не випадала з нього, розташувавши тримач на 1 см від отвору (рис. 20);

4) закріпіть у лапку штатива колбу так, щоб лапка вільно утримувала верхню частину шийки й під час виконання операції скло не тріснуло;

5) помістіть на кільце штатива сітку й поставте на неї склянку з рідиною. Те саме проробіть з порцеляною чашкою, використавши для цього кільце або, за малого розміру чашки, трикутник.



**Рис. 20.** Правильне (а) і неправильне (б) закріплення пробірки в лапці-тримачі штатива

### Поводження з нагрівними приладами

Пригадайте правила безпеки під час роботи з нагрівними приладами й дотримуйтеся їх.

### Робота зі спиртівкою

Завдання 4. Розгляньте будову спиртівки (рис. 21 а) і виконайте такі дії:

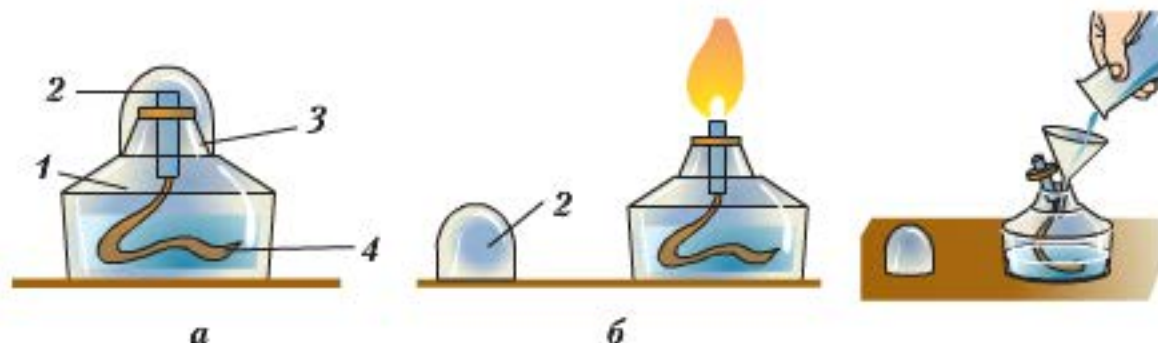
1) перевірте, чи спиртівка наповнена спиртом і має вмонтований гніт. Якщо ні, наповніть (рис. 22);

2) зніміть ковпачок, що вкриває гніт, і обережно піднесіть до гніта запалений сірник (рис. 21 б);

3) погасіть полум'я спиртівки, закривши гніт ковпачком.

**Увага!** Гасити спиртівку, дмухаючи на полум'я, категорично забороняється.





**Рис. 21.** Будова спиртівки:

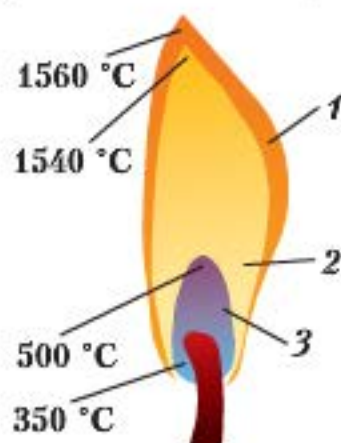
1 — резервуар; 2 — ковпачок; 3 — трубка з диском;  
4 — гніт

**Рис. 22.** Правильне заливання спирту в спиртівку

### Будова полум'я

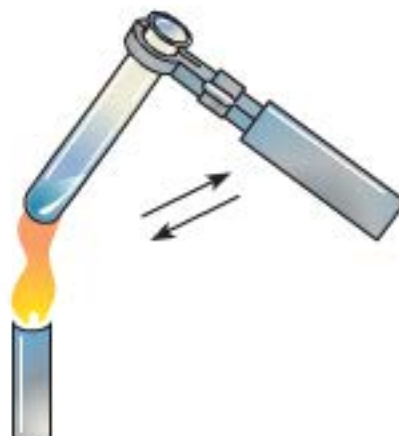
Завдання 5. Розгляньте уважно полум'я спиртівки. У ньому можна виокремити три різних за яскравістю конуси (рис. 23). Над гнітом добре виділяється темний конус. У цій частині полум'я найменш гаряче. Якщо внести сірник у цю частину полум'я, він загориться не одразу. Над темним конусом розташовується яскраве полум'я, а над ним — менш яскраве. У середньому конусі полум'я гарячіше, ніж у темному, проте найгарячішим воно є в зовнішньому конусі. Щоб переконатися в цьому, помістіть сірник у зовнішній конус полум'я.

Порівняйте перший і другий випадки загоряння сірника та зробіть висновок, де потрібно нагрівати речовини (рис. 24).



**Рис. 23.** Будова полум'я:

1 — зовнішній конус;  
2 — середній конус;  
3 — внутрішній конус



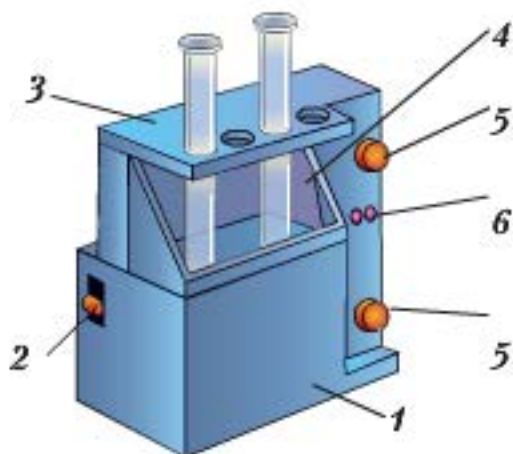
**Рис. 24.** Правильне нагрівання рідини зі струпуванням

### РОБОТА З ЕЛЕКТРОНАГРІВНИМ ПРИЛАДОМ

Завдання 6. Розгляньте будову електронагрівника лабораторного шкільного НЛШ (рис. 25) і виконайте такі дії:

- 1) перевірте, чи не пошкоджена ізоляція електропроводу нагрівника, і увімкніть його в мережу;
- 2) поверніть вимикач і переконайтеся, що прилад працює;
- 3) уставте в отвори електронагрівника пробірки з рідиною та нагрівайте до відповідної температури;
- 4) вимкніть електронагрівник після закінчення роботи.

**Увага!** Не допускайте забруднення спіралі нагрівника під час роботи з ним.



**Рис. 25.** Електронагрівник лабораторний шкільний НЛШ:

1 — основа; 2 — вимикач;  
3 — кришка; 4 — піддон;  
5 — розетки; 6 — отвори для фіксування кільця

### ХІМІЧНИЙ ПОСУД

Завдання 7. Перед вами — багато посуду, яким ви будете користуватися, виконуючи лабораторні досліди та практичні роботи. Для ознайомлення з ним виконайте такі дії:

- 1) візьміть у руки пробірку, правильно укріпіть її в лапці штатива;
- 2) знайдіть хімічну склянку, плоскодонну колбу, умонтуйте їх на кільці штатива;
- 3) правильно вмонтуйте порцеляновий тигель;
- 4) візьміть металевий або дерев'яний тримач, правильно вмонтуйте в нього пробірку;
- 5) виберіть приладдя, яке застосовують під час спалювання речовин.



Опрацюйте всі пункти запропонованої роботи. Намалюйте в робочому зошиті полум'я й позначте його будову. Складіть звіт про роботу та зробіть відповідні висновки.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- Хімічний кабінет школи — це приміщення, де зберігається все обладнання для проведення демонстраційних і лабораторних дослідів, практичних робіт.
- Працюючи з обладнанням і реактивами, необхідно їх знати, дотримуватися правил безпеки під час роботи й правильно себе поводити.
- Дотримання правил поведінки й безпеки виховує відповідальне ставлення до власного здоров'я, забезпечує успішність у навчанні.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Перелічіть, яких правил поведінки та безпеки ви дотримувалися під час роботи з хімічними речовинами.
2. Назвіть лабораторний посуд, яким ви користувалися під час роботи.
3. Назвіть обладнання, необхідне для організації роботи з лабораторним штативом.
4. Поясніть правила користування лабораторним штативом.
5. Запропонуйте заходи знешкодження кислоти чи лугу, якщо вони потрапляють на шкіру в побутових умовах.
6. Проаналізуйте необхідність дотримання правил поведінки та безпеки.



### ДОСЛІДЖУЄМО ВДОМА

1. Додайте до свіжозавареного чаю декілька крапель соку лимона. Що спостерігаєте?
2. Дослідіть, які зміни відбудуться з буряковим соком, якщо до нього додати декілька крапель оцту або лимонної кислоти.
3. Насипте на дно склянки невелику порцію харчової соди. Видавіть сік чверті лимона й додайте до соди. Що спостерігаєте?
4. Покладіть на дно склянки подрібнену яєчну шкаралупу й долийте 1–2 ложки оцту. Поясніть ваші дослідження. Опишіть явища, які ви спостерігали.

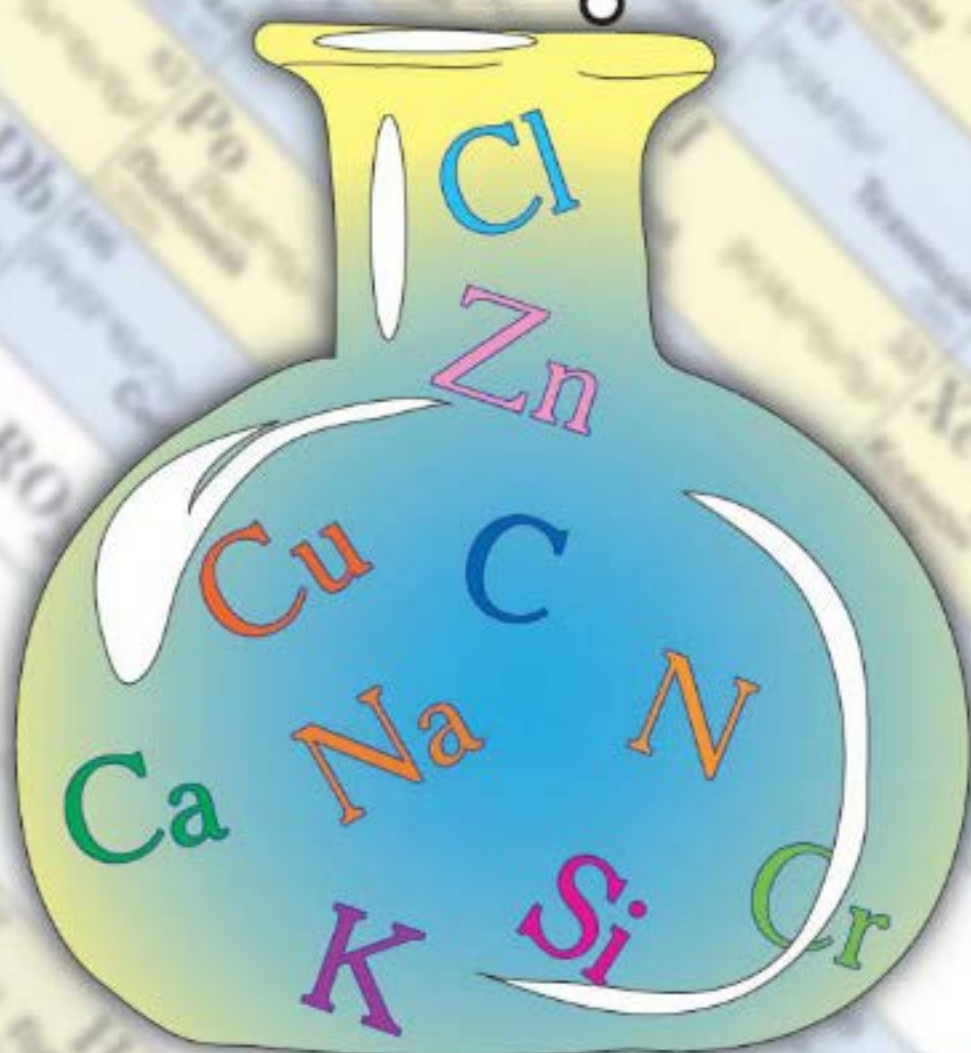
**ЦІКАВО ЗНАТИ**

- В організмі дорослої людини міститься Ферум у вигляді сполук масою до 4 г, з них у гемоглобіні — 75 %.
- Протези мітрального й аортального клапанів серця й кровоносних судин виготовляють із синтетичних речовин — фторопластів.
- Кофеїн, який збуджує серцеву діяльність, міститься в зернах кави й какао та листі чаю. Цю властивість використовують у медицині.
- Нікотин — основна діюча речовина тютюну, сильна отрута, що впливає на центральну нервову, дихальну та серцево-судинну системи, органи травлення.
- Кольорові речі не змінюють забарвлення, якщо під час прання до теплої води додати кухонну соль.
- Під час аварії на Чорнобильській АЕС у викидах радіоактивного пилу був Стронцій. За своїми властивостями він подібний до Кальцію, сполуки якого є основою кісток. Як активніший за Кальцій Стронцій має здатність заміщувати останнього в кістках, унаслідок чого вони стають крихкими, а в організмі нагромаджується джерело радіоактивного випромінювання.



# Тема 1

Початкові  
хімічні  
поняття



## § 4. Фізичні тіла. Матеріали. Речовини та їх фізичні властивості



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- розрізняти поняття «фізичні тіла», «матеріали», «речовини»;
- наводити приклади фізичних тіл, матеріалів, речовин;
- описувати явища, які спостерігали, фізичні властивості речовин;
- демонструвати здатність виявляти міжпредметні зв'язки за поняттями «фізичне тіло», «матеріал», «речовина» та взаємозв'язки між ними;
- оцінювати важливість знань про речовини, тіла й матеріали.



Пригадайте з курсу природознавства, що вам відомо про речовини.

**Речовини.** Ви вже знаєте, що тіла, які оточують нас і яких існує дуже багато, мають спільну ознаку. Вони складаються з речовин. Проте не з усіх речовин можна виготовити ту чи іншу річ (предмет, тіло). Наприклад, з оцтової кислоти не виготовляють фізичних тіл. Тому поняття «речовина» з року в рік під час вивчення предмета буде конкретизуватися.



**Речовина** — це те, що характеризується відповідною їй масою, властивостями та займає певний об'єм.



Назвіть речовини, які вам добре відомі. Для чого вони потрібні людині?

З речовин складаються **фізичні тіла (речі)**. Одна й та сама речовина може утворювати декілька фізичних тіл, які відрізняються формою, розмірами, призначенням. Наприклад, з речовини алюмінію виготовляють дріт для ліній електропередач, ложки, виделки, миски тощо для побутового вжитку, сплави для літакобудування; із поліетилену (пластмаси) — пляшки для мінеральної води та інших



рідин, ручки, пакувальні пакети, мішки, лінійки, підставки, коробки для розфасування продуктів тощо (рис. 26).



**Рис. 26.** Вироби з алюмінію (а) і поліетилену (б)

Речовини або їх суміші, що використовуються для виготовлення фізичних тіл, предметів ужиткового та виробничого характеру, називають *матеріалами*.

Між речовинами, фізичними тілами й матеріалами існують певні зв'язки. Без речовин не існує матеріалів, а матеріали, у свою чергу, є тим, із чого виготовляють фізичні тіла.



Наведіть приклади таких взаємозв'язків.

Алюміній, поліетилен — це чисті речовини. Вони складаються: перша — з атомів Алюмінію, друга — з молекул поліетилену. Кожна з цих речовин має сталі, характерні лише для неї властивості.



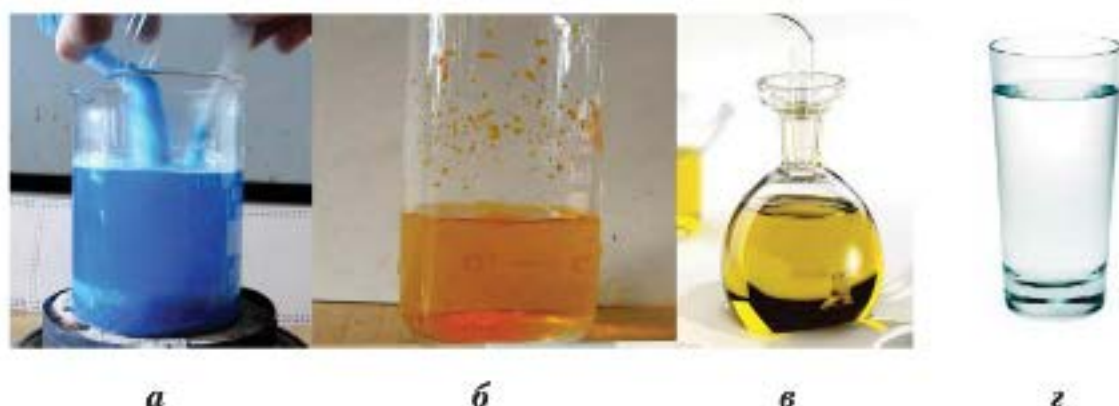
Пригадайте й назвіть декілька властивостей кухонної солі, цукру.

**Властивості речовин.** Під час відкриття тієї або іншої речовини, вивчення чи дослідження її властивостей можна з'ясувати, що кожна речовина виявляє якісь особливості. Вони надають речовинам індивідуальних ознак, завдяки чому їх можна відрізнити одну від одної. Ці особливості виявляються у фізичних і хімічних властивостях речовин.



**Властивості речовин** — це ознаки, що визначають відмінність однієї речовини від іншої або подібність між ними.

За якими ж ознаками можна охарактеризувати **фізичні властивості речовин**? Це колір, блиск, смак, запах, густина, температури кипіння та плавлення, тепло- й електропровідність, неелектропровідність, твердість, крихкість, пластичність. Так, кольором відрізняються розчини купрум(II) сульфату й амоній біхромату (рис. 27 а, б); різними за густиною є олія та вода (рис. 27 в, г).



**Рис. 27.** Речовини з різними фізичними властивостями

Розглянемо як приклад фізичні властивості золота — дорогоцінного металу, з якого виробляють ювелірні прикраси (рис. 28). Це тверда речовина яскраво-жовтого кольору, дуже м'яка, пластична й ковка. Вона є добрим провідником електричного струму. Температури плавлення й кипіння, густину можна дізнатися з довідкових таблиць.

Під час виявлення фізичних властивостей речовин зміни з їх структурними частинками не відбуваються. Наприклад, за нагрівання скляної трубки скло розм'якшується й форму трубки можна змінювати. Ця форма зберігається й після охолодження. Однак з частинками, які утворюють скло, жодних змін не відбувається.



**Рис. 28.** Вироби із золота



Відомо, що вода може перейти з рідкого стану в газуватий за температури  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в лід — за температури  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Проте структурною частинкою рідини, водяної пари й льоду є молекула води. Такі перетворення не вважають фізичними властивостями, тому що це стан, у якому перебуває речовина за певних умов. Отже, *агрегатний стан* — не фізична властивість.



**Хімічні властивості речовин** — це зміни, що відбуваються зі структурними частинками речовин, спричиняючи їх перетворення.

Ці властивості виявляються в процесі перетворення одних речовин на інші. Хімічні властивості значною мірою залежать від складу речовини (які атоми і в якій кількості входять до складу речовини). Їх ви будете вивчати згодом, коли детальніше ознайомитеся з речовинами та методами їх дослідження.

**Методи дослідження в хімії.** Як і кожна природнича наука, хімія має і використовує свої методи дослідження. Науковими методами дослідження хімії є *аналіз і синтез, науковий і навчальний експеримент*.

Щоб вивчити склад (якісний і кількісний) речовин, дізнатися про їх будову, застосовують **аналіз** — розклад до складових частинок. Наприклад, під дією електричного струму молекули води розкладаються на дві речовини — водень і кисень. Цим експериментом довели, що до складу молекули води входять атоми Гідрогену й Оксигену, і в такий спосіб виявили якісний склад молекули води. Кількісний склад встановлено теж експериментально. Об'єми газів, що виділяються від розкладання води, відносяться відповідно як  $2 : 1$ .

Щоб переконатися в правдивості добутих в експерименті даних аналізу, часто використовують метод **синтезу**. Воду можна синтезувати в лабораторних умовах, використавши спеціальний прилад: через суміш водню й кисню, узятих в об'ємних співвідношеннях  $2 : 1$ , пропускають електричну іскру. Суміш вибухає з утворенням нової речовини — води.

Отже, аналіз і синтез — два взаємопов'язані методи дослідження речовин.

Виняткову роль у хімії відіграє хімічний експеримент, який поділяють на **науковий** і **навчальний** (шкільний). Під **експериментом** розуміють вивчення явища, хімічної реакції в спеціально створених умовах. У процесі експерименту вчать порівнювати, зіставляти, аналізувати, робити висновки.

Особливе місце займає метод наукового пізнання — **спостереження**. Уміння, набуті шляхом спостереження й експериментальних досліджень (зокрема, зіставляти спостережуване з теоретичним обґрунтуванням, класифікувати речовини та явища, узагальнювати й систематизувати матеріал), належать до *загальнонаукових умінь* дослідження природи.

Оволодіння цими методами допоможе вам самостійно робити міні-відкриття в науці, правильно здійснювати пошук інформації, виявляти в ній головне.



## Лабораторний дослід 1

**Ознайомлення з фізичними властивостями речовин. Опис спостережень. Формулювання висновків**



Пригадайте правила безпеки під час роботи з речовинами.

Завдання 1. Вам видано речовини: натрій хлорид (кухонна сіль), цукор-пісок, вода, олія, сірка, залізо, крейда. Розгляньте їх і опишіть кожну за планом:

- 1) наявність кольору, блиску, запаху;
- 2) розчинна або нерозчинна у воді;
- 3) прозорість;
- 4) температура плавлення;
- 5) температура кипіння;
- 6) густина;
- 7) відомості про агрегатний стан за нормальних умов.



Щоб оволодіти вмінням користуватися довідковою літературою, знайдіть температури плавлення, кипіння, густину цих речовин. Дані запишіть у робочий зошит у вигляді таблиці.

Ознака	Речовина					
Колір						
Блиск						
Запах						
Розчинність у воді						
Прозорість						
Температура плавлення						
Температура кипіння						
Густина						
Агрегатний стан						

Завдання 2. Порівняйте, чим подібні між собою:  
а) сірка та крейда; б) кухонна сіль і цукор.

Завдання 3. Виявіть властивості, за якими відрізняються: а) вода й олія; б) порошки сірки й заліза.

Завдання 4. За якими характерними ознаками можна розпізнати: а) залізо; б) олію?

Завдання 5. Зробіть висновок щодо подібностей і відмінностей фізичних властивостей досліджених речовин.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Речовина** — це те, що характеризується відповідною їй масою, властивостями й займає певний об'єм. З речовин виготовляють матеріали й фізичні тіла.
- Речовини характеризуються властивостями, тобто ознаками, за якими одну речовину відрізняють від іншої. Кожна речовина має здатність виявляти фізичні й хімічні властивості.

- Під час виявлення фізичних властивостей будова речовини не змінюється.
- Дослідження властивостей речовин проводять за допомогою спостереження, аналізу, синтезу, хімічного експерименту.
- Знання властивостей речовин і вміння їх досліджувати мають практичне значення, зокрема в їх добуванні та застосуванні.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Наведіть приклади речовин, якими ви найчастіше користуєтеся в повсякденному житті.
2. Поясніть, як ви розумієте поняття «речовина», «фізичне тіло», «матеріал».
3. Перелічіть властивості, якими характеризують речовини.
4. Охарактеризуйте відомі вам фізичні властивості цукру (сахарози), кухонної солі (натрій хлориду), води та поясніть, для чого потрібно їх знати.
5. З наведеного переліку выпишіть окремо назви речовин, тіл і матеріалів: *вода, крига, чашка, цинк, цегла, кисень, цукор, скло, колба, склянка, грудочка цукру, алюміній, деревина, ложка, стіл*. Установіть між ними взаємозв'язки.
6. Повторіть з курсу природознавства відомі вам способи розділення сумішей.

## § 5. Чисті речовини й суміші. Способи розділення сумішей



### Опанувавши цю тему, ви зможете:

- *розрізняти* поняття «чисті речовини», «суміші речовин», а також реально існуючі чисті речовини та їх суміші;
- *наводити приклади* чистих речовин і їх сумішей;
- *уміти розділяти* суміші речовин різними способами;
- *самостійно проводити* досліди з розділення сумішей.



Пригадайте з курсу природознавства, що таке атоми, молекули.



Вам уже відомо, що кожна речовина складається з елементарних частинок — атомів і молекул. Чиста речовина містить частинки однакового складу, які відрізняються від частинок іншої речовини. Від того, які саме частинки входять до складу речовини, залежать її властивості. Розрізняють чисті речовини та їх суміші.



**Чисті речовини** — це ті, що складаються з частинок певного виду та мають сталі фізичні властивості.

Абсолютно чисті речовини в природі не зустрічаються. Учені їх добувають різними способами та вивчають їхні властивості для використання в технічних і виробничих умовах.



Назвіть суміші, якими ви користуєтеся в повсякденному житті. Подумайте й висловіть свої судження, чим відрізняються чисті речовини від їх сумішей.

**Суміші.** Як уже зазначалося, у природі здебільшого зустрічаються суміші речовин. Наприклад, гірські породи, нафта, газ, руди, вугілля, повітря, ґрунт, молоко. До складу сумішей можуть входити рідини, гази й тверді речовини.

Характерною особливістю сумішей є те, що в них кожна речовина зберігає свої індивідуальні властивості. Тому властивості сумішей визначаються сукупністю властивостей їх складових.

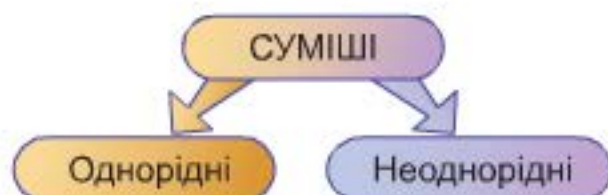
Утворюючи суміші, речовини змішуються в довільних кількостях. Розділити суміші на окремі речовини можна фізичними методами.



Пригадайте з курсу природознавства, як можна розділити суміш цукру із залізними ошурками. Назвіть уже відомі вам способи розділення сумішей.

За розміром частинок суміші поділяють на *однорідні й неоднорідні* (рис. 29).

Рис. 29. Класифікація сумішей



Однорідними сумішами є повітря, мінеральна вода, бензин, розчини цукру, солі, оцтової кислоти у воді (рис. 30). У них не можна виявити складових частинок речовин навіть за допомогою збільшувальних приладів.



Суміші, у яких частинки дуже дрібні й не можна виявити їх за допомогою мікроскопа, називають *однорідними*.

Суміші, у яких частинки речовини можна побачити неозброєним оком або за допомогою мікроскопа, називають *неоднорідними*.

Неоднорідними сумішами є молоко, яке розділяється під час відстоювання (рис. 31); граніт, у якому можна неозброєним оком виявити кварц, польовий шпат, слюду; суміш крейди з водою.



**Рис. 30.** Розчин купрум(II) сульфату у воді (однорідна суміш)



**Рис. 31.** Молоко (неоднорідна суміш)

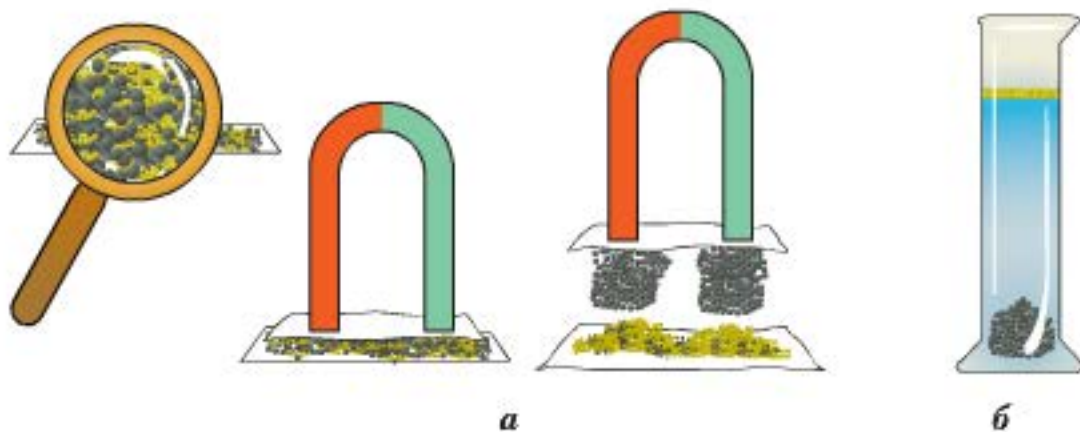


Охарактеризуйте відомі вам способи розділення сумішей: відстоювання, фільтрування, дія магніту, випаровування й кристалізація, дистиляція.

Розглянемо способи розділення сумішей детальніше.

**Відстоювання.** Таким способом розділяють тверді речовини, що не розчиняються у воді, або рідини, що відрізняються густиною. Наприклад, суміш залізних опішків із порошком сірки можна розділити двома способами: за допомогою магніту (рис. 32 а) або доливши води до суміші, що міститься в скляному циліндрі (рис. 32 б).





**Рис. 32.** Розділення неоднорідної суміші залізних опірок із порошком сірки



Поясніть самостійно, які властивості речовин використано для розділення зазначеної суміші відстоюванням.

Для розділення сумішей рідин, що характеризуються різними густинами, використовують ділильну лійку. Суміш рідин — олії та води — наливають у ділильну лійку. Після відстоювання суміш розділяється на два шари: знизу збирається рідина з більшою густиною, зверху — з меншою. Відкривають кран, і рідина, що зібралася знизу, стікає. У лійці залишається та, що має меншу густину.



Поясніть, котра з рідин — олія чи вода — збереться у верхньому шарі.

**Фільтрування.** Цей спосіб використовують для розділення сумішей розчинних і нерозчинних у воді речовин. Наприклад, суміші крохмалю з глюкозою або кухонної солі з піском. Якщо до такої суміші долити води, то одна речовина розчиниться, а інша — ні. Під час фільтрування розчинна речовина просочується крізь фільтр, а нерозчинна осідає на його поверхні. Розчин, що збирається в склянці (рис. 33 а, с. 42), називають *фільтратом*. Фільтром можуть бути фільтрувальний (промокальний) папір, вата, щільна тканина, шар піску чи ґрунту. На водоочисних станціях, де очищають великі об'єми води, найчастіше використовують товстий шар чистого піску.

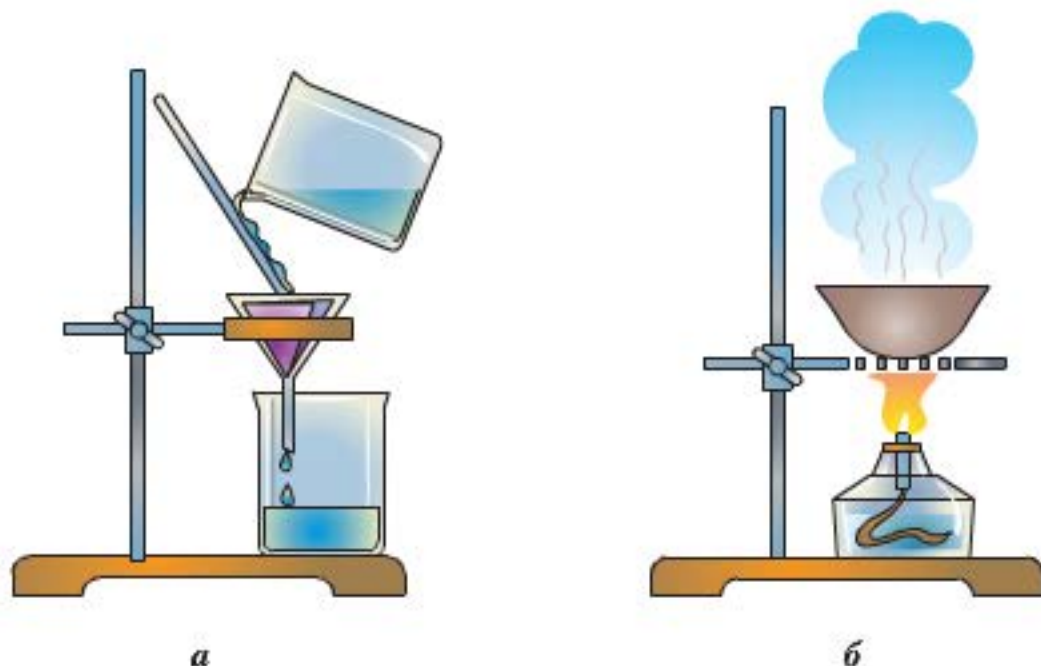


Поясніть, які із зазначених в описі речовин є розчинними й містяться у фільтраті.

**Випаровування.** Скориставшись отриманим від фільтрування фільтратом, з розчину можна виділити розчинену речовину способом випаровування. Для цього фільтрат поміщають у порцелянову чашку й нагрівають до кипіння (рис. 33 б). Під час кипіння вода випаровується, а розчинена речовина залишається на дні чашки. За неповного випарювання води утворюється концентрований розчин, який, охолоджуючись, кристалізується.

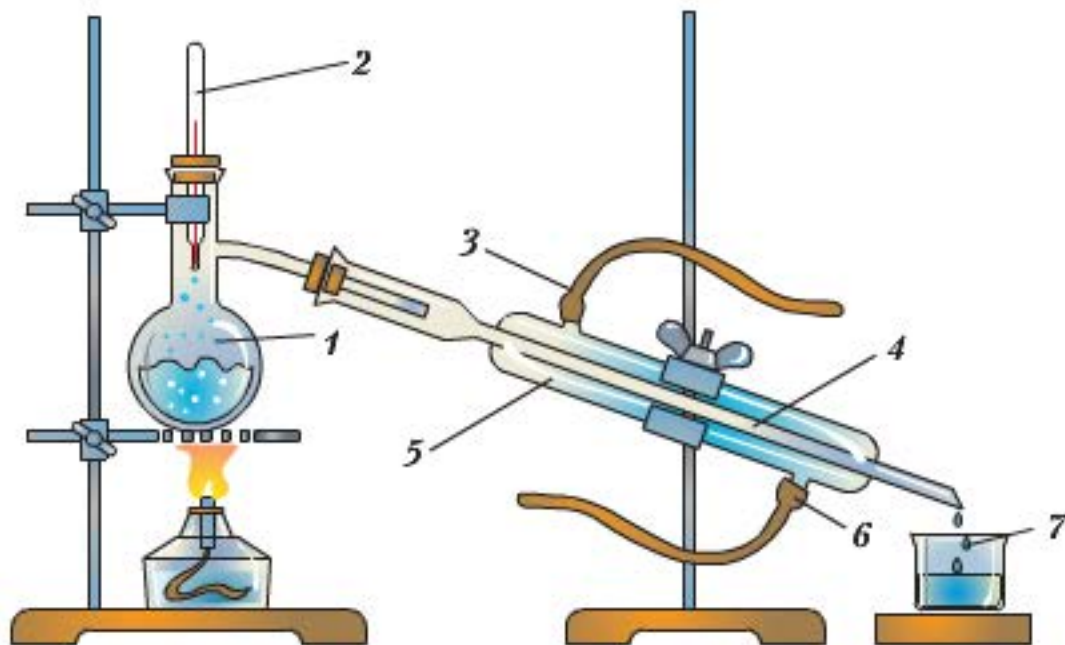
Отже, для повного розділення суміші крохмалю з глюкозою або кухонної солі з піском необхідно використати послідовно два способи розділення сумішей: відстоювання та випаровування з подальшою кристалізацією.

**Дистиляція.** Цим способом розділяють рідини, що розчинені одна в одній, наприклад розчин спирту у воді. Спосіб ґрунтується на використанні різних температур їх кипіння. Суміш наливають у колбу та нагрівають до температури кипіння (рис. 34). Спирт переходить у пару за температури



**Рис. 33.** Способи розділення сумішей:  
*a* — фільтрування; *б* — випаровування





**Рис. 34.** Прилад для дистиляції:

1 — колба; 2 — термометр; 3 — вихід нагрітої води; 4 — внутрішня трубка холодильника; 5 — холодильник; 6 — подавання холодної води; 7 — склянка-збірник

78 °С, що можна визначити за допомогою вставленого в колбу термометра. Пара надходить у внутрішню трубку холодильника, конденсується й збирається в приймачі. Дистиляцію ще називають *перегонкою*. Цей спосіб має велике промислове значення.



Визначте за довідником температуру кипіння оцтової кислоти й поясніть, чи можна виділити її в чистому вигляді.

У курсі природознавства ви вже ознайомилися зі способом очищення забрудненої кухонної солі. Під час випаровування фільтрату набули вмінь розділяти однорідні суміші. Вивчаючи курс хімії, ви навчитесь розділяти неоднорідні суміші. Для них характерно те, що частинки речовин, які утворюють цю суміш, є значно більшими та проявляють різні фізичні властивості. Використовуючи знання про фізичні властивості їхніх компонентів, пропонуємо виконати практичну роботу. Під час її виконання ви застосуєте різні способи розділення неоднорідних сумішей та набудете відповідних практичних навичок.



## Практична робота 2

### Розділення неоднорідної суміші



Пригадайте правила безпеки під час роботи з речовинами.

**Завдання.** Для проведення практичної роботи можна взяти такі неоднорідні суміші: а) залізні ошурки, натрій хлорид, подрібнене деревне вугілля; б) цукор, порошок магнію, тирса; в) мідні ошурки, пісок, натрій хлорид; г) порошок міді, цукор, подрібнене деревне вугілля.

Сформулюйте мету, опишіть обладнання та складіть план виконання дослідів.

Дії з дослідження та спостереження запишіть у зошит у вигляді таблиці.

Суміш, № досліду	Послідов- ність дій	Спостере- ження	Висновок

Зробіть висновок про те, яких практичних умінь ви набули та яке їх значення.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- Існують чисті речовини й суміші речовин. У природі в чистому вигляді речовини майже не зустрічаються.
- Чисті речовини — це ті, що складаються з частинок певного виду й мають сталі фізичні властивості.
- У сумішах речовини зберігають свої властивості, тому кожен з них із сумішей можна виокремити. Суміші поділяють на однорідні й неоднорідні.
- Для розділення сумішей використовують такі способи: для неоднорідних сумішей — відстоювання, фільтрування, дію магнітом; для однорідних сумішей — випаровування, кристалізацію, дистиляцію.



**ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ**

1. Назвіть суміші, що найчастіше трапляються в повсякденному житті, виходячи з власного досвіду.
2. Сформулюйте ваше розуміння чистих речовин і сумішей.
3. Наведіть приклади чистих речовин і їх сумішей, обґрунтуйте практичне значення.
4. Охарактеризуйте способи розділення сумішей: а) однорідних; б) неоднорідних.
5. Поясніть, як розділити такі суміші: а) олія та вода; б) порошки заліза й сірки; в) вода та спирт; г) порошки заліза й магнію; ґ) порошки заліза, міді та сірки; д) пісок, цукор і порошок заліза.
6. Обґрунтуйте й оцініть значення сумішей у житті людини та для вас особисто.
7. Доведіть важливість чистих речовин.

## § 6. Атом, його склад. Хімічні елементи, їхні назви та символи

**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- розрізняти поняття «атом», «молекула», «хімічний елемент»;
- знати й називати символи не менш як 20 хімічних елементів;
- наводити приклади й записувати символи елементів;
- знати склад атома;
- ідентифікувати назви елементів за їхніми символами й записувати символи за назвами;
- оцінювати значення відкриття атома та його складу для подальшого розвитку хімії.

**Атом, його склад.** Внутрішня будова речовин цікавила вчених за всіх часів. Ще філософи Стародавньої Греції Левкіпп, Демокріт і Арістотель висловлювали припущення щодо існування атомів — найдрібніших частинок речовини — та різних їх комбінацій. Пошуки, спрямовані на розкриття будови речовини, провадилися з V ст. до н. е.

«У темряві повинні перебувати фізики і, особливо, хіміки, не знаючи внутрішньої будови частинок», — писав у XVIII ст. російський учений М. Ломоносов.



**Арістотель** (384–322 до н. е.) — давньогрецький філософ, учений-енциклопедист. У науці його вважають «батьком» науки про чотири стихії (елементи). Усе, що оточує людину, побудовано з матерії, а відмінність між речами полягає в різній кількості тепла, холоду, сухості й вологості. Він висловив припущення про перетворення одних тіл на інші, що й започаткувало виникнення алхімічного періоду в розвитку хімічної науки.



**Демокріт Абдерський** (460–370 до н. е.) — давньогрецький філософ, учений, один із засновників атомістичного вчення. Він уважав, що виникають і зникають лише певні сполуки атомів (речі й світи), але не їхня першооснова — атоми.

Сучасні уявлення про будову атомів і хімічні елементи сформувалися на основі відкриттів у галузі фізики, що були зроблені в першій половині XX ст.

Термін «атом» у перекладі з грецької мови означає «неподільний».



Подумайте й поясніть, чи відповідає така назва сучасним уявленням про цю структурну частинку речовини.

Нині наукою доведено, що атом — теж складне утворення. До його складу входять ще дрібніші частинки: *протони*, *нейтрони* та *електрони*. Протони й нейтрони утворюють **ядро атома**.

**Протони** мають позитивний заряд  $+1$  і масу  $1,673 \cdot 10^{-24}$  г. Для зручності оперування такими числами вчені використовують так звані відносні маси. Зокрема відносна маса протона



дорівнює 1. На письмі протони позначають так:  ${}^1_1p$ , де верхній індекс показує відносну масу, а нижній — заряд.

**Нейтрони** — незаряджені частинки (електронейтральні) з майже такою самою масою ( $1,675 \cdot 10^{-24}$  г), як і протони, їх позначають  ${}^1_0n$ .

Навколо ядра атома рухаються **електрони**, що характеризуються найменшим негативним зарядом  $-1$  і дуже малою масою (майже у 2 000 разів менша, ніж маси протона й нейтрона).

Протони, що містяться в ядрі атома, надають йому позитивного заряду, тому й заряд ядра визначають за загальним числом протонів.

Кількість електронів, що рухаються навколо ядра атома, завжди така сама, як і кількість протонів. Завдяки цьому атом є **електронейтральною** (незарядженою) **частинкою**.



**Атом** — найдрібніша електронейтральна частинка речовини, яка складається з позитивно зарядженого **ядра** та негативно заряджених **електронів**, що рухаються навколо нього.

У ядрі атома зосереджується вся його **маса**, що чисельно дорівнює сумі протонів і нейтронів. Приклад будови атома Нітрогену показано на рисунку 35.

Існує обмежена кількість атомів, відкритих і вивчених хімічною наукою. Вони утворюють 118 хімічних елементів,

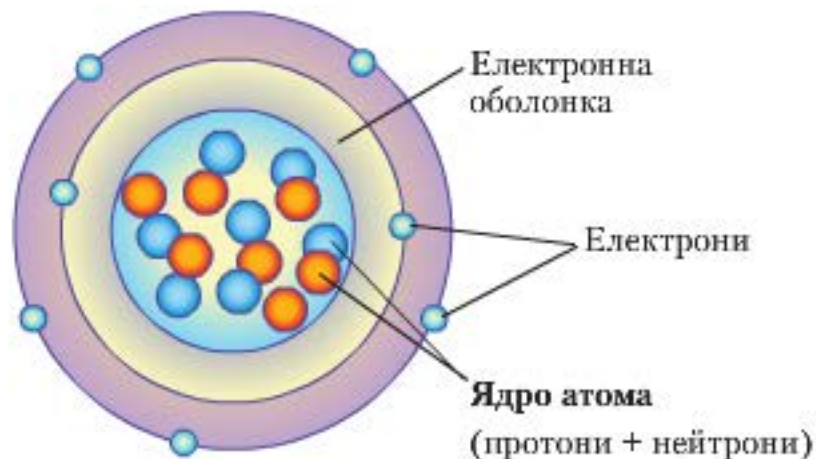


Рис. 35. Модель будови атома Нітрогену

об'єднаних у таблицю, — Періодичну систему хімічних елементів Д. Менделєєва. Більшість із них (92 елементи) виявлені в природі, інші — штучно добуті під час ядерних реакцій.

**ХІМІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ.** Поняття «елемент» означає «складова частинка речовини». На початку ХІХ ст. існування атомів підтвердив учений Дж. Дальтон. Йому ж належить термін «хімічний елемент».



**Дальтон Джон** (1766–1844) — англійський фізик і хімік. Виявив, що всі елементи складаються з атомів, а атоми утворюють молекули. На основі цього він пояснив закон сталості складу речовин. У 1803 р. запропонував першу таблицю відносних атомних мас елементів.

Займався визначенням складу повітря на різних висотах від землі, досить близько підійшов до пояснення явища дифузії.

Хімічні елементи мають назви, що склалися історично, залежно від їх походження та властивостей. Сучасні назви хімічних елементів походять від їх латинських назв і є власними, а тому пишуться з великої літери. Наприклад: Гідроген, Оксиген, Карбон, Купрум, Ферум. Для зручності користування ними на письмі відомий учений Є. Берцеліус запропонував символи хімічних елементів, що складаються з перших літер їх латинських назв (однієї або двох). Наприклад: Оксиген — О, Ферум — Fe.



**Берцеліус Єнс Якоб** (1779–1848) — шведський хімік, який розробив символи хімічних елементів і складання формул. Цей спосіб став міжнародною мовою хіміків. Учений написав декілька праць з теоретичних питань будови матерії та пояснення перебігу хімічних



реакцій. Відкрив три елементи — Селен, Церій, Цирконій. Уперше висунув теорію взаємодії між атомами в хімічних сполуках, увів поняття «каталіз». Запропонував користуватися фільтрувальним папером і гумовими трубками під час експерименту.

Назви найпоширеніших хімічних елементів, символи та їх вимову наведено в *таблиці 1*.

Таблиця 1

Назви та символи хімічних елементів

Назва хімічного елемента	Хімічний символ	Вимова символу	Відносна атомна маса
1. Алюміній	Al	алюміній	27
2. Аргентум	Ag	аргентум	108
3. Аурум	Au	аурум	128
4. Барій	Ba	барій	137
5. Бор	B	бор	11
6. Бром	Br	бром	80
7. Гідроген	H	аш	1
8. Йод	I	йод	127
9. Калій	K	калій	39
10. Кальцій	Ca	кальцій	40
11. Карбон	C	це	12
12. Купрум	Cu	купрум	64
13. Магній	Mg	магній	24
14. Манган	Mn	манган	54
15. Меркурій	Hg	гідраргірум	201
16. Натрій	Na	натрій	23
17. Нітроген	N	ен	14
18. Оксиген	O	о	16
19. Плюмбум	Pb	плюмбум	207

20. Силіцій	Si	силіцій	14
21. Сульфур	S	ес	32
22. Станум	Sn	станум	118
23. Ферум	Fe	ферум	56
24. Флуор	F	флуор	19
25. Фосфор	P	пе	31
26. Хлор	Cl	хлор	35,5
27. Цинк	Zn	цинк	65

Як бачимо, не всі елементи мають однакову назву й вимову символу. Тому для читання назв хімічних елементів необхідно вивчити й знати вимову хімічного символу.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- Складовими частинками речовини є атоми, молекули.
- **Атом** — електронейтральна частинка речовини, яка складається з позитивно зарядженого ядра та негативно заряджених електронів, що рухаються навколо нього.
- Ядро атома складається з протонів, які характеризуються масою й зарядом, і нейтронів, що мають масу, але є електронейтральними.
- Кількість електронів, що рухаються навколо ядра атома, дорівнює кількості протонів, що містяться в ядрі.
- **Хімічний елемент** — вид атомів з певним зарядом ядра. Кожний хімічний елемент позначається відповідним йому символом. Користування символікою дає змогу творити мову науки.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Назвіть структурні частинки речовини.
2. Поясніть, як ви розумієте поняття «атом», «хімічний елемент». Сформулюйте визначення.
3. Охарактеризуйте частинки, які входять до складу ядра атома, і поясніть, чому атом є електронейтральним.
4. Продикуйте один одному назви хімічних елементів і запишіть їх символи. Прочитайте їх. Вивчіть назви найпоширеніших хімічних елементів, їхні символи та вимову напам'ять.

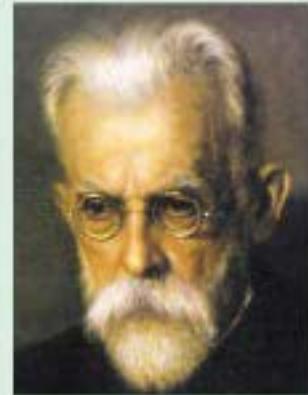


5. Поміркуйте, яку цінність для вас особисто мають знання про хімічні елементи й уміння користуватися їхніми символами.



## ЦІКАВО ЗНАТИ

**Вернадський Володимир Іванович** (1863–1945) — український учений. Вивчав хімічний склад земної кори, атмосфери, гідросфери, міграції хімічних елементів у земній корі. Ця теорія з'ясувала причини окремих місцевих захворювань людини й тварин. Хвороби були зумовлені недостатнім умістом у воді та рослинах життєво необхідних елементів: Кальцію, Магнію, Йоду, Купруму, Бору тощо. Зокрема нестача мікроелемента Йоду в організмі людини спричинює важкі хвороби щитоподібної залози людини, об'єднані загальною назвою «йододифіцитні захворювання».



Основоположник учення про біо- й ноосферу. Здійснив наукові дослідження радіоактивних елементів. Засновник і перший президент Академії наук УРСР, член Наукового товариства імені Шевченка у Львові, почесний академік декількох зарубіжних академій. Творець науки біогеохімії, засновник вітчизняної школи геохіміків, історик, філософ, натураліст.

## § 7. Відносні атомні маси хімічних елементів



### Опанувавши цю тему, ви зможете:

- *розуміти* кількісну характеристику атома;
- *розрізняти* поняття «відносна атомна маса» і «маса атома»;
- *знати* одиницю, щодо якої обчислюють відносні атомні маси елементів, а також першу класифікацію елементів на металічні й неметалічні;
- *уміти знаходити* значення відносних атомних мас елементів за періодичною системою;

- *набувати здатності* користуватися довідковими джерелами інформації;
- *оцінювати* важливість знань про хімічні елементи й маси атомів.

Реальне існування атомів нашо́вхнуло Дж. Дальтона на думку про **масу атома** хімічного елемента. Дослідженнями вченого було встановлено, що маси атомів дуже малі. Наприклад, маса атома Гідрогену становить  $1,66 \cdot 10^{-24}$  г або  $1,66 \cdot 10^{-27}$  кг, а Оксигену —  $2,67 \cdot 10^{-23}$  г або  $2,67 \cdot 10^{-26}$  кг. Запам'ятати такі числа надзвичайно важко, а користуватися ними під час обчислень дуже незручно. Через це на початку ХІХ ст. вчений запропонував увести еталон порівняння маси, тобто одиницю, відносно якої можна розглядати абсолютні атомні маси. Такою одиницею було взято *атомну одиницю маси* (скорочено *а. о. м.*). На той час це була маса найлегшого атома — Гідрогену. Нині атомною одиницею маси вважають  $1/12$  маси атома Карбону, зокрема його різновидності, що відповідає масі 12. Це означає, що йдеться про атом Карбону, який у ядрі містить 6 протонів і 6 нейтронів.



**Атомна одиниця маси** — це  $1/12$  маси Карбону, що чисельно дорівнює масі атома Гідрогену  $1,66 \cdot 10^{-24}$  г.

Якщо поділити значення мас атомів елементів на чисельне значення атомної одиниці маси, то отримаємо невеликі цілі числа, які відповідають *відносній атомній масі* цього елемента. Відносну атомну масу скорочено позначають  $A_r$ , читається *а-ер*, де  $A$  означає «атомна», а  $r$  — «відносна», від латинського слова *relativus*.

Наприклад, обчислимо відносні атомні маси Гідрогену й Флуору:

$$A_r(\text{H}) = \frac{1,660\,57 \cdot 10^{-24} \text{ г}}{1,660\,57 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = 1;$$

$$A_r(\text{F}) = \frac{3,154\,81 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{1,660\,57 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = 18,9984 \approx 19.$$





**Відносна атомна маса** — це число, яке показує, у скільки разів маса атома відповідного елемента більша від  $1/12$  маси атома Карбону:

$$A_r(E) = \frac{m_a(E)}{1/12 m_a(C)}.$$

Оскільки відносна атомна маса є відношенням реальної маси атома елемента до обраного еталона, то вона — безрозмірна величина.

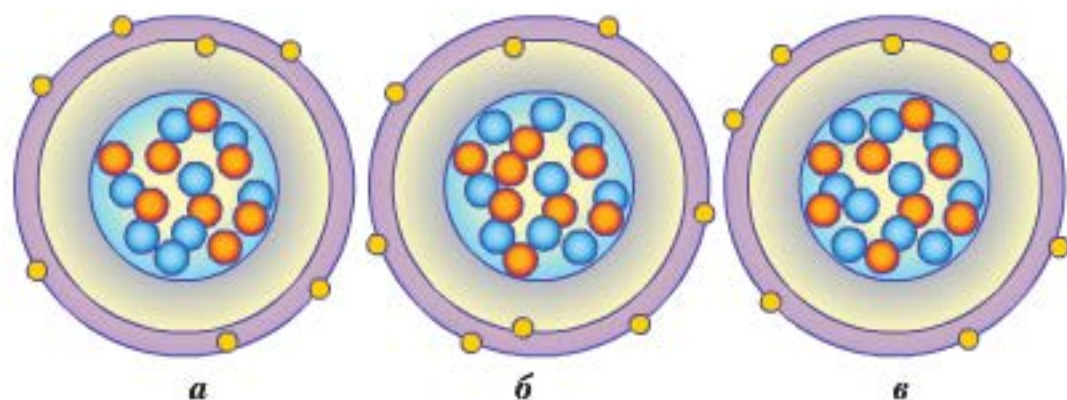


Знайдіть у періодичній системі хімічних елементів відносні атомні маси Натрію, Карбону, Силіцію, Цинку, Алюмінію, Хлору й назвіть їх. Що особливе ви помітили в цих числах?

Відносні атомні маси всіх хімічних елементів обчислені та внесені в періодичну систему. Найчастіше це дробові числа. Для хімічних розрахунків використовують округлені їх значення (див. табл. 1).

Відносні атомні маси є середнім значенням усіх ізотопів (різновидностей атомів) цього елемента. Наприклад, в Оксигену є 3 ізотопи, ядра яких містять однакове число протонів, але різну кількість нейтронів (рис. 36).

Більшість атомів Оксигену, які трапляються в природі, мають відносну масу 16. Тому й відносна атомна маса елемента, наближена до цього значення, становить 15,999. Як і в Оксигену, відносні атомні маси інших елементів



**Рис. 36.** Моделі ізотопів Оксигену з масою:

**а** — 16 (8 протонів і 8 нейтронів); **б** — 17 (8 протонів і 9 нейтронів);  
**в** — 18 (8 протонів і 10 нейтронів)

унесені в періодичну систему хімічних елементів як числа, переважно заокруглені до тисячних часток одиниці.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- Атоми хімічних елементів характеризуються певними масами. Абсолютні маси атомів є дуже малими, тому для зручності користування введено поняття «відносна атомна маса».
- **Відносна атомна маса** — величина безрозмірна. Чисельно вона дорівнює відношенню маси атома відповідного елемента до  $1/12$  маси атома Карбону.
- За атомну одиницю маси взято  $1/12$  маси атома Карбону. Це величина, що становить  $1,66 \cdot 10^{-24}$  г або  $1,66 \cdot 10^{-27}$  кг і позначається а. о. м.
- Відносні атомні маси хімічних елементів унесено в таблицю «Періодична система хімічних елементів».



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Назвіть поняття, якими можна користуватися для кількісної характеристики атомів хімічних елементів.
2. Поясніть, яку одиницю в хімії називають атомною одиницею маси (а. о. м.).
3. Охарактеризуйте поняття «абсолютна атомна маса» і «відносна атомна маса». Чим вони відрізняються?
4. Напишіть математичний вираз відносної атомної маси, дайте пояснення.
5. Обчисліть відносну атомну масу Карбону, якщо абсолютна атомна маса становить  $19,93 \cdot 10^{-24}$  г.
6. Оцініть важливість знань про хімічні елементи.



### ЦІКАВО ЗНАТИ

Надмірний уміст чи нестача багатьох хімічних елементів в організмі людини викликають патологічні зміни у функціях окремих органів.

Елементи в складі сполук мають здатність нагромаджуватися в різних органах: Хром, Аргентум, Молібден — у мозку; Манган, Калій — у серці; Аурум — у жіночому волоссі; Цинк — у зубах тощо.

За нестачі Феруму порушується робота імунної системи й концентрація уваги, випадає волосся, виникають депре-



сивні явища. Без нього неможливе функціонування кровоносної системи. Ферум необхідний не тільки людині, а й рослинним і тваринним організмам.

## § 8. Періодична система хімічних елементів Д. Менделєєва.

### Структура періодичної системи



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *знати* структуру періодичної системи, розташування металічних і неметалічних елементів у періодичній системі;
- *користуватися* системою хімічних елементів як довідковою таблицею;
- *уміти визначати* відносні атомні маси хімічних елементів, порядок розташування елементів у періодичній системі;
- *набувати здатності* застосовувати довідкові джерела інформації.

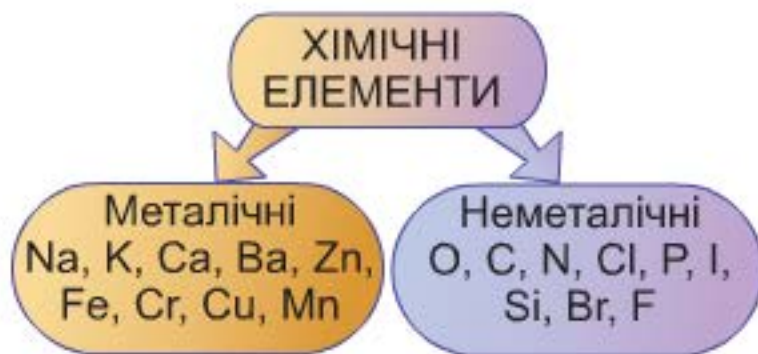


**Пригадайте, що називають хімічним елементом.**

Хімічній науці нині відомо 118 хімічних елементів. Вивчити й запам'ятати кожний елемент досить складно. Тому навіть тоді, коли хімічних елементів було відомо значно менше, учені вже працювали над створенням їх класифікації.

**Класифікація хімічних елементів.** Перший поділ елементів було здійснено з урахуванням фізичних властивостей простих речовин, утворених цими елементами. Так було виокремлено дві групи елементів — *металічні й неметалічні* (рис. 37).

До металічних елементів були віднесені Натрій, Калій, Кальцій, Барій, Манган, Ферум, Хром та ін. Ці елементи утворюють відповідні метали.



**Рис 37.** Класифікація хімічних елементів

Як неметалічні елементи класифікували Гідроген, Карбон, Сульфур, Силіцій, Фосфор, Хлор, Бром, Оксиген, Нітроген. Ці елементи утворюють речовини-неметали.

Метали й неметали різняться фізичними властивостями.

Однак з'ясувалося, що ця класифікація є неточною. Серед елементів і речовин, утворених ними, трапляються й такі, що поєднують у собі металічні й неметалічні властивості. Наприклад, неметали вуглець і силіцій мають металічний блиск, йод — електропровідний, а металічні елементи Цинк і Алюміній проявляють подвійні властивості у своїх сполуках.

Отже, така класифікація елементів виявилася недосконалою. Це наптовхнуло вчених на подальші пошуки.

**СТРУКТУРА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ.** У 1869 р. учений Д. Менделєєв представив таблицю класифікації хімічних елементів, яка пізніше дістала назву *Періодична система хімічних елементів Д. Менделєєва*.



**Менделєєв Дмитро Іванович** (1834–1907) — російський учений, відомий як творець періодичного закону. Вивчаючи нафту та її походження, Д. Менделєєв подав ідею підземної газифікації вугілля, розробив склад і спосіб виробництва бездимного пороху. Опираючись на періодичний закон, учений передбачив існування



ще не відкритих хімічних елементів, описав їхні фізичні й хімічні властивості. Як професор і керівник кафедри, був добрим лектором і великим другом студентської молоді.

Щоб зрозуміти, чому таблицю назвали системою, з'ясуємо, що ж таке **система**. У перекладі з грецької — «ціле, що складається з частин». Проте система існує тоді, коли між її частинами виявлено взаємозв'язки, які надають їй певних нових якостей як цілості.

Найпоширенішими стали два варіанти періодичної системи: короткий і довгий. Для вивчення курсу хімії в основній школі частіше використовують короткий варіант (див. *форзац 1*).

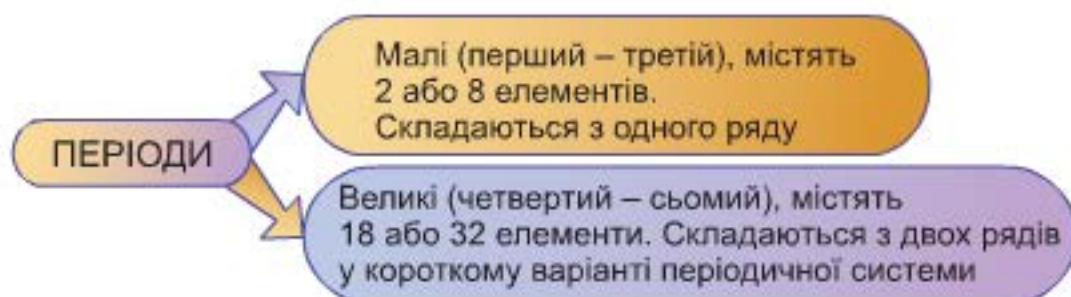
Розглянемо таблицю та навчимося користуватися нею як довідковою. Усі елементи в періодичній системі Д. Менделєєв пронумерував. Номер, що його отримав кожний з хімічних елементів, називають *порядковим номером*.

Кожний елемент розміщено в окремій клітинці періодичної системи. Клітинки хімічних елементів об'єднано в періоди й групи. Така структура періодичної системи утворилась, коли ряд елементів, розташованих у порядку збільшення їх відносних атомних мас, Д. Менделєєв поділив на коротші ряди, що починалися найхарактернішим металічним (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) і завершувалися неметалічним (F, Cl, Br, I, At) елементами. Дослідивши властивості цих елементів і їх речовин, він виявив, що зі зростанням порядкових номерів у них спостерігається плавна зміна металічних властивостей на неметалічні. Після відкриття інертних елементів (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) їх було розміщено в кінці кожного ряду. Так сформувалися горизонтальні ряди — *періоди*.



**Періоди** — це горизонтальні ряди хімічних елементів, розташованих за зростанням їх порядкових номерів, що починаються металічними й закінчуються інертними елементами.

Періодична система складається із семи періодів, які містять неоднакову кількість елементів: перший період — 2, другий і третій — по 8, четвертий і п'ятий — по 18, шостий — 32, сьомий період містить 26 елементів і є незавершеним. Найкоротший — перший період, що складається лише з Гідрогену Н і Гелію Не. За кількістю елементів у періоді їх поділяють на *малі* (перший — третій) і *великі* (четвертий — сьомий) (рис. 38).



**Рис. 38.** Класифікація періодів

У кожному періоді, незалежно від того, малий він чи великий, спостерігається одна й та сама закономірність: *зі зростанням порядкових номерів елементів їх металічні властивості послаблюються, а неметалічні посилюються*. Тому, скориставшись таблицею, за розташуванням елементів у періодах можна визначити, який це елемент — металічний чи неметалічний.

Унаслідок розташування періодів один під одним утворилося 8 груп (у короткому варіанті). Кожна з них поділяється на *головну й побічну підгрупи*.

У короткому варіанті напис символів елементів головної підгрупи зміщують в один бік, а побічної — в інший (рис. 39). Як бачимо, головна підгрупа містить елементи малих (другого й третього) і великих (четвертого — сьомого) періодів. До головних підгруп входять металічні й неметалічні елементи.

Побічні підгрупи складаються з металічних елементів великих періодів.

Особливу будову має VIII група. Її головна підгрупа — це *інертні елементи*, а побічна складається з трьох тріад:



Періоди	Ряди	Групи елементів	
		I	II
2	2	Li	Be
3	3	Na	Mg
4	4	K	Ca
	5	Cu	Zn
5	6	Rb	Sr
	7	Ag	Cd
6	8	Cs	Ba
	9	Au	Hg
7	10	Fr	Ra

Малі періоди

Великі періоди

Головна підгрупа

Побічна підгрупа

**Рис. 39.** Розташування елементів головних і побічних підгруп

Ферум Fe, Кобальт Co, Нікель Ni; Рутеній Ru, Родій Rh, Паладій Pd; Осмій Os, Іридій Ir, Платина Pt. Вони характеризуються подібністю властивостей, тому їх об'єднують у *природні родини*.



**Групи** — це вертикальні стовпці хімічних елементів.

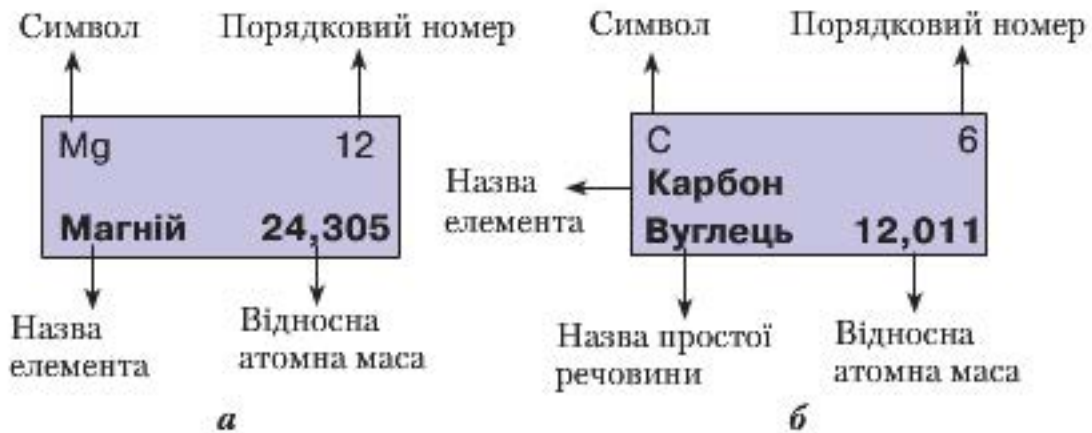
У групах теж існують закономірності. Зокрема у головних підгрупах зі зростанням *порядкових номерів (зверху донизу)* посилюються металічні й послаблюються неметалічні властивості елементів.

Розміщення елементів за періодами та групами полегшує їх вивчення. Знаючи будову та властивості атома одного з хімічних елементів, можна передбачувати будову та властивості атомів інших, що входять до складу цієї групи чи підгрупи.

Якщо в таблиці класифікації хімічних елементів Д. Менделєєва провести умовну діагональ від Бору до Астату, то зліва й знизу від неї будуть розташовані тільки металічні елементи, справа та вгорі від діагоналі в головних підгрупах — неметалічні елементи, а в побічних — металічні.

Яку ж інформацію ми можемо отримати з кожної клітинки періодичної системи? Насамперед вона містить *символ* хімічного елемента та *його назву, порядковий номер*, що має зовсім інший зміст після відкриття будови атома, значення *відносної атомної маси* (рис. 40 а).

Якщо назви хімічного елемента та простої речовини не збігаються, то вказується ще й назва простої речовини (рис. 40 б).



**Рис 40.** Відомості про елемент у кожній клітинці періодичної системи

**ЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ.** Створення періодичної системи вагомо вплинуло на подальший розвиток усіх природничих наук: хімії, фізики, біології, геології. У хімії, на початку її вивчення, періодична система слугує довідковою таблицею, за якою ви можете з'ясувати:

- символ, назви хімічного елемента і його простої речовини;
- відносну атомну масу потрібного вам елемента;
- кількість протонів у ядрі атома елемента за його порядковим номером;
- кількість нейтронів у ядрі атома елемента, якщо від числового значення відносної атомної маси віднімете числове значення порядкового номера.

З рештою інформації, яку можна дізнатися з періодичної системи, ви поступово ознайомитеся під час вивчення цієї науки.





## ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- Таблиця класифікації хімічних елементів складається з *періодів*, яких є сім: три малих і чотири великих, і *груп*, яких нараховується вісім. Групи поділяються на головні й побічні підгрупи.
- **Періоди** — горизонтальні рядки, у яких із зростанням відносних атомних мас елементів спостерігається зміна металічних властивостей на неметалічні. Починаються вони металічними елементами й закінчуються інертними.
- **Групи** — вертикальні стовпці хімічних елементів. У групах розташовані подібні за властивостями хімічні елементи.
- Окрема клітинка періодичної системи містить такі відомості: символ і назву хімічного елемента, назву простої речовини, відносну атомну масу, порядковий номер.
- **Періодична система** — це основа розвитку хімії та інших природничих наук. Уміле користування нею розкриває глибинну суть явищ і процесів, що відбуваються у світі.



## ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Назвіть: а) металічні елементи другого–четвертого періодів, їх порядкові номери; б) неметалічні елементи V–VIII груп, їх порядкові номери в періодичній системі.
2. Охарактеризуйте поняття «період», «група», «підгрупа».
3. Укажіть періоди, у яких розташовані елементи з порядковими номерами: а) 13, 14, 15, 16; б) 19, 20, 21, 22. Назвіть ці елементи.
4. Прочитайте символи та вкажіть, у якому випадку назви елементів не збігаються з назвами їх простих речовин: а) Na, Mg, Al; б) C, N, O; в) Zn, Ga, Ge; г) K, Ca, Sc.
5. Напишіть назви елементів, їхні відносні атомні маси й назви простих речовин за порядковими номерами: 4, 6, 8, 16, 29, 30, 32, 47.
6. Визначте й напишіть порядкові номери елементів з відносними атомними масами: 14, 24, 27, 52, 56, 64, 80, 127.
7. Оцініть логіку побудови та значущість періодичної системи.



## ЦІКАВО ЗНАТИ

- Гемоглобін крові, який надає їй червоного кольору, і хлорофіл, що надає зеленого забарвлення листкам рослин, дуже близькі за хімічним складом. Відмінність полягає в

тому, що гемоглобін містить елемент Ферум, а хлорофіл — Магній.

- Наявність елементів Калію, Нітрогену, Фосфору впливає на врожайність ґрунтів.

## § 9. Прості та складні речовини



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- розрізняти поняття «проста речовина» і «складна речовина», формули простих і складних речовин;
- розуміти поняття «хімічна сполука»;
- наводити приклади простих і складних речовин;
- описувати прості й складні речовини, відомі вам з повсякденного вжитку;
- висловлювати судження про багатоманітність речовин.

Більшість атомів хімічних елементів мають здатність сполучатися один з одним або з атомами інших хімічних елементів. Унаслідок цього утворюються **хімічні сполуки**. Незалежно від складу їх структурних частинок і прості, і складні речовини є хімічними сполуками, бо між ними виникають хімічні зв'язки.

Ви вже ознайомилися з будовою атомів хімічних елементів. Речовини, складовими яких є атоми, називають **атомними**.

Однак серед усього розмаїття хімічних сполук існують і молекулярні речовини. Складовою частинкою їх є молекули.



**Молекули** — це найдрібніші частинки речовини, що зберігають її хімічні властивості.

Молекулу вважають межею подільності речовини. Якщо вона руйнується, то руйнується й речовина. Характерною особливістю молекул є безперервний рух.



Пригадайте з курсу природознавства, яке явище називається дифузією.



Кожна молекула складається з певної кількості атомів одного й того самого або різних хімічних елементів.



Пригадайте з курсу природознавства, як поділяють речовини за складом і походженням.

Які речовини називають: а) простими; б) складними?

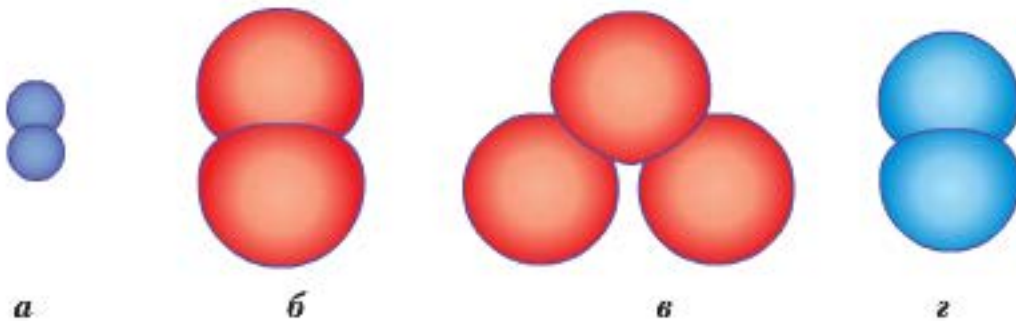
Наведіть декілька прикладів простих і складних речовин, якими ви найчастіше користуєтеся в побуті.



**Прості речовини** — це речовини, утворені одним хімічним елементом.

Наприклад, прості речовини водень, кисень, азот утворені відповідно хімічними елементами Гідроґеном, Оксигеном, Нітроґеном. До складу їх молекул входять по два сполучені між собою атоми цих елементів (рис. 41 а, б, в).

Елемент Оксиген за певних умов утворює ще одну просту речовину — озон, молекула якого містить три атоми (рис. 41 г).



**Рис. 41.** Моделі молекул простих речовин:

*а* — водню; *б* — кисню; *в* — озону; *г* — азоту



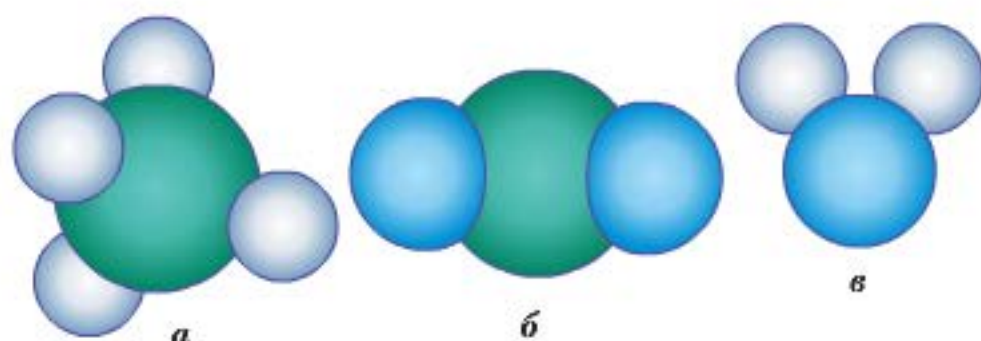
**Складні речовини** — це речовини, утворені двома або більше хімічними елементами.

До складних речовин належать: вода, цукор, мило, кухонна сіль, крейда, метан (складова природного газу), вуглекислий газ. Речовини, що входять до складу клітин живих організмів (білки, жири й вуглеводи), є складними й містять переважно атоми Карбону, Оксигену, Гідроґену, Нітроґену, Сульфуру, Фосфору та мають молекулярну будову.



Пригадайте, як довести, що вода є складною речовиною. Які методи дослідження використовували вчені, щоб визначити склад води?

На *рисунку 42* зображено моделі молекул метану, вуглекислого газу й води. Молекула метану складається з одного атома Карбону й чотирьох атомів Гідрогену, молекула вуглекислого газу — з одного атома Карбону та двох атомів Оксигену, молекула води — з одного атома Оксигену та двох атомів Гідрогену.



**Рис. 42.** Моделі молекул складних речовин:

*a* — метану; *б* — вуглекислого газу; *в* — води

Отже, залежно від складу, речовини класифікують на прості та складні. Схему класифікації речовин зображено на *рисунку 43*.



**Рис. 43.** Класифікація речовин

**Прості речовини: метали й неметали.** Прості речовини поділяють на дві групи. Металічні елементи утворюють метали, неметалічні — неметали. Їх розрізняють за фізичними властивостями.





Пригадайте, з якими фізичними властивостями речовин ви вже ознайомилися. Назвіть їх.

Звернемося до *демонстрацій* і розглянемо зразки простих речовин металів і неметалів. З металів найпоширенішими в техніці, різних галузях виробництва, побуті є залізо, цинк, алюміній, мідь, срібло, золото; з неметалів у лабораторії наявні сірка, вуглець, червоний фосфор, бром, йод.



Зверніть увагу на агрегатний стан металів і неметалів. Чому, на вашу думку, бром зберігають у запаяних ампулах?

За основу поділу простих речовин на метали й неметали взято їх фізичні властивості (*табл. 2*).

Таблиця 2

### Фізичні властивості простих речовин

Метали	Неметали
Металічний блиск	Не мають металічного блиску
Електропровідні	Неелектропровідні
Теплопровідні	Нетеплопровідні
Високі температури плавлення	Низькі температури плавлення
Пластичні, ковкі	Крихкі
Нелеткі	Леткі Деякі з них мають характерний запах

**Неметали** — це речовини, що здебільшого складаються з молекул. Молекули багатьох з них двоатомні. Однак зустрічаються й багатоатомні молекули: уже згадуваний озон, кристалічна сірка — містить вісім атомів Сульфуру, білий фосфор — чотири атоми цього елемента. У простих речовинах, утворених елементом Карбоном, атоми сполучаються в певному порядку, не утворюючи молекул.

**Метали** складаються з атомів відповідних елементів. Назви металів часто збігаються з назвами металічних елементів, що їх утворюють. Наприклад, речовини алюміній, цинк, нікель, хром, магній утворені відповідними хімічними

елементами. Однак речовина мідь складається з атомів елемента Купруму, срібло — Аргентуму, золото — Ауруму, ртуть — Меркурію, залізо — Феруму. У неметалів назви елементів і простих речовин збігаються для незначної кількості речовин (табл. 3).

Таблиця 3

### Назви хімічних елементів і простих речовин

Металічні		Неметалічні	
Хімічний елемент	Проста речовина	Хімічний елемент	Проста речовина
Алюміній	алюміній	Арсен	арсен
Аргентум	срібло	Бром	бром
Аурум	золото	Гідроген	водень
Купрум	мідь	Йод	йод
Магній	магній	Карбон	вуглець
Манган	манган	Нітроген	азот
Меркурій	ртуть	Оксиген	кисень
Платина	платина	Силіцій	силіцій
Плюмбум	свинець	Сульфур	сірка
Станум	олово	Флуор	фтор
Ферум	залізо	Фосфор	фосфор
Хром	хром	Хлор	хлор



## Лабораторний дослід 2

### Ознайомлення зі зразками простих і складних речовин

Завдання 1. Розгляньте уважно речовини, видані вам у банках. Прочитайте написи на етикетках:  $\text{H}_2\text{O}$  (вода), S (сірка), P (фосфор), Mg (магній), NaOH (натрій гідроксид), C (вуглець),  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (ферум(II, III) оксид), Fe (залізо), ZnO (цинк оксид),  $\text{CaCO}_3$  (кальцій карбонат), Al (алюміній), Zn (цинк), CaO (кальцій оксид),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (натрій карбонат).



Розподіліть ці речовини на дві групи: прості й складні. Прості речовини класифікуйте на метали й неметали.

Завдання 2. Опишіть: а) чим відрізняються за складом прості й складні речовини; б) за якими ознаками ви здійснили класифікацію.

Завдання 3. Опишіть фізичні властивості речовин на основі ваших спостережень.

Виконавши завдання, запишіть дані в робочий зошит у вигляді таблиці. У кінці роботи сформулюйте висновки.

Прості речовини	Опис властивостей за спостереженнями	Складні речовини	Опис властивостей за спостереженнями
Метали			
Неметали			

**БАГАТОМАНІТНІСТЬ РЕЧОВИН.** Багатоманітність речовин пояснюється здатністю атомів елементів сполучатися між собою. Залежно від того, які атоми, у якій кількості та як сполучаються, утворюється багато простих і складних речовин (рис. 44).



а



б

**Рис. 44.** Проста речовина сірка (а) і складна речовина аметист (б)

Простих речовин існує трохи більше, ніж хімічних елементів, — 400, бо, як ви вже знаєте, один і той же елемент (Оксиген, Карбон, Фосфор, Сульфур) може утворювати дві або більше речовин.

Складних речовин відомо набагато більше (майже 20 млн). Це вода, до складу молекули якої входять Гідроген і Оксиген, вуглекислий газ — Карбон і Оксиген, кухонна сіль — Натрій і Хлор. До складу названих речовин входять лише по два елементи — це бінарні сполуки. Проте значна кількість речовин складається з трьох і більше елементів. Так, до складу глюкози входять три елементи: Карбон, Гідроген і Оксиген, а питна сода містить чотири елементи: Натрій, Гідроген, Карбон і Оксиген.

До складних належать усі органічні речовини. Крім того, існує ціла індустрія з добування синтетичних і штучних сполук, які мають величезне виробниче й побутове призначення.



Пригадайте з курсу природознавства, які речовини називають неорганічними, а які — органічними. Наведіть приклади неорганічних і органічних сполук.

За нормальних умов (температура 0 °С, тиск 101,3 кПа) речовини перебувають у трьох агрегатних станах: рідкому (вода, олія, спирт), твердому (цинк, залізо, сірка, фосфор, вуглець, мідь) і газуватому (водень, кисень, озон, азот, вуглекислий газ, інертні газ).



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- Речовини поділяють на прості й складні.
- Складні речовини утворюються з двох і більше хімічних елементів. Їх значно більше, ніж простих.
- Кожна проста й складна речовина характеризується певними властивостями, тобто ознаками, за якими можна виявити їх подібність і відмінність.
- Складні речовини бувають органічного й неорганічного походження.
- Багатоманітність речовин пояснюється здатністю атомів елементів сполучатися між собою.



**ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ**

1. Поясніть, що означають поняття «молекула», «проста речовина», «складна речовина», «хімічна сполука».
2. Наведіть приклади: а) простих і складних речовин; б) органічних і неорганічних речовин.
3. Обґрунтуйте, чи є ідентичними поняття «хімічна сполука» і «суміш речовин».
4. Охарактеризуйте фізичні властивості: а) цукру; б) води; в) олії.
5. Обґрунтуйте, чому складних речовин більше, ніж простих.
6. Висловіть власне судження про важливість речовин для життя та здоров'я людини.

**ЦІКАВО ЗНАТИ**

Англійський хімік **Г. Деві** вперше виділив у вільному стані, методом електролізу, метали натрій, калій, кальцій, стронцій, барій, магній. Ці роботи започаткували виготовлення сильних ламп для рефлекторів, маяків і т. ін. Згодом учений створив безпечну шахтарську лампу, яка використовувалася в усьому світі, поки не була замінена лампочкою з акумулятором.



**Склодовська-Кюрі Марія** (1867–1934) — французький фізик і хімік, педагог, громадський діяч. Наука завдячує їй відкриттям і дослідженням двох радіоактивних елементів — Полонію та Радію. Відкриття елемента Радію започаткувало метод лікування ним раку шкіри. За свою працю була нагороджена двома Нобелівськими преміями, які пожертвувала на будівництво санаторію в м. Закопане та Радіологічного інституту в м. Варшаві (Польща).

**§ 10. Хімічні формули речовин****Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- розуміти поняття «хімічна мова», «хімічна формула», «індекс», «коефіцієнт»;
- описувати якісний і кількісний склад речовини за її формулою;

- *уміти складати й записувати* формули речовин за їх якісним і кількісним складом;
- *оцінювати* значущість хімічної формули для вираження складу речовини.



Пригадайте, які речовини називають простими. Що таке складні речовини?

Вам уже відомо, що речовини складаються зі структурних частинок: атомів і молекул, що атоми хімічних елементів мають здатність сполучатися між собою з утворенням простих і складних речовин.



Наведіть приклади речовин, молекули яких складаються: а) з двох атомів; б) з трьох атомів.

Як записати склад молекули, користуючись **хімічною мовою**, тобто мовою символів, формул, понять, назв?

Склад речовини визначається тим, атоми яких елементів і в якій кількості входять до її структурної частинки, і на письмі позначається *хімічною формулою*.

Складання формул здійснюється за допомогою символів хімічних елементів. Вони ж визначають якісний склад речовини. Кількість атомів того чи іншого хімічного елемента в складі сполуки позначають *індексами* — числами, які проставляють внизу праворуч від символу. Наприклад, молекула простої речовини кисню складається з двох атомів Оксигену, тому її склад записується  $O_2$ , читається *о-два*; молекула озону складається з трьох атомів Оксигену, тому її склад записується  $O_3$  (*о-три*). Запис  $O_2$  є хімічною формулою кисню,  $O_3$  — озону.

Прості речовини, що складаються з атомів, позначають символом хімічного елемента. Наприклад, елемент Карбон утворює прості речовини графіт і алмаз, які позначаються символом С, як і сам елемент. Для металічних елементів символи Ca, K, Zn, Mg, Fe, Cr, Al умовно вважають позначенням їхнього складу.

Більшість речовин у природі є складними. Наприклад, молекула води, що складається з двох атомів Гідрогену та



одного атома Оксигену, має хімічну формулу  $\text{H}_2\text{O}$  (індекс 1 не пишеться і не читається), яка читається *аш-два-о*; молекула метану, що складається з одного атома Карбону й чотирьох атомів Гідрогену, має хімічну формулу  $\text{CH}_4$  (*це-аш-чотири*).

До складу молекули сахарози (цукру) входять 12 атомів Карбону, 22 атоми Гідрогену й 11 атомів Оксигену, тому формула цього солодкого продукту —  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , читається так: *це-дванадцять-аш-двадцять-два-о-одинадцять* (рис. 45).

В атомних сполуках формули вказують на співвідношення атомів елементів у кристалі. Найпростіша формула кальцій карбонату  $\text{CaCO}_3$  вказує на те, що співвідношення атомів Ca, C і O становить 1 : 1 : 3. Тому вчені Київського національного університету імені Т. Шевченка запропонували термін «формульна одиниця». Звідси *те, що зображено хімічною формулою, називають загальною назвою — формульна одиниця*.



**Рис. 45.** Хімічна формула сахарози (цукру)



**Хімічна формула** — це умовний запис складу речовини за допомогою символів та індексів.

Хімічна формула характеризує **якісний** (вказує, які елементи входять до її складу) і **кількісний склад** речовини, зокрема:

а) *число атомів кожного елемента*. У формулі вони позначаються індексами;

б) *співвідношення атомів у сполуках*. Наприклад, у молекулі метану  $\text{CH}_4$  один атом Карбону сполучений з чотирма атомами Гідрогену, тобто співвідношення атомів становить 1 : 4;

в) *масові співвідношення елементів у складі речовини*. Простежимо це знову на молекулі метану. Відносна атомна маса Карбону — 12, Гідрогену — 1. Загальна маса атомів Гідрогену — 4. Тому на 12 масових частин Карбону припа-

дає 4 масові частини Гідрогену, тобто масове співвідношення становить 3 : 1;

г) *відносну молекулярну масу речовини* та інші характеристики, які ви будете згодом вивчати й цим самим поглиблювати свої знання про хімічні сполуки.

Для позначення певної кількості частинок використовують *коефіцієнти*.



**Коефіцієнт** — це число, яке записується перед формулою або хімічним символом і позначає кількість окремих молекул або атомів.

Наприклад,  $5\text{CO}_2$ ,  $2\text{Cu}$ ,  $3\text{Al}(\text{OH})_3$ . Тут числа 5, 2, 3 — коефіцієнти. Читаються записи так: *п'ять-це-о-два* (означає п'ять молекул вуглекислого газу); *два-купрум* (два атоми Купруму); *три-алюміній-о-аш-тричі*.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Хімічна формула** — умовний запис складу речовини за допомогою символів та індексів.
- **Індекс** — число, що вказує на кількість атомів або груп атомів у хімічній сполуці.
- Для позначення числа окремих атомів і молекул використовують **коефіцієнти** — цілі числа, що проставляються перед формулою.
- Запис складу речовини за допомогою хімічної формули — це короткий вираз її якісного та кількісного складу.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Прочитайте хімічні формули:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{S}_8$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ .
2. Напишіть формули речовин, до складу молекул яких входять: а) чотири атоми Фосфору; б) один атом Сульфуру й три атоми Оксигену; в) три атоми Гідрогену, один атом Фосфору й чотири атоми Оксигену; г) два атоми Карбону, шість атомів Гідрогену та один атом Оксигену.



3. Поясніть, що означають записи:  $8\text{O}_2$ ,  $5\text{O}_3$ ,  $4\text{H}_2\text{O}$ ,  $7\text{Ba}$ ,  $2\text{N}_2\text{O}_3$  (нітроген(III) оксид),  $6\text{H}_2\text{SO}_4$  (сульфатна кислота).
4. Уставте пропущені слова, щоб вираз став завершеним.  
Найдрібніша частинка речовини, яка зберігає її ... , називається ... .  
Хімічна формула — умовний запис складу ... за допомогою ... та ... .  
До складу речовин входять ... , ... .  
Число атомів у складі ... показує ... .  
Коефіцієнт — це ..., яке записується ... формулою або ... і позначає на кількість окремих ... або ... .
5. Поясніть, чим відрізняються позначення: а) S і  $\text{SO}_2$ ; б) P і  $\text{P}_4$ .
6. Висловіть власну думку про важливість використання хімічних формул.

## § 11. Валентність хімічних елементів



### Опанувавши цю тему, ви зможете:

- *розуміти* поняття «валентність»;
- *застосовувати* знання про хімічні формули;
- *визначати* валентність елементів за формулами бінарних сполук і *складати* їх формули, користуючись математичним поняттям «найменше спільне кратне»;
- *формулювати здатність* виявляти й застосовувати міжпредметні зв'язки.

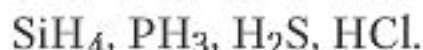
**Валентність.** Ви, мабуть, звернули увагу на те, що до складу молекул речовин входить визначена кількість атомів. Це означає, що існує певна закономірність їх сполучення між собою.

Що ж утримує атоми між собою в простих і складних речовинах? Наукою з'ясовано, що між атомами виникають «сили притягання», які називають *валентністю* (від латин. *valentia* — сила).



**Валентність** — це властивість атомів сполучатися з певним числом таких самих або інших атомів.

Звернемося до прикладів. Напишемо ряд сполук неметалічних елементів третього періоду з Гідрогеном. Їх формули такі:



Як бачимо, найбільше число атомів Гідрогену приєднав атом Силіцію, а в елементів, розташованих праворуч від нього, число їх зменшується відповідно від трьох до одного на проміжку від Фосфору до Хлору.

Для кількісної характеристики валентності за одиницю взято валентність атома Гідрогену. Отже, *валентність неметалічних елементів у сполуках з Гідрогеном визначається за числом атомів Гідрогену в сполуці.*



Самостійно визначте валентність елементів у сполуках:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HF}$ .

Елементи можуть виявляти кілька значень валентності, найвища з яких визначається за місцем елемента в періодичній системі, зокрема за номером групи, у якій він розташований.



Максимальна, або **стала**, валентність елемента найчастіше відповідає номеру групи, у якій розташований цей елемент.

Більшість елементів проявляють змінну валентність. У цьому випадку потрібно користуватися правилом:



**Значення валентності неметалічного елемента з Гідрогеном або з металічним елементом становить 8 мінус номер групи, у якій розташований елемент.**

Наприклад, потрібно визначити валентність Фосфору за Гідрогеном. Оскільки Фосфор є елементом V групи, то виконуємо дію:  $8 - 5 = 3$ . Отже, Фосфор — тривалентний, а формула сполуки —  $\text{PH}_3$ .

За хімічною формулою води неважко обчислити валентність Оксигену, він двовалентний. Таку саму валентність він проявляє в усіх сполуках.



Щоб полегшити визначення валентності елементів, унизу таблиці, після сьомого періоду, розташований ряд із загальними формулами сполук елементів з Оксигеном під назвою «вищі оксиди», де Е — відповідний елемент тієї чи іншої групи.

Крім того, у наступному ряді наведено загальні формули летких сполук неметалічних елементів з Гідроеном. Підставивши відповідний символ замість літери «Е» (елемента), отримаємо формулу сполуки.



Пригадайте, які відомі вам характеристики елементів ви можете отримати з періодичної системи.

Ви переконалися наочно в тому, що періодична система хімічних елементів виконує ще одну функцію. Вона слугує довідковою таблицею для визначення валентності. Уміле користування нею сформує здатність правильно відбирати інформацію про властивості речовин і вміння використовувати її для складання хімічних формул.

Чи існують відхилення від вищенаведених правил?

Очевидно, що існують, адже багато елементів утворюють по декілька сполук з іншими елементами, тобто проявляють *змінну валентність* (мають по декілька значень валентності). Це металічні елементи Купрум, Ферум, Хром, Манган і неметалічні — Фосфор, Сульфур, Хлор та ін. (табл. 4).

Таблиця 4

### Валентність хімічних елементів і приклади сполук

Валентності	Символи хімічних елементів із змінною валентністю		Приклади формул сполук	
	Металічні	Неметалічні	Металічних елементів	Неметалічних елементів
I, II	Cu	—	Cu <sub>2</sub> O, CuO	—
II, III	Fe, Co, Ni	—	CoO, Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—
II, IV	Sn, Pb, Ge	C, Si	SnO, SnO <sub>2</sub>	CO, CO <sub>2</sub>
III, V	V	P	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PH <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

Валент- ності	Символи хімічних елементів із змінною валентністю		Приклади формул сполук	
	Металічні	Неметалічні	Металічних елементів	Неметалічних елементів
II, III, VI	Cr, Mo	—	CrO, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CrO <sub>3</sub>	—
II, IV, VI	—	S, Se	—	H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub>
II, III, IV, VI, VII	Mn	—	MnO, Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MnO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub> , KMnO <sub>4</sub>	—
I, III, V, VII	—	Cl, Br, I	—	HCl, HClO <sub>2</sub> , KClO <sub>3</sub> , Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>

**Складання формул бінарних сполук за валентністю елементів.** Бінарними сполуками називають сполуки, що складаються з двох елементів. Для складання формул цих сполук застосовують певну послідовність дій, яку можна подати як алгоритм.

1. Записуємо хімічні символи елементів: на перше місце ставимо металічні, на друге — неметалічні елементи; у разі сполуки неметалічного елемента з Оксигеном останній ставимо на друге місце (виняток — OF<sub>2</sub>).

2. Над кожним елементом проставляємо значення валентності римськими цифрами.

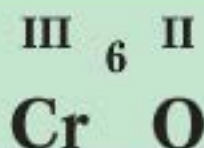
3. Знаходимо найменше спільне кратне для чисел, що відповідають валентності елемента.

4. Найменше спільне кратне ділимо по чергово на валентність кожного елемента.

5. Отримані числа записуємо індексами біля символу відповідного елемента.



Вправа 1. Складіть формулу хром(III) оксиду — сполуки Хрому, що проявляє валентність III, з Оксигеном.



Формула хром(III)  
оксиду



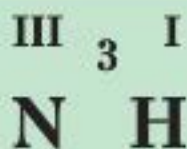
6 — найменше спільне кратне  
для чисел 3 і 2;

2 — індекс Хрому;

3 — індекс Оксигену.

Вправа 2. Бром у сполучі з Оксигеном проявляє вищу валентність VII. Складіть формулу цієї сполуки. Вправу виконайте самостійно.

Вправа 3. Складіть формулу амоніаку — сполуки Нітрогену з Гідрогеном.



Формула  
амоніаку



III — валентність Нітрогену:  
8–5 (номер групи);

3 — найменше спільне кратне  
для чисел 3 і 1;

3 — індекс Гідрогену;

1 — індекс Нітрогену,  
він не проставляється.

Вправа 4. Карбон у сполучі з Гідрогеном проявляє валентність IV. Складіть формулу цієї сполуки. Вправу виконайте самостійно.

**Визначення валентності елементів за формулою бінарної сполуки.** Маючи формулу речовини, знаходять значення валентності елементів. Розглянемо це на прикладі. Під час виконання таких вправ теж можна застосувати відповідну послідовність дій — алгоритм.

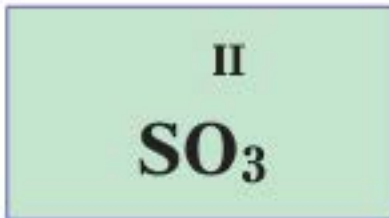
1. Записуємо формулу сполуки.

2. Проставляємо відоме значення валентності над символом відповідного елемента.

3. Множимо валентність на індекс цього елемента.

4. Ділимо попередньо одержане число на індекс елемента, валентність якого необхідно визначити. Це і є шукана валентність.

Вправа 5. Визначте валентність Сульфуру в сполуці  $\text{SO}_3$ .



6 — загальна валентність трьох атомів Оксигену ( $3 \cdot 2 = 6$ );

6 — число, що відповідає валентності Сульфуру ( $6 : 1 = 6$ ).  
Валентність Сульфуру — VI.

Вправа 6. Визначте валентність елементів у сполуці  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ .

Вправу можемо виконати, використовуючи періодичну систему хімічних елементів.

1. Магній має сталу валентність, що відповідає номеру групи періодичної системи, у якій він розташований, — II.

2. Подальший хід роботи збігається з поданим вище алгоритмом, тобто:

а) обчислимо валентність усіх атомів Магнію ( $3 \cdot 2 = 6$ );

б) ділимо валентність усіх атомів Магнію на число атомів Нітрогену ( $6 : 2 = 3$ ). Валентність Нітрогену — III.

Щоб переконатися, чи правильно визначено валентність елементів, перевіряємо, чи *сума валентностей атомів Магнію дорівнює сумі валентностей атомів Нітрогену*:  $2 \cdot 3 = 6$ ;  $3 \cdot 2 = 6$ . Отже, валентність визначено правильно.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Валентність** — це властивість атомів сполучатися з певним числом таких самих або інших атомів.
- Елементи можуть виявляти постійну або змінну валентність.
- Одиницею валентності вважають валентність атома Гідрогену, що є постійною та чисельно дорівнює 1.
- Максимальну валентність елемента можна визначити за положенням його в групі. Номер групи вказує на макси-



мальну валентність (за винятком Нітрогену, Оксигену, Флуору та ін.). Нижче значення валентності неметалічного елемента можна знайти за різницею: вісім мінус номер групи, у якій розташований елемент.

- Під час складання формул бінарних сполук або визначення валентності за формулою необхідно дотримуватися правила: сума валентностей усіх атомів одного елемента дорівнює сумі валентностей усіх атомів іншого елемента.
- Уміння складати формули за валентністю елементів і визначати валентність відкриє вам шлях до пізнання глибинних процесів природи, дасть змогу виражати явища й процеси рівняннями реакцій.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Поясніть, як ви розумієте поняття «валентність елементів».
2. Поясніть, як знайти максимальне значення валентності елемента, користуючись періодичною системою.
3. Визначте валентність елементів у сполуках, поданих формулами:  $K_2O$ ,  $Cu_2O$ ,  $CuO$ ,  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CrO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $CrO_3$ .
4. Визначте валентність елементів у сполуках, поданих формулами: а)  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $Ca_3P_4$ ; б)  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $H_2S$ ,  $CuS$ ; в)  $PCl_5$ ,  $CCl_4$ ,  $HCl$ ,  $Br_2O_7$ ; г)  $OF_2$ ,  $SCl_4$ ,  $CaH_2$ ,  $Mg_3P_2$ .
5. Складіть формули сполук елементів третього періоду з Оксигеном (крім Ar).
6. Визначте, у якому ряді формули сполук розташовані за зростанням валентності елементів: а)  $CrO$ ,  $MnO_2$ ,  $K_2O$ ; б)  $SiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_3$ ; в)  $Fe_2O_3$ ,  $NO$ ,  $Cl_2O_7$ .
7. Визначте, у якому ряді формули сполук розташовані за зменшенням валентності елементів: а)  $CaH_2$ ,  $PH_3$ ,  $CH_4$ ; б)  $PH_3$ ,  $KH$ ,  $CaH_2$ ; в)  $PH_3$ ,  $H_2S$ ,  $HCl$ .
8. Оцініть значення використання поняття «валентність» у хімії.

## § 12. Відносна молекулярна маса речовини. Масова частка елемента в складній речовині



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *розуміти* поняття «відносна молекулярна маса», «масова частка елемента в складній речовині»;

- *уміти обчислювати* відносну молекулярну масу за формулами речовин, масову частку елемента в складній речовині;
- *формувати навички* в обчисленнях за хімічними формулами.



Висловіть припущення, чи можна обчислити масу структурних частинок речовин. На чому ґрунтується таке припущення?

Вам уже відомо, що атоми елементів характеризуються певною масою. Тому молекулам теж притаманна певна маса. Проте їхня абсолютна маса, як і атомна, є також дуже малою. Тому, як і для маси атомів, уживають поняття «відносна молекулярна маса». Позначають її  $M_r$ .



**Відносна молекулярна маса** — це число, яке показує, у скільки разів маса певної молекули більша від  $1/12$  маси атома Карбону-12.

Зазвичай обчислюють відносну молекулярну масу за сумою відносних атомних мас елементів, з яких складається молекула.

Поняття «відносна молекулярна маса» належить до молекулярних сполук. Для речовин з немoleкулярною будовою запропоновано термін «відносна формульна маса».

Розглянемо приклади.

**Вправа 1.** Обчисліть відносну молекулярну масу карбон(IV) оксиду, формула якого —  $\text{CO}_2$ .

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

**Вправа 2.** Обчисліть відносну формульну масу натрій карбонату, формула якого —  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

$$M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2A_r(\text{Na}) + A_r(\text{C}) + 3A_r(\text{O}) = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106.$$



Пригадайте, як характеризують речовину за хімічною формулою. Які обчислення здійснюють на основі хімічної формули?



**Масова частка елемента в складній речовині.** Окрім уже відомих вам обчислень, за хімічною формулою можна знаходити масові частки елементів у сполуці.



**Масова частка елемента** — це відношення маси елемента до маси сполуки.

Математично це виражається формулою

$$w(E) = \frac{nA_r}{M_r} \quad \text{або} \quad w(E) = \frac{nA_r}{M_r} \cdot 100 \%,$$

де  $w$  («дубль-ве») — масова частка елемента;  $n$  — число атомів елемента;  $A_r$  — відносна атомна маса елемента;  $M_r$  — відносна молекулярна маса.

Масова частка не має розмірності. Її виражають у частках від одиниці або у відсотках. Отже, сума масових часток усіх елементів у сполуці дорівнює 1 або 100 %.

Розглянемо на прикладах, як обчислюють масові частки елементів у сполуках.



Пригадайте з курсу математики, що таке відсоток.

**Задача 1.** Обчисліть масову частку Кальцію в кальцій оксиді  $\text{CaO}$ .

1. Робимо короткий запис умови задачі, у якому вказуємо, що відомо за умовою та що потрібно обчислити.

Відомо:	
$\text{CaO}$	
$w(\text{Ca}) = ?$	

2. Обчислюємо відносну молекулярну масу сполуки:

$$M_r(\text{CaO}) = A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{O}) = 40 + 16 = 56.$$

3. Обчислюємо масову частку Кальцію за формулою

$$w = \frac{A_r(\text{Ca})}{M_r(\text{CaO})} :$$

$$w(\text{Ca}) = \frac{40}{56} = 0,714 \text{ або } 71,4 \, \%$$

**Відповідь:**  $w = 0,714$  (або 71,4 %).

Задачі можуть бути складнішими, з обчисленням масових часток усіх елементів у сполуці.

Задача 2. Обчисліть масові частки елементів у кальцій хлориді  $\text{CaCl}_2$ .

Відомо: $\text{CaCl}_2$	Розв'язання
	<i>Перший спосіб</i>
$w(\text{Ca}) - ?$	1. $M_r(\text{CaCl}_2) = A_r(\text{Ca}) + 2A_r(\text{Cl}) = 40 +$
$w(\text{Cl}) - ?$	$+ 2 \cdot 35,5 = 111.$
	2. $w(\text{Ca}) = \frac{A_r(\text{Ca})}{M_r(\text{CaCl}_2)} ; w(\text{Ca}) = \frac{40}{111} = 0,36$
	або 36 %.
	3. $w(\text{Cl}) = \frac{71}{111} = 0,64$ або 64 %.
	<i>Відповідь:</i> $w(\text{Ca}) = 0,36$ або 36 %; $w(\text{Cl}) =$
	$= 0,64$ або 64 %.
	<i>Другий спосіб</i>
	1. $M_r(\text{CaCl}_2) = A_r(\text{Ca}) + 2A_r(\text{Cl}) = 40 +$
	$+ 2 \cdot 35,5 = 111.$
	2. $w(\text{Ca}) = \frac{A_r(\text{Ca})}{M_r(\text{CaCl}_2)} ; w(\text{Ca}) = \frac{40}{111} = 0,36$
	або 36 %.
	3. $w(\text{Cl}) = 1 - 0,36 = 0,64$ або 64 %.
	<i>Відповідь:</i> $w(\text{Ca}) = 0,36$ , або 36 % $w(\text{Cl}) =$
	$= 0,64$ або 64 %.

Задача 3. Обчисліть масові частки елементів у кальцій карбонаті  $\text{CaCO}_3$ .

Відомо: $\text{CaCO}_3$	Розв'язання
$w(\text{Ca}) - ?$	1. $M_r(\text{CaCO}_3) = A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{C}) +$
$w(\text{C}) - ?$	$+ 3A_r(\text{O}) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100.$
$w(\text{O}) - ?$	2. $w(\text{Ca}) = \frac{A_r(\text{Ca})}{M_r(\text{CaCO}_3)} ;$
	$w(\text{Ca}) = \frac{40}{100} = 0,4$ або 40 %.



$$3. w(\text{Ca}) = \frac{12}{100} = 0,12 \text{ або } 12 \%$$

$$4. w(\text{O}) = 1 - (0,4 + 0,12) = 0,48 \\ \text{або } 100 \% - (40 \% + 12 \%) = 48 \%$$

$$\text{Відповідь: } w(\text{Ca}) = 0,4 \text{ або } 40 \%; w(\text{C}) = 0,12 \text{ або } 12 \%; w(\text{O}) = 0,48 \text{ або } 48 \%$$



### ЦІКАВО ЗНАТИ

#### Як знайти формулу за масовою часткою?

За масовими частками елементів можна знайти хімічну формулу сполуки.

Задача 4. До складу речовини входять: Карбон — 75 % і Гідроген — 25 %. Знайдіть хімічну формулу сполуки.

Відомо:

$$w(\text{C}) = 75 \%$$

$$w(\text{H}) = 25 \%$$

$$\text{C}_x\text{H}_y = ?$$

Розв'язання

1. Позначимо число атомів Карбону в сполуці  $x$ , а Гідрогену —  $y$ .
2. Уважатимемо, що є 100 г речовини. Тоді маса атомів Карбону становить 75 г, а маса атомів Гідрогену — 25 г.
3. Знаходимо число атомів Карбону й Гідрогену. Для цього їх масу поділимо на відповідні відносні атомні маси кожного з елементів:

$$x : y = \frac{75}{12} : \frac{25}{1} ; x : y = 6,25 : 25.$$

4. Якщо відношення між атомами виражене не цілими, а дробовими числами, то менше число беремо за одиницю, а більше число ділимо на нього:

$$x : y = \frac{6,25}{6,25} : \frac{25}{6,25} = 1 : 4.$$

Отже, у молекулі сполуки кожний атом Карбону сполучений із чотирма атомами Гідрогену. Формула сполуки —  $\text{CH}_4$ .

Відповідь:  $\text{CH}_4$ .

Уміння визначати відносні молекулярні маси має велике особистісне значення. Ви зможете надалі вести хімічні

розрахунки, набудете здатності використовувати ці вміння не тільки на уроках хімії, а й у фізиці, математиці або в майбутній професії.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Відносна молекулярна маса** — це число, яке показує, у скільки разів маса певної молекули більша від  $1/12$  маси атома Карбону-12. Обчислюють її за сумою відносних атомних мас усіх елементів, що входять до складу структурних частинок речовини. «Відносну формульну масу» позначають так само, як і молекулярну, —  $M_r$ .
- **Масова частка елемента** — це відношення маси елемента до маси сполуки. Обчислюють її за формулою

$$w(E) = \frac{nA_r}{M_r} \text{ або } w(E) = \frac{nA_r}{M_r} \cdot 100 \%$$

Є величиною відносною, тому безрозмірною, і виражається в частках від одиниці або відсотках.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

- Обчисліть відносні молекулярні (формульні) маси сполук:
  - $O_3$ ,  $FeO$ ,  $CO$ ,  $CuS$ ,  $FeS_2$ ,  $NaOH$ ,  $ZnCl_2$ ,  $NaBr$ ,  $AlP$ ,  $BaCl_2$ ,  $NH_3$ ,  $NO_2$ ,  $NaNO_3$ ,  $Ca_3N_2$ ;
  - $Al_2O_3$ ,  $CrSO_4$ ,  $BaCO_3$ ,  $AlPO_4$ ,  $Cu(OH)_2$ ,  $Mg_3N_2$ ,  $Fe_3O_4$ ,  $CaCO_3$ ,  $BaSO_4$ ,  $Cr(OH)_3$ ;
  - $Al(NO_3)_3$ ,  $Mg_3(PO_4)_2$ ,  $Cr_2(SO_4)_3$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $Cr(NO_3)_2$ ,  $(NH_4)_2HPO_4$ ,  $Hg(NO_3)_2$ ,  $Cr_2(SiO_3)_3$ .
- Обчисліть масові частки елементів у сполуках:
  - $SO_2$ ,  $ZnO$ ,  $MgS$ ,  $FeS_2$ ,  $CaCl_2$ ,  $FeO$ ,  $NO_2$ ,  $H_2S$ ,  $K_2O$ ,  $H_2O$ ,  $BaO$ ;
  - $Fe_2O_3$ ,  $H_2O_2$ ,  $C_2H_6$ ,  $Mg_3N_2$ ,  $SO_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Al_2S_3$ ,  $B_2O_3$ ;
  - $CuSO_4$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $(NH_4)_3PO_4$ ,  $K_2CO_3$ ,  $MgCO_3$ ,  $NaHSO_4$ .
- Визначте, у якому з оксидів масова частка елемента, сполученого з Оксигеном, є більшою:
  - $Fe_2O_3$  і  $Fe_3O_4$ ; б)  $CrO$  і  $CrO_3$ ; в)  $SO_2$  і  $SO_3$ .
- Обчисліть масу Силіцію у силіцій(IV) оксиді  $SiO_2$  масою 240 г.
- Обґрунтуйте, яке значення мають математичні обчислення за хімічною формулою для розуміння міжпредметних зв'язків.



### § 13. Фізичні та хімічні явища. Хімічні реакції та явища, що їх супроводжують



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *розуміти* суть фізичних і хімічних явищ, розрізняти їх;
- *наводити приклади* хімічних явищ, що відбуваються в природі й побуті;
- *спостерігати* перебіг хімічних реакцій за певними зовнішніми ознаками;
- *проводити* самостійно лабораторні досліди, *характеризувати* їх перебіг, *описувати* спостереження, *робити висновки*;
- *формувати навички й набувати досвіду* в експериментальному дослідженні речовин і їхніх властивостей.



Пригадайте з курсу природознавства, що називають явищами. Перелічіть відомі вам групи явищ.

**Фізичні та хімічні явища (перетворення).** У світі, що нас оточує, відбуваються постійні зміни. Як вам уже відомо, їх називають *явищами*.

Вивчення в курсі природознавства теми «Світ явищ, у якому живе людина» дало вам можливість ширше ознайомитися з фізичними явищами — механічними, звуковими, тепловими, світловими (рис. 46), магнітними й електричними — і деякими їх характеристиками.



**Рис. 46.** Блискавка



Наведіть приклади вищеперелічених фізичних явищ.

Поміркуйте й дайте відповідь на запитання: чи відбувається під час цих явищ руйнування одних речовин і утворення інших?

Очевидно, що ні. Отже, поява інею на деревах у вологу, холодну пору, зменшення вмісту води у водоймах у бездошову погоду та випадання дощу — це явища, пов'язані зі зміною агрегатного стану води внаслідок зміни температурних умов у природі.



Чи можна такі зміни з перетворенням води спостерігати в побуті? Як їх здійснити?

Ви вже знаєте, що іній, водяна пара, вода — це одна й та сама речовина, складу молекули якої відповідає хімічна формула  $\text{H}_2\text{O}$ .

За кімнатної температури йод — тверда, кристалічна, темно-фіолетового кольору зі слабким блиском речовина. У разі нагрівання кристали йоду одразу ж перетворюються на пару насиченого фіолетового кольору, а охолоджуючись, пара знову кристалізується (минаючи рідкий стан). Ці перетворення теж не пов'язані зі зміною складу речовини: і у твердому, і в газоподібному стані молекули йоду складаються з двох атомів, що відповідає формулі  $\text{I}_2$ .



Назвіть відомі вам з побуту скляні вироби.

Виробництво скляних виробів базується на наданні їм різної форми. Склад скла залишається незмінним. Здатність деяких речовин розширюватися або стискатися зі зміною температур — це також фізичні зміни.



Пригадайте, які ознаки є проявом фізичних властивостей речовин.

Отже, до фізичних властивостей, завдяки яким ми можемо спостерігати фізичні явища, належать: зміна форми, колір, запах, смак, блиск, густина, електро- й теплопровідність, температури плавлення й кипіння, пластичність тощо. Їхня наявність не змінює склад речовини.

Однак хімія вивчає хімічні явища, під час яких руйнуються одні речовини й утворюються інші. Наприклад, відоме вам з побуту явище — горіння природного газу, який складається переважно з молекул органічної речовини метану  $\text{CH}_4$  (рис. 47). Цей процес відбувається за наявності газу кисню.

Дослідимо експериментально, що ж утворюється внаслідок згоряння метану. Проведемо *демонстраційний дослід* і виконаємо такі дії.



1. Потримаємо кілька секунд над полум'ям холодний предмет. На ньому конденсуються крапельки води. Це означає, що в процесі згоряння метану утворюється водяна пара (рис. 48).



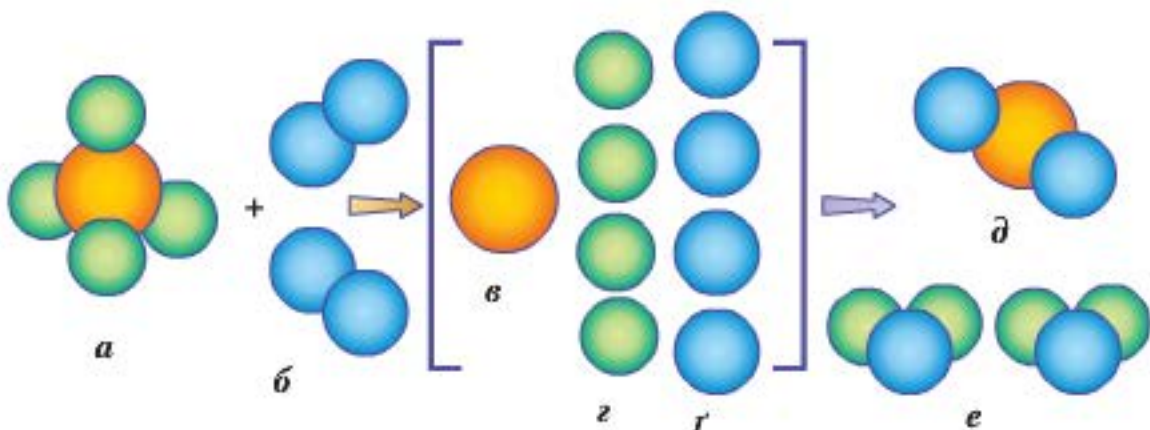
**Рис. 47.** Горіння природного газу



**Рис. 48.** Утворення води

2. Змочимо пробірку вапняною водою (розчин вапна у воді) і знову потримаємо деякий час над полум'ям згораючого метану. Стінки пробірки швидко мутніють. Це ознака наявності в продуктах горіння вуглекислого газу.

Отже, унаслідок взаємодії метану з киснем утворилися дві речовини: вода й вуглекислий газ. Інакше кажучи, зруйнувалися молекули метану й кисню та утворилися молекули води й вуглекислого газу (рис. 49).



**Рис. 49.** Схема перетворень під час горіння метану:

*a* — молекула метану; *б* — дві молекули кисню; *в* — атом Карбону; *г* — чотири атоми Гідрогену; *р* — чотири атоми Оксигену; *д* — молекула вуглекислого газу; *е* — дві молекули води

За нагрівання порошку заліза із сіркою утворюється складна кристалічна речовина — ферум(II) сульфід, що проявляє зовсім інші властивості, ніж вихідні речовини (рис. 50).



**Рис. 50.** Схема утворення ферум(II) сульфиду:

*а* — сірка; *б* — залізо; *в* — ферум(II) сульфід



Перетворення, під час яких відбувається руйнування одних речовин і утворення інших, називають *хімічними явищами* або *хімічними реакціями*.

Для будівельних потреб використовують вапно (хімічна назва кальцій гідроксид, формула —  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Щоб його отримати, треба провести дві реакції: 1) розклад вапняку  $\text{CaCO}_3$  (кальцій карбонат) з метою добування негашеного вапна  $\text{CaO}$  (кальцій оксид) і 2) сполучення кальцій оксиду з водою (як кажуть, «погасити вапно»).

Отже, ми бачимо, що під час перебігу хімічних реакцій завжди є речовини, що вступають у реакцію, і речовини, що утворюються після реакції.

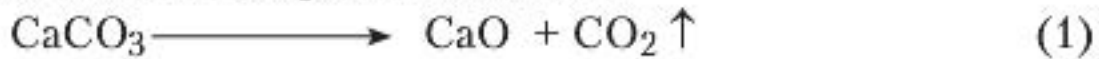


Речовини, що вступають у реакцію, називають *вихідними речовинами* або *реагентами*, а ті речовини, що утворюються після реакції, — *продуктами* або *кінцевими речовинами*.

У двох вищеописаних реакціях, які мають велике практичне значення для людини, вихідними речовинами були: кальцій карбонат — у першій, кальцій оксид і вода — у другій. Продукти реакцій — це кальцій оксид і вуглекислий газ — у першій, кальцій гідроксид — у другій. Знаючи



хімічні формули вихідних речовин і продуктів, перебіг реакції можна зобразити схемами:



вихідні речовини

продукти реакцій

Стрілка вгору означає виділення газу.

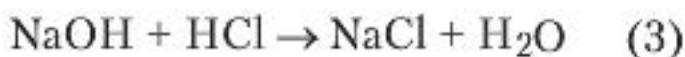


Як ви думаєте, фізичні явища й хімічні реакції відбуваються одночасно чи взаємопов'язано?

**Явища, що супроводжують хімічні реакції.** Наукою доведено, що кожна хімічна реакція супроводжується одним або декількома зовнішніми проявами. Це дає змогу робити висновки про перебіг реакцій. Розглянемо основні з них за допомогою демонстраційних дослідів.

### • Зміна забарвлення речовин

**Дослід 1.** Для виявлення розчинів лугів застосовують індикатор фенолфталеїн — речовину, що змінює забарвлення в лужному середовищі. Якщо до розчину натрій гідроксиду долити розчину фенолфталеїну, останній змінить своє забарвлення на малинове. Додавши до цієї суміші хлоридної кислоти, спостерігатимемо знебарвлення. Це означає, що кислота нейтралізувала луг. Перебіг реакції взаємодії лугу з кислотою можна записати так:



Фенолфталеїн був індикатором для виявлення перебігу реакції.

**Дослід 2.** Зміна забарвлення спостерігається під час прожарювання мідної пластинки в полум'ї (рис. 51). Мідь, яка зазвичай має червоний колір, укривається чорним нальотом. Цей наліт — новоутворена



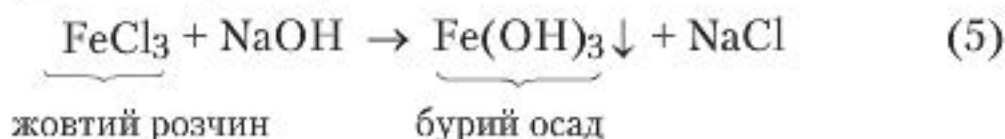
**Рис 51.** Прожарювання мідної пластини

речовина купрум(II) оксид  $\text{CuO}$ . Схема реакції матиме такий вигляд:



• **Випадання осаду або його розчинення**

Дослід 3. Наллємо в хімічну склянку розчин ферум(III) хлориду. Цей розчин має жовте забарвлення. До нього додамо декілька крапель розчину натрій гідроксиду (лугу). Спостерігатимемо одночасно два явища — уміст склянки стає бурим (отже, змінилося забарвлення), а згодом бура речовина осідає на дно — утворився осад (рис. 52). Бура речовина — це новоутворений ферум(III) гідроксид. Схема реакції:



Стрілка донизу вказує на випадання під час реакції осаду.



**Рис 52.** Утворення осаду ферум(III) гідроксиду

Дослід 4. Якщо до свіжодобутого осаду ферум(III) гідроксиду доллємо хлоридної кислоти, то осад розчиняється з утворенням розчинної у воді речовини жовтого кольору — ферум(III) хлориду:



Яка ще ознака проявляється під час розчинення осаду?



### • Виділення газу

Деякі хімічні перетворення супроводжуються утворенням (виділенням) газу.

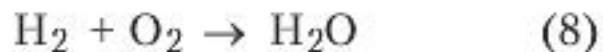


**Рис 53.** Утворення пухирців водню на цинковій пластинці

Дослід 5. У пробірку, в яку вміщено цинкову пластинку, долємо хлоридну кислоту. Спочатку на пластинці утворюються маленькі пухирці (рис. 53), які згодом відриваються від поверхні цинку й виділяються назовні. Це газ водень. Схема реакції:



Аби переконатися, що під час реакції виділився водень, обережно запалимо газ. Він загоряється на повітрі й горить блакитним полум'ям. Відбувається реакція, подана схемою:



### • Виділення тепла й світла

Такі реакції відомі людству з часів їх використання. Це горіння дров та інших видів палива. Вони дали поштовх до використання обігріву приміщень, виготовлення смолоскипів для освітлення приміщень, вулиць тощо.



Пригадайте й назвіть, які ви знаєте речовини, що вступають у реакції горіння.

Дослід 6. Запалимо сірник або суху скіпку й будемо спостерігати, що при цьому відбувається.



Поясніть самостійно, якими явищами супроводжується ця реакція.

Найпростішою схемою реакції горіння є горіння вуглецю:



Тепло і світло виділяється не тільки під час згоряння простих речовин вуглецю, фосфору магнію, а й складних. Наприклад, природного газу, спирту.

### • Поглинання теплоти

Цим явищем супроводжуються всі реакції, що відбуваються під час нагрівання (реакція міді з киснем). Наочним прикладом поглинання теплоти з навколишнього середовища є розчинення амоній хлориду  $\text{NH}_4\text{Cl}$  у воді.

Дослід 7. Склянку з амоній хлоридом поставимо на мокру підкладку й доллемо води, помішуючи вміст скляною паличкою. Під час розчинення амоній хлорид поглинає стільки теплоти, що склянка примерзає до підставки (рис. 54).



Рис 54. Розчинення амоній хлориду у воді

### • Поява запаху

Це вища асоціюється з утворенням запахних сполук. Наприклад, поява своєрідного запаху свіжості після грози пояснюється утворенням у повітрі молекул озону  $\text{O}_3$ . Реакція полягає в перегрупованні молекул кисню в молекули озону за високих температур під час електричних розрядів. Схематично реакцію можна записати так:



Дослід 8 (виконують під тягою). Насипте на дно пробірки суху сіль — амоній хлорид і долийте до неї розчин натрій гідроксиду об'ємом 2–3 мл. Чи спостерігаються зміни? Якими явищами супроводжується реакція?

Ураховуючи сказане вище, доходимо висновку, що *хімічні перетворення супроводжуються певними явищами*; вони дають можливість спостерігати зовнішні прояви перебігу хімічних реакцій.





### Лабораторний дослід 3

#### Проведення хімічних реакцій

Завдання 1. Запаліть сірник, потім запаліть спиртівку. Що спостерігаєте?

Завдання 2. Покладіть у пробірку невеликий шматок крейди. Долийте оцту так, щоб він покрив крейду. Поясніть свої спостереження.

Завдання 3. Налийте в пробірку блакитний розчин купрум(II) сульфату об'ємом 1,5–2 мл. Долийте розчину натрій гідроксиду. Що спостерігаєте? Чи відбулася, на вашу думку, хімічна реакція?

Завдання 4. До осаду, що утворився в попередньому досліді, долийте хлоридної кислоти. Поясніть спостереження. Обґрунтуйте їх.

Узагальніть свої знання про хімічні реакції.

**Методи дослідження в хімії.** У § 4 ви частково ознайомилися з методами дослідження. Хімія як експериментальна наука у своїх дослідженнях широко використовує **метод спостереження** та **експеримент**, які не виключають один одного, а часто взаємодоповнюють. Розширимо ці відомості.

**Спостереження** розглядаються в науці як цілеспрямоване, спеціально організоване сприймання предметів і явищ, зумовлене завданням діяльності. Особливість цього методу полягає в тому, що він спирається на роботу органів чуття є одним із способів поповнення знань з навколишнього світу. Вивчаючи хімію, ви вже переконалися, що **метод спостереження** застосовується під час демонстрування вчителем об'єктів і явищ, моделей, схем, діаграм, таблиць, а також виконання лабораторних дослідів і практичних робіт. Зовнішні прояви, що супроводжують хімічні реакції, здебільшого виявляють за допомогою спостереження.

Однак між спостереженням і експериментом існують відмінності. Не всі явища природи можна спостерігати в просторі та часі. Якщо досліджуваний об'єкт є недосяжним

для спостереження, створюють його модель. Такий метод називають **моделюванням**.

Ставлячи *експерименти*, учені з'ясовують і встановлюють певні закономірності.



Пригадайте повторюваність властивостей елементів у періодичній системі.

На основі встановлених закономірностей формуються **закони науки**, що подаються словесним або математичним виразом. Для перевірки правильності законів учені висувують певні припущення (гіпотези), які, у свою чергу, слугують створенню **теорій**. Теорія поєднує експеримент, спостереження та здобуті за їх допомогою факти. Вона ж може стати підґрунтям для прогнозування ще не відомих науці явищ.

Тож, ведучи спостереження за демонстраціями вчителя або здійснюючи дослідницьку роботу під час виконання лабораторних дослідів і практичних робіт, намагайтеся якомога уважніше спостерігати, пов'язувати спостережувані явища з теоретичними висновками та формувати власне наукове бачення й тлумачення всіх процесів. Такий підхід до вивчення хімії ставить перед вами надзвичайно багато запитань, відповіді на які ви зумієте знайти самостійно. Це відкриє можливість бути впевненими у своїх переконаннях і переконувати в них інших.



## ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Хімічні явища** — це явища, під час яких руйнуються одні речовини й утворюються інші. Хімічні явища ще називають *хімічними реакціями*.
- Хімічні явища супроводжуються певними зовнішніми проявами, за якими роблять висновки про перебіг реакцій. Це: зміна забарвлення, випадання осаду, виділення газу, поява запаху, виділення тепла й світла.
- Речовини, що вступають у хімічні реакції, називають *вихідними* або *реагентами*, а ті, що утворюються під час реакцій, — *продуктами* або *кінцевими речовинами*.
- Вивчення речовин і явищ здійснюється за допомогою методів спостереження, моделювання й експерименту,



на основі яких формуються закони й теорії відповідної науки.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Наведіть приклади: а) фізичних, б) хімічних явищ, що відбуваються в природі та тих, що ви спостерігали в лабораторних умовах.
2. Перелічіть явища, які супроводжують хімічні перетворення.
3. Уставте пропущені слова, щоб вираз став завершеним.  
Речовини, що вступають у реакцію, називають ... .  
Продуктами реакцій називають ... , що утворюються ... реакції.  
Хімічні перетворення — це ... .
4. Класифікуйте явища на фізичні й хімічні: горіння свічки, виготовлення різних виробів з поліетилену, почорніння мідної пластинки під час нагрівання, утворення неприємного запаху внаслідок протухання яєць, випаровування розчину кухонної солі, горіння магнію, поява крапель води на вікнах, скисання молока, розділення порошоків суміші заліза й сірки магнітом, поява роси вранці.
5. У схемах позначте вихідні речовини й продукти реакцій. Прочитайте схеми.  
а)  $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$                       б)  $\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$   
в)  $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$                       г)  $\text{Hg} + \text{S} \rightarrow \text{HgS}$
6. Які зовнішні зміни спостерігаються під час таких перетворень: а) бродіння яблучного соку; б) плавлення цукру; в) ржавіння залізних виробів; г) підгоряння картоплі під час смаження?
7. Проаналізуйте, як поповнилися ваші знання про явища та які взаємозв'язки існують між ними.
8. Охарактеризуйте методи дослідження хімії.
9. Поясніть, у яких ще природничих науках використовуються відомі вам методи дослідження.



### ДОСЛІДЖУЄМО ВДОМА

Помістіть на дно трьох склянок по 1/4 чайної ложки харчової соди та долийте по черзі: у першу — сік квашеної капусти, у другу — сік лимона або розчин лимонної кислоти, у третю — кефір. Що спостерігаєте? Поясніть спостережувані явища.

## § 14. Хімічні властивості речовин



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *знати й розуміти* суть поняття «хімічні властивості»;
- *наводити приклади* хімічних властивостей відомих вам речовин;
- *спостерігати* хімічні властивості речовин;
- *формувати навички й набувати досвіду* в експериментальному дослідженні хімічних властивостей речовин.

**Умови виникнення та перебігу хімічних реакцій.** Вивчати хімічні властивості речовин і спостерігати їх найкраще під час перебігу реакцій. Для цього потрібно забезпечити зіткнення частинок речовин. Воно відбувається швидше, якщо:

- а) *речовини подрібнити* (розтовкти розчинити);
- б) *збільшити швидкість руху молекул* (дотримуватись певного температурного режиму);
- в) *зменшити відстань між молекулами* (у разі взаємодії газів — збільшити тиск) або *збільшити кількість молекул*, якщо речовини в розчинах.

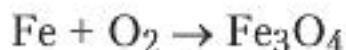
**Хімічні властивості речовин.** Кожна хімічна сполука характеризується фізичними властивостями й тільки їй притаманними здатностями до хімічних перетворень або відсутністю цих здатностей.

Вивчаючи хімічні явища та ознаки їх перебігу, ви вже частково ознайомилися з властивостями речовин. Для розширення ваших знань простежимо, які хімічні властивості може проявляти, наприклад, проста речовина залізо. З цією метою здійснимо декілька *демонстраційних дослідів* та проведемо спостереження за їх перебігом.

**Дослід 1. Горіння заліза в кисні.** Попередньо приготуємо посудину, заповнену киснем. До тонкої голки або сталевий дротинки прикріпимо сірник і запалимо його. Голку чи дротинку, що загорілася, швидко опустимо в посудину з киснем. Залізо згоряє, розкидаючи іскри утвореної



залізної окалини. Реакцію, що відбувається, можна записати схемою



Зверніть увагу на хімічну формулу залізної окалини. Тут виникає проблема визначення валентності Феруму. Розв'язання цієї проблеми полягає в тому, що залізна окалина складається з двох оксидів, у яких в одному Ферум проявляє валентність II, у другому — III.



Складіть формули ферум(II) і ферум(III) оксидів.

**Дослід 2. Взаємодія заліза із сіркою.** Приготуємо прості речовини залізо й сірку в певних масових співвідношеннях, щоб вони змогли повністю прореагувати. Учені з'ясували, що кожен 7 г заліза містять стільки атомів Феруму, скільки атомів Сульфуру міститься в 4 г сірки. Тому для реакції доцільно взяти пропорційні маси цих речовин, зокрема 7 : 4 або 3,5 : 2. Під час нагрівання ретельно перемішаної суміші в обраних пропорціях утворюється нова речовина ферум(II) сульфід. У цій сполуці залізо й сірка втрачають свої властивості простих речовин. Схема реакції:

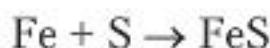


Рис 55. Утворення ферум(II) сульфід

**Дослід 3. Взаємодія заліза з розчином купрум (II) сульфату.** Як залізо використаємо сталеву скріпку. Сталь є сплавом заліза з вуглецем, тому саме залізо вступатиме в реакцію з розчином солі. У розчин купрум(II) сульфату опустимо прив'язану до нитки скріпку й залишимо на декілька хвилин. Скріпка змінює забарвлення, укриваючись червоним нальотом. Це означає, що відбулася реакція, у якій залізо виявляє здатність замінювати атоми Купруму в складі вихідної сполуки. Схема реакції:



Отже, на поверхні скріпки нагромаджується мідь.

Ще одну властивість заліза ви знаєте з повсякденного досвіду. Будь-який залізний виріб за наявності кисню й вологості ржавіє. Іржа — це продукт реакції, який хімічною мовою називається ферум(III) гідроксид.



Назвіть, де ви зустрічалися з процесом ржавіння заліза. Чи можете запропонувати способи захисту цього металу від ржавіння з власного досвіду?

З іншими хімічними властивостями заліза ви ознайомитеся впродовж вивчення курсу хімії.

Отже, властивостями речовин будемо вважати їх здатності до хімічних перетворень.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- Хімічні явища відбуваються за умови зіткнення частинок речовин. Пришвидшити ці зіткнення можна подрібненням речовин, збільшенням швидкості руху частинок (підвищенням температури) або зменшенням відстані між молекулами газів (збільшенням тиску).
- Хімічні властивості** — це здатності речовин до хімічних перетворень або відсутність цих здатностей.
- Залізо** — проста речовина, що проявляє здатність вступати в реакції з простими (кисень, сірка) і складними (купрум(II) сульфат, вода) речовинами.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

- Поясніть, як ви розумієте поняття «хімічні властивості речовин».
- Перелічіть ознаки, які спостерігаються під час хімічних перетворень заліза: а) горіння його в кисні; б) взаємодії із сіркою; в) взаємодії з розчином купрум(II) сульфату; г) ржавіння.
- Поясніть, за яких умов речовини можуть проявляти свої хімічні властивості.



### ДОСЛІДЖУЄМО ВДОМА

- Покладіть заржавілий залізний цвях на блюдце, залийте його оцтом і залишіть на деякий час. Що спостерігаєте? Чому, на вашу думку, відбулися такі зміни? Властивості якої речовини ви спостерігали?



2. Покладіть заржавілий залізний цвях або шуруп на блюдце, залийте його кока-колою та залишіть на деякий час. Що спостерігаєте? Чому, на вашу думку, відбулися такі зміни? Який висновок можна зробити про склад кока-коли?
3. Прокип'ятіть воду в чайнику. Виготовте фільтр і профільтруйте остуджену воду. Що спостерігаєте? Поясніть, які властивості ви спостерігали.



## Практична робота 3

### Дослідження фізичних і хімічних явищ



Повторіть правила безпеки під час роботи в хімічному кабінеті.

Виконайте запропоновані завдання, самостійно вибравши посильний вам рівень.

#### I рівень

Завдання 1. Уважно розгляньте видану вам у склянці воду. Опишіть її фізичні властивості за планом: колір, смак, запах, блиск, густина. Укажіть агрегатний стан.

Дайте відповіді на запитання:

1. Атоми яких елементів входять до складу молекули води?
2. До яких речовин — простих чи складних — належить вода?

Завдання 2. Опишіть фізичні властивості заліза за планом, наведеним у завданні 1.

Завдання 3. Укріпіть свічку на підставці та, дотримуючись відповідних правил, запаліть її. Опишіть свої спостереження, відповідаючи на запитання:

1. Яким полум'ям горить свічка?
2. Які ознаки перебігу реакції спостерігаються та супроводжують її?

#### II рівень

Завдання 1. Дослідіть фізичні властивості сірки за планом: колір, смак, запах, блиск, густина, здатність розчинятися або не розчинятися у воді, пластична чи крихка. Укажіть агрегатний стан.

Дайте відповіді на запитання:

1. До яких речовин — простих чи складних — належить сірка?

2. Як перевірити, що сірка — легкоплавка речовина?

Завдання 2. Насипте в хімічну склянку з водою дві чайні ложки кухонної солі й ретельно перемішайте. Що спостерігаєте? Яке явище відбулося? Чи можливо з отриманого розчину виділити сіль? Якщо так, то запропонуйте спосіб.

Завдання 3. Насипте на дно хімічної склянки порошок крейди й долийте кілька мілілітрів 9-процентного оцту. Що спостерігаєте? Яке явище відбулося та який, на вашу думку, газ виділився?

### **III рівень**

Завдання 1. Порівняйте, чим подібні та чим відрізняються між собою цукор і кухонна сіль. Відповідь підтвердьте дослідженнями властивостей цих сполук.

Завдання 2. Насипте в пробірку порошки заліза масою 3,5 г і сірки масою 2 г. Перемішайте їх. Укріпіть пробірку і нагрійте в полум'ї спиртівки, дотримуючись правил нагрівання. Що спостерігаєте? Яке явище відбулося? Опишіть ваші спостереження.

Завдання 3. Серед виданих вам речовин знайдіть розчини купрум(II) сульфату  $\text{CuSO}_4$  і натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$ . Налийте в пробірку перший розчин об'ємом 1 мл і долийте такий самий об'єм другого. Що спостерігаєте? Яке явище відбулося? Відповідь обґрунтуйте.

### **IV рівень**

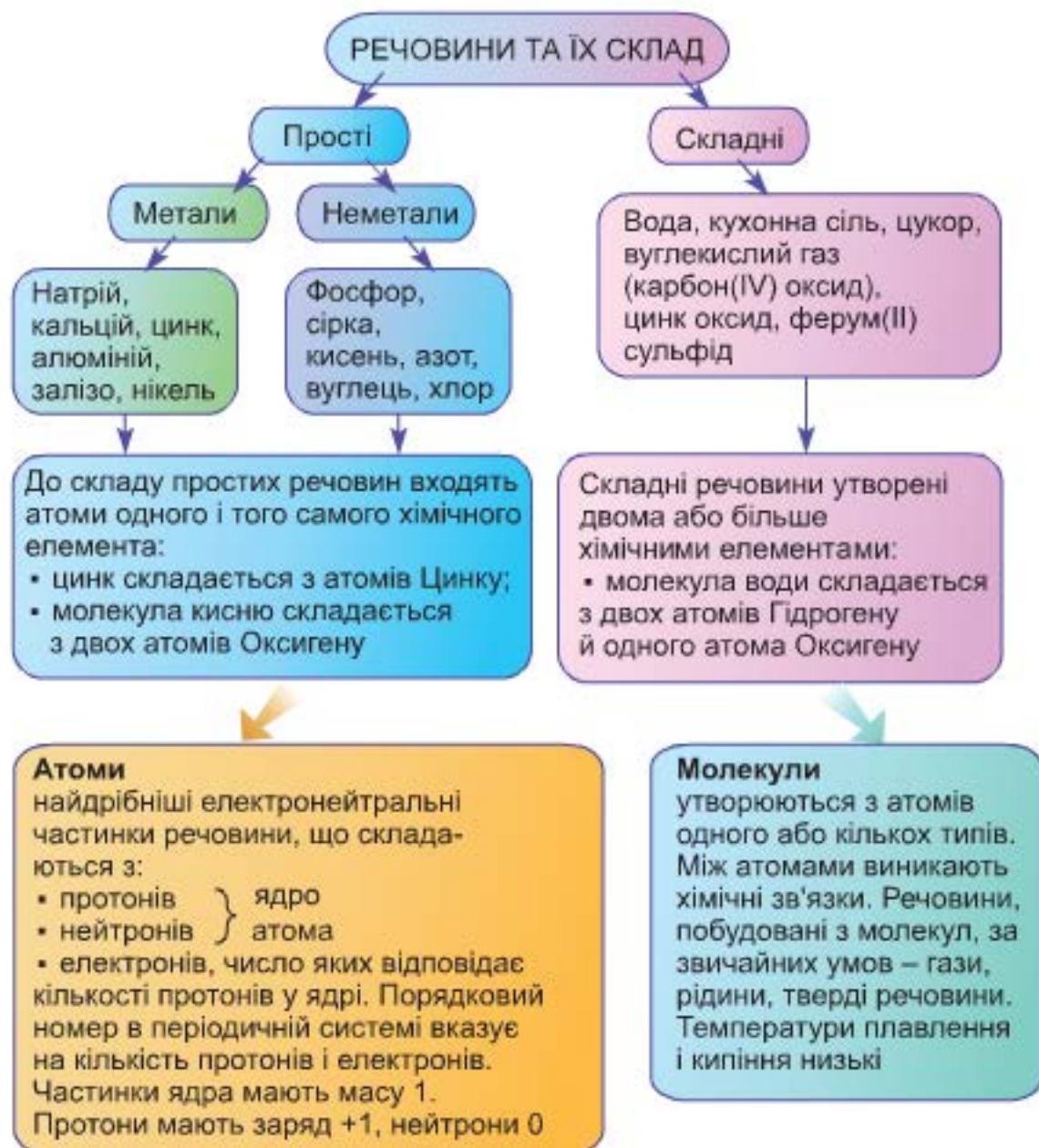
Завдання 1. Виконайте досліди, за допомогою яких можна довести, що видана вам речовина є кислотою. Скористайтесь індикаторами.

Завдання 2. Здійсніть перетворення води на пару й навпаки. Опишіть умови, за яких вони відбуваються. Поясніть ваші дії та охарактеризуйте спостережувані явища.

Завдання 3. Знаючи, що накип у чайнику є переважно кальцій карбонатом  $\text{CaCO}_3$ , запропонуйте хімічний спосіб очищення чайника від накипу. Поясніть, якими речовинами потрібно скористатися для цього.



## ПОВТОРЕННЯ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ТЕМИ «ПОЧАТКОВІ ХІМІЧНІ ПОНЯТТЯ»





**ХІМІЧНА ФОРМУЛА –**  
умовний запис складу речовини за допомогою хімічних символів та індексів

**Характеризує склад речовини**

**Якісний –** вказує, які елементи входять до складу речовини

**Кількісний –** вказує на:

- число атомів кожного елемента;
- співвідношення атомів;
- масові відношення елементів

За хімічною формулою можна обчислити:

• **відносну молекулярну масу сполуки  $M_r$** , що є відношенням маси її молекули до  $1/12$  маси атома Карбону-12.  
Наприклад:  $M_r(\text{K}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 39 + 12 + 3 \cdot 16 = 138$ ;

• **масову частку елемента в речовині:**

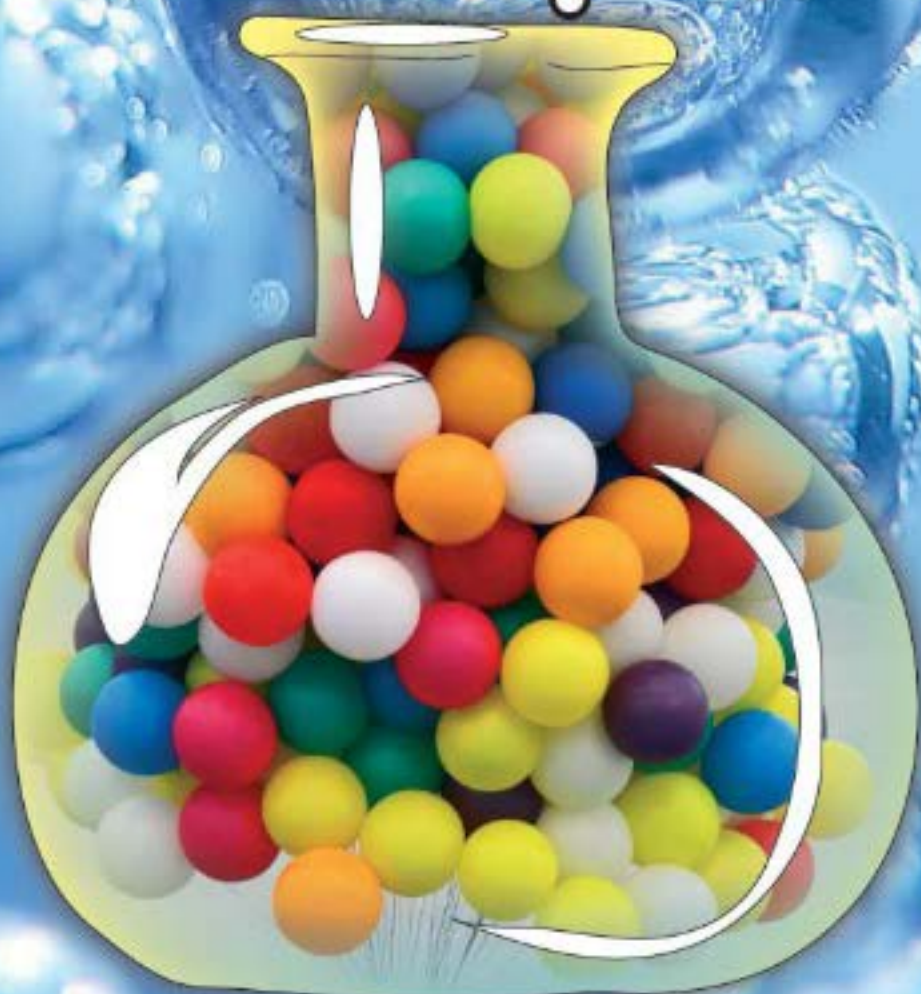
$$W = \frac{m(E)}{M_r(\text{речовини})}, \quad w(E) = \frac{nA_r}{M_r} \quad \text{або} \quad w(E) = \frac{nA_r}{M_r} \cdot 100\%.$$

Наприклад, масова частка Калію в складі калій карбонату становить:  $78 : 138 = 0,57$  або 57%.



# Тема 2

Кисень





## § 15. Повітря, його склад. Оксиген. Кисень



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *знати* склад повітря, історію вивчення складу повітря, склад молекули кисню;
- *називати* якісний і кількісний склад повітря;
- *описувати* поширеність Оксигену в природі, історію відкриття кисню, його фізичні властивості;
- *формувати здатності* аналізувати, порівнювати, охороняти повітря від забруднення.



Пригадайте, що вам відомо про повітря, його склад.

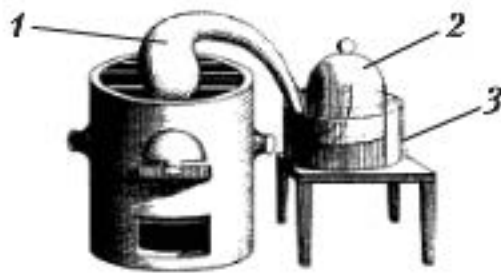
**Повітря, його склад.** Перші спроби вивчення та визначення складу повітря належать А. Лавуазьє.



**Лавуазьє Антуан Лоран** (1743–1794) — французький хімік, один з основоположників сучасної хімії. Пояснив процеси горіння й окиснення речовин, дихання живих організмів за участю кисню, що спростувало існуючу на той час теорію флогістону. Учений був першим, хто встановив хімічний склад води, сульфур(IV) і карбон(IV) оксидів, сульфатної та нітратної кислот. Керував розробкою нової хімічної номенклатури й склав перший систематизований перелік назв. Під час хімічних досліджень А. Лавуазьє застосовував методи кількісного аналізу. Його вважають одним із засновників термохімії. Праці вченого сприяли перетворенню хімії на науку, що опирається на факти й точні вимірювання.

Учений провів ряд дослідів, які довели наявність у повітрі кисню та азоту. Для цього він поклав у реторту металічну ртуть і нагрівав упродовж 12 днів (рис. 56). Кінець цієї





**Рис 56.** Прилад, яким користувався А. Лавуазьє, вивчаючи склад повітря:

1 — реторта; 2 — дзвін; 3 — посудина зі ртуттю

реторти помістив під дзвін, що був уміщений у посудину зі ртуттю. За тривалого нагрівання в реторті на поверхні ртуті утворилася речовина у вигляді порошку червоного кольору. Водночас під дзвоном рівень ртуті піднявся.

Отриманий порошок А. Лавуазьє прожарив. Унаслідок реакції він отримав ртуть і газ кисень. Важливим було те, що об'єм газу відповідав об'єму частини повітря, що сполучилася зі ртуттю.

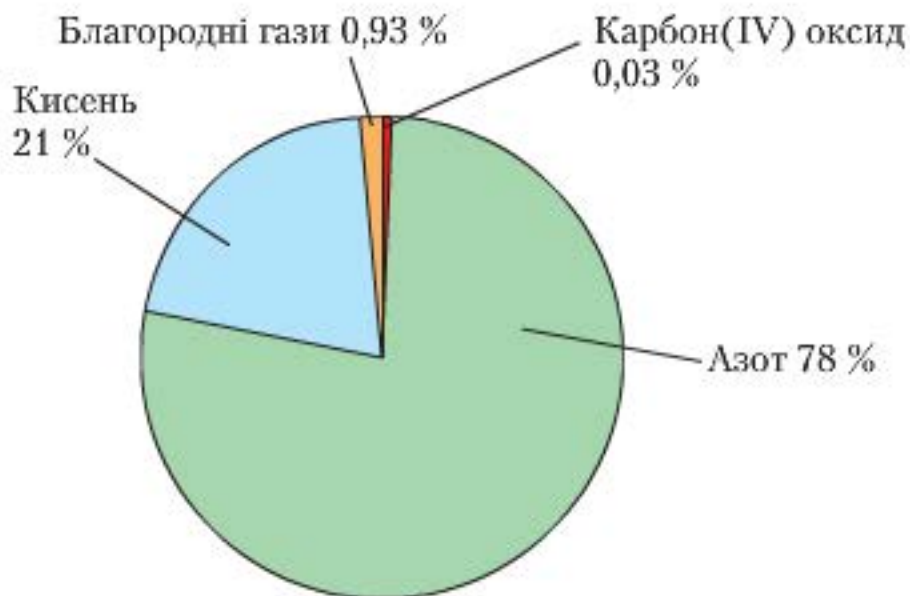
Учений дослідив, що залишається в повітрі, якщо забрати кисень. Він помістив під дзвін запалену свічку, і вона погасла. У повітрі під ковпаком гинули миші. Зважаючи на ці факти, А. Лавуазьє назвав газ, що залишився під ковпаком, *азотом*, тобто «тим, що не підтримує життя».

Уміст кисню в повітрі вчений довів експериментально. Цей дослід неважко повторити. Під час спалювання фосфору в повітрі під дзвоном рівень води піднімається приблизно на  $\frac{1}{5}$  об'єму дзвону. Так А. Лавуазьє довів, що в повітрі кисень становить  $\frac{1}{5}$  і азот —  $\frac{4}{5}$  за об'ємом.

Майже через століття виявилось, що в повітрі наявна ціла група газів, які є одноатомними, не мають кольору й запаху та хімічно інертні. До них належать: гелій He, неон Ne, аргон Ar, криптон Kr, ксенон Xe, радон Rn. Їх називають *благородними газами*.

Унаслідок детального вивчення складу повітря були отримані більш точні результати. Об'ємні частки газів у повітрі становлять: азот — 78 %, кисень — 21 %, благородні гази — 0,93 % і карбон(IV) оксид — 0,03 % (рис. 57, с. 106).

**Охорона повітря від забруднення.** Як вам уже відомо, кисень підтримує життя на Землі. Кисень необхідний не тільки людині, а й тваринам і рослинам. Тому для



**Рис. 57.** Діаграма складу повітря

підтримання життя на Землі людство має зберігати чистоту повітря.

Забруднення повітря здійснюється як природним шляхом, так і внаслідок господарської діяльності людини.

До природних чинників належать: виверження вулканів і поширення вулканічного пилу в повітря, урагани й бурі, що розносять пил, пори й пилок рослин тощо.



**Рис. 58.** Аварія на ЧАЕС

Чинниками господарської діяльності людини є спалювання сміття, сухого листя, трави восени. У повітрі нагромаджуються домішки газів, що є викидами заводів, фабрик, вугле-, нафто- й металодобувних підприємств тощо. Це: сульфур(IV) оксид  $\text{SO}_2$ , карбон(II) оксид  $\text{CO}$ , нітроген(IV) оксид  $\text{NO}_2$ , метан  $\text{CH}_4$ , амоніак  $\text{NH}_3$ . Недбале поводження з атомною зброєю та мирним атомом спричинює забруднення повітря радіоактивними речовинами (рис. 58).

Збереження чистоти повітря — справа не тільки України, а й міжнародної спільноти.



**ОКСИГЕН — ХІМІЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ.** Назва *Оксиген* означає «той, що породжує кислоти». Цей елемент є найпоширенішим у природі. Він міститься в літосфері (47 % за масою), атмосфері (23 % за масою) і гідросфері (89 % за масою). Оксиген входить до складу води, порід і мінералів, багатьох неорганічних та органічних речовин.



Пригадайте й запишіть хімічний символ Оксигену. Знайдіть цей елемент у періодичній системі. Охарактеризуйте Оксиген за даними клітинки періодичної системи.

**Кисень. Фізичні властивості кисню.** Кисень є простою речовиною хімічного елемента Оксигену.



Пригадайте, що вам відомо про кисень з вашого життєвого досвіду, з інших предметів.

Ще у VIII ст. китайський учений Мао Хоа виявив у складі повітря кисень — газ, що підтримує дихання й горіння. Через 10 століть цей газ був знову відкритий двома європейськими вченими — К. Шеєле (1771 р.) і Дж. Прістлі (1774 р.). Однак в історії відкриття кисню належить Дж. Прістлі, бо К. Шеєле опублікував своє відкриття пізніше (1777 р.).

**Шеєле Карл Вільгельм** (1742–1786) — шведський хімік. Не маючи засобів для вищої освіти, він займався самоосвітою та досягнув великих успіхів у хімічному експерименті. Робота експериментатора зробила його популярним у всьому світі. Він першим визначив склад повітря, хоча ні кисень, ні азот на той час не були відкриті. Запропонував спосіб добування фосфору, виділив у чистому вигляді манган, хлор і барій оксид, а також сечову, молочну й синильну кислоти. Довів шкідливість для людини вдихання хлору. Ми вживаємо деревне вугілля під час отруєння, а здатність вугілля вбирати шкідливі гази була відкрита К. Шеєле. Відкриття молібдену й вольфраму теж належить цьому видатному вченому.





**Прістлі Джозеф** (1733–1804) — англійський учений, натураліст, філософ, громадський діяч. Відкрив кисень і вуглекислий газ. Добув кисень розкладом ртуті(II) оксиду та дослідив його властивості. Дослідження Дж. Прістлі присвячені вивченню газів. Розчиняючи вуглекислий газ у воді, він отримав відому вам газовану воду. Досліджуючи ріст і живлення рослин, виявив, що рослини поглинають з повітря вуглекислий газ і виділяють кисень. Так було відкрито фотосинтез. Добув нітроген(II) оксид, гідроген хлорид, амоніак; пояснив перетворення нітроген(II) оксиду на нітроген(IV) оксид. Знав 9 іноземних мов.

Молекула кисню складається з двох атомів. Його хімічна формула —  $O_2$ . За нормальних умов (температура  $0^\circ C$ , тиск 101,3 кПа) кисень перебуває в газуватому стані, не має смаку, запаху, трохи важчий за повітря. Маса повітря об'ємом 1 л (н. у.) становить 1,29 г, а маса такого самого об'єму кисню — 1,43 г.



Обчисліть відносну молекулярну масу кисню. У скільки разів кисень важчий за повітря?

Кисень є малорозчинним у воді: у 1 л можна розчинити тільки 0,04 г кисню. За температури  $-183^\circ C$  кисень перетворюється на рухливу рідину блакитного кольору. За подальшого охолодження (до  $-219^\circ C$ ) він стає твердою речовиною синього кольору, дуже подібною до кристалів льоду.

**Фізіологічна дія.** Кисень бере активну участь у процесах дихання всіх живих організмів. Через легені людини кисень потрапляє в кров, яка розносить його до всіх органів і клітин. На клітинному рівні відбуваються реакції окиснення з виділенням теплоти й вуглекислого газу.

Отже, для людини дихання — життєво важливий процес. Тому чисте повітря, яке містить достатню кількість кисню, забезпечує життєдіяльність організму: підтримує



постійну температуру тіла, роботу м'язів, хороший настрій і здоровий життєвий тонус. Це і є ваша особистісна цінність здобутих знань про повітря, Оксиген і кисень.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Повітря** — природна суміш газів, до складу якої входять за об'ємом: азот (78 %), кисень (21 %), благородні гази (0,93 %) і карбон(IV) оксид (0,03 %).
- **Оксиген** — хімічний елемент, порядковий номер якого — 8, символ — O, відносна атомна маса — 16, у ядрі атома міститься 8 протонів і 8 нейтронів. Навколо ядра атома рухаються 8 електронів.
- **Кисень** — проста газувата речовина, утворена елементом Оксигеном. Хімічна формула —  $O_2$ , відносна молекулярна маса — 32. Малорозчинний у воді, за певних умов перетворюється на рідину блакитного кольору, а остання — на кристали синього кольору, подібні до льоду. Не має запаху й смаку.
- Кисень є життєво важливою для живих організмів речовиною. За його участю відбувається процес дихання, обмін речовин.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Охарактеризуйте склад повітря.
2. Поясніть, яке значення має чисте повітря для живих організмів і здоров'я людини.
3. Охарактеризуйте елемент Оксиген, використавши періодичну систему елементів.
4. Охарактеризуйте кисень, його фізичні властивості, поширення в природі.
5. Поясніть фізіологічну дію кисню на організм.
6. Запропонуйте способи діяльності людини, що запобігають забрудненню повітря.



### ЦІКАВО ЗНАТИ

В історії хімічної науки кисень було відкрито трічі: К. Шеєле в 1771 р., А. Лавуазьє та Дж. Прістлі — у 1774 р. Між іншим, Дж. Прістлі провів такі самі дослідження, як і А. Лавуазьє.

## § 16. Закон збереження маси речовин. Хімічні рівняння



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *знати*, які знання називають законом;
- *розрізняти* схему реакції та хімічне рівняння;
- *розуміти* поняття «хімічне рівняння»;
- *формулювати* закон збереження маси речовин;
- *пояснювати* сутність закону збереження маси речовин і рівнянь реакцій;
- *уміти складати* рівняння хімічних реакцій, читати їх;
- *формувати здатності* до оволодіння хімічною мовою.

**Закон як форма наукових знань.** Кожна наука базується на знаннях, які здобуло людство в процесі свого історичного розвитку. Такі знання називають **законами**. Вони відображають найсуттєвіші повторювальні або сталі зв'язки між явищами, процесами, предметами в навколишньому світі.

Вивчені вами перші поняття періодичного закону дають деякі уявлення про існування в природі періодичності, починаючи з будови та властивостей частинок мікросвіту до видимих змін: зміна дня й ночі, пір року, фаз Місяця, відмирання листків на деревах восени та відродження їх навесні.

Кожний закон, відкритий у науці, є формою узагальнених знань, на основі яких можна базувати або передбачувати нові, ще не відкриті знання.

Хімія вивчає закони, що пояснюють перетворення сполук. До них належить закон збереження енергії та закон збереження маси речовин. Обидва закони сформульовані одночасно М. Ломоносовим у 1748 р. Природничі науки фізика й хімія розглядають кожний з них зокрема: фізика — закон збереження енергії, хімія — закон збереження маси речовин.

**Закон збереження маси речовин.** Уперше закон збереження маси речовин був відкритий М. Ломоносовим у 1748 р. На основі експериментальних досліджень, пов'язаних з прожарюванням речовин не у відкритій посудині, а в



запаяній реторті, учений довів, що маса речовин разом з ретортою не змінювалася. Понад 40 років після нього цей закон було відкрито ще раз французьким хіміком А. Лавуазьє, незалежно від свого попередника.

Проведемо *демонстраційний дослід*, що ілюструє закон збереження маси речовин у лабораторних умовах.

Прилад для дослідження складається з двоколінної пробірки, терезів і різноважок (рис. 59). У двоколінну пробірку наллємо розчини реагентів. Зрівноважимо шальки терезів. Потім нахилимо пробірку так, щоб уміст розчину з одного коліна перелився в друге. Уважно спостерігаємо за перебігом реакції та рівновагою терезів.

Для кращої наочності досліді потрібно вибрати вихідні речовини, які, взаємодіючи, дають яскраво виражені ознаки. Наприклад, розчини купрум(II) сульфату й натрій гідроксиду.



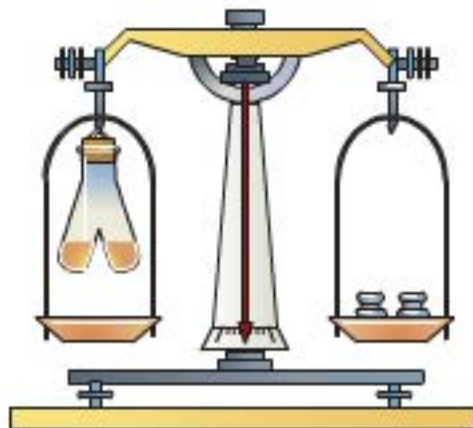
Чи порушилася рівновага? Прокоментуйте, чому.

Сучасне формулювання закону таке.



***Маса речовин, що вступили в реакцію, дорівнює масі речовин, що утворилися після реакції.***

Якщо ж суть будь-якої хімічної реакції полягає в перегрупуванні атомів, з яких складаються сполуки (див. рис. 49), то очевидно, що атоми, складові вихідних речовин, входять

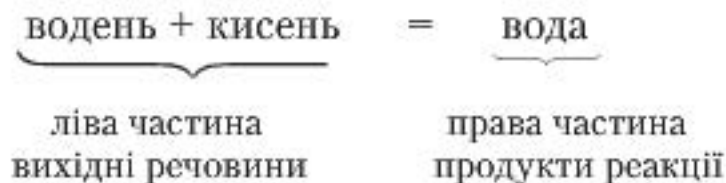


**Рис. 59.** Прилад для доведення закону збереження маси речовин

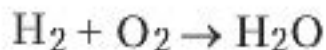
до складу продуктів реакції. Отже, *маса всіх атомів до реакції дорівнює масі атомів після реакції*.

Хімічні реакції записують за допомогою хімічних рівнянь.

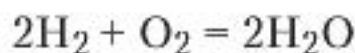
**Хімічні рівняння.** Хімічне рівняння, як і схема реакції, складається з двох частин: лівої, у якій записують формули речовин, що вступають у реакцію (вихідні речовини, або реагенти), і правої, у якій указують формули речовин, що утворилися після реакції (продукти реакції). Вихідні речовини й продукти реакції сполучаються знаком плюс (+), якщо їх більше ніж одна. Між лівою та правою частинами рівняння ставлять знак рівності (=). Наприклад:



За допомогою хімічних формул вищеподаний вираз записують так:



Якщо порахувати кількість атомів Гідрогену до та після реакції, то їх кількість буде однаковою. Проте цього не можна сказати про Оксиген: у реакцію вступає два атоми (молекула, що складається з двох атомів), а після реакції в складі молекули води є лише один атом. Щоб записаний вираз перетворився на рівняння, згідно із законом збереження маси речовин, треба зрівняти кількість усіх атомів до та після реакції. Для цього перед формулами речовин проставляють числа, що отримали назву **коефіцієнти**:

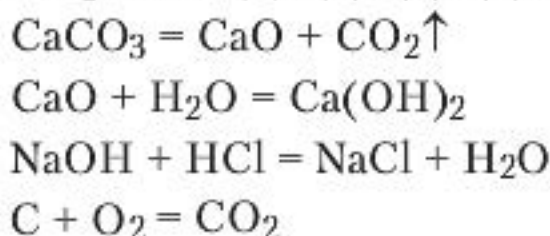


Рівняння читається так: *два-аш-два плюс о-два дорівнює два-аш-два-о*.

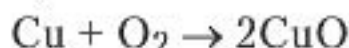
Переглянемо тепер схеми реакцій, наведені в § 13. У схемах (1), (2), (3), (9) кількість атомів Кальцію, Карбону, Гідрогену, Оксигену, Натрію й Хлору є однаковою до



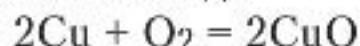
і після реакції. Отже, щоб записати рівняння цих реакцій, треба стрілки замінити знаками рівності (=). Отримаємо відповідно рівняння реакції (1), (2), (3), (9):



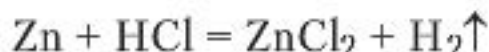
У схемі (4) кількість атомів Купруму збігається, проте кількість атомів Оксигену є різною. Щоб кількість атомів Оксигену до й після реакції була однаковою, перед формулою купрум(II) оксиду  $\text{CuO}$  поставимо коефіцієнт 2:



Це означає, що після реакції утворилося дві структурні частинки купрум(II) оксиду. Для цього до реакції потрібно взяти два атоми Купруму. Правильне рівняння реакції окиснення міді матиме такий вигляд:



У схемі (7)



у лівій частині є по одному атому Гідрогену та Хлору, а в правій — по два. Коефіцієнт 2 перед формулою хлоридної кислоти  $\text{HCl}$  зрівняє кількість цих атомів. Рівняння реакції набуде такого вигляду:

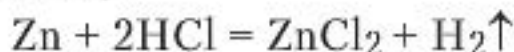
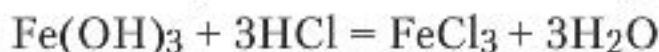


Схема реакції (6) перетвориться на рівняння, якщо перед формулою хлоридної кислоти до реакції та перед формулою води після реакції поставити коефіцієнти 3:

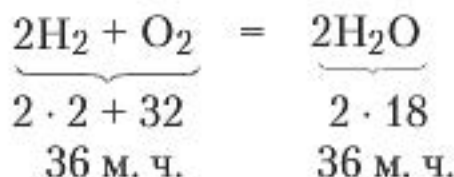


Отже, можемо сформулювати визначення, що таке *хімічне рівняння*.



**Хімічне рівняння** — це умовний запис хімічної реакції за допомогою формул і коефіцієнтів.

Скориставшись знаннями про відносні молекулярні маси, математично перевіримо дію закону збереження маси речовин:



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Закон збереження маси речовин** — один з фундаментальних законів хімії, який читається так: **маса речовин, що вступили в реакцію, дорівнює масі речовин, що утворилися після реакції**.
- Закон збереження маси речовин узятو за основу складання хімічних рівнянь.
- **Хімічне рівняння** — це умовний запис хімічної реакції за допомогою формул і коефіцієнтів.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

- Уставте пропущені слова у висловах:  
Маса речовин, що вступають в реакцію, ... масі речовин, що ... після реакції.  
Хімічне рівняння — це умовний запис ... реакції за допомогою ... і ... .  
Коефіцієнт — це число, яке ставлять перед ... і позначає кількість окремих ... , ... .
- Укажіть правильний запис рівняння реакції:  
а)  $\text{Cu} + \text{O}_2 = \text{CuO}$ ; б)  $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$ ; в)  $\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$ .
- Порівняйте, чим відрізняються записи:  
а)  $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$ ; б)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ .
- Прочитайте хімічні рівняння:  
а)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ ; б)  $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$ ; в)  $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ .
- Поясніть, що означають цифри, поставлені перед формулами сполук у рівняннях реакцій у завданні 4.
- Перетворіть на хімічні рівняння схеми реакцій:  
а)  $\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S}$ ; б)  $\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + \text{O}_2$ ; в)  $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}$ ; г)  $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$ ; р)  $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
- Обґрунтуйте, чому між лівою та правою частинами рівняння ставлять знак рівності.



8. Перетворіть на хімічні рівняння схеми реакцій:  
 а)  $K + H_2O \rightarrow KOH + H_2$ ; б)  $Al + Fe_2O_3 \rightarrow Fe + Al_2O_3$ ;  
 в)  $Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + H_2O$ ; г)  $BaO + HNO_3 \rightarrow Ba(NO_3)_2 + H_2O$ .
9. Перевірте розрахунком дію закону збереження маси речовин на прикладі хімічних рівнянь:  
 а)  $Ba + H_2O = Ba(OH)_2 + H_2$ ; б)  $2Fe_2O_3 + 3C + 4Fe + 3CO_2$ .
10. Допишіть пропущені формули сполук у схемах і перетворіть схеми на хімічні рівняння:  
 а)  $Na + H_2O \rightarrow NaOH + ?$ ; б)  $Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + ?$ ;  
 в)  $Al + ? \rightarrow Al_2S_3$ .
11. Установіть відповідність між масою реагентів і масою продуктів реакції, користуючись законом збереження маси речовин.

Маса реагентів, г	Маса продуктів реакції, г
1 вуглець (24), кисень (64)	<b>A</b> 168
2 алюміній (54), хлор (213)	<b>Б</b> 69,9
3 магній (72), сірка (96)	<b>В</b> 88
4 ртуть (60,3), сірка (9,6)	<b>Г</b> 267
	<b>Г'</b> 154

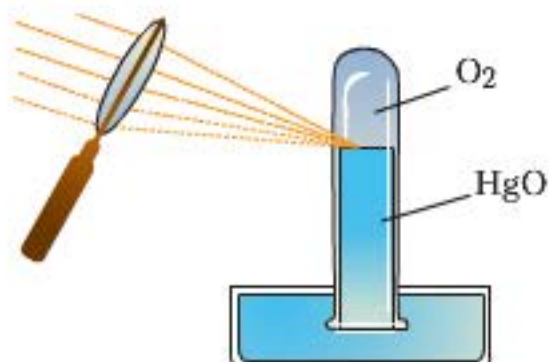
## § 17. Добування кисню. Реакція розкладу



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *знати* реакції, які взято за основу добування кисню в лабораторії та промисловості, способи збирання кисню і реакції розкладу;
- *складати* рівняння реакцій добування кисню;
- *формулювати* визначення реакції розкладу, каталізатора і *розуміти* їхню суть;
- *досліджувати* наявність кисню;
- *формувати здатності* до оволодіння хімічною мовою.

**З історії відкриття.** Вам уже відомо, що кисень відкривали тричі. Англійський хімік Дж. Прістлі добув кисень у чистому вигляді за допомогою експерименту. Він розжарив меркурій(II) оксид  $HgO$ , фокусуючи сонячне проміння лінзою (рис. 60, с. 116). На стінках приладу, у якому проводився експеримент, з'явилися крапельки сріблястої мета-

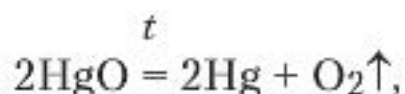


**Рис. 60.** Прилад, за допомогою якого Дж. Прістлі добув кисень

лічної ртуті й виділилося досить багато газу. Добутий газ характеризувався такими властивостями: запалена свічка горіла в ньому яскраво-блискучим полум'ям, а дихати ним було легко й приємно.

**Добування кисню в лабораторії.** Про один з лабораторних способів добування кисню вам уже відомо з дослідів, проведеного Дж. Прістлі.

Реакцію розкладу меркурій(II) оксиду в уже згадуваному експерименті можна записати рівнянням



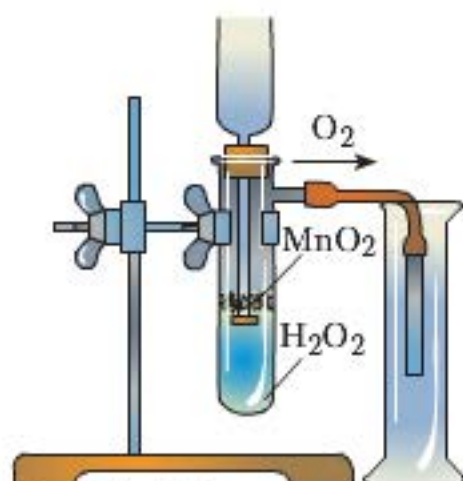
де  $t$  означає, що реакція відбулася за нагрівання.

Реакцію, описану в досліді Дж. Прістлі, не проводять у шкільних умовах через високу токсичну дію парів ртуті. Проте існує багато інших оксигеновмісних речовин, здатних розкладатися з виділенням кисню. До них належать: *гідроген пероксид*  $\text{H}_2\text{O}_2$ , *калій хлорат*  $\text{KClO}_3$ , *натрій нітрат*  $\text{NaNO}_3$ , *калій нітрат*  $\text{KNO}_3$ , *вода*  $\text{H}_2\text{O}$ , *калій перманганат*  $\text{KMnO}_4$  (марганцівка) тощо.

Досить безпечним і доступним у лабораторних умовах є добування кисню розкладом гідроген пероксиду.

**Дослід 1.** Наллємо в пробірку гідроген пероксиду  $\text{H}_2\text{O}_2$  (рис. 61), умонтуємо її в лапку штатива, а кінець газовідвідної трубки опустимо в циліндр для збирання кисню. Нагріємо обережно пробірку з умістом і перевіримо наявність кисню. Кисень не виділяється.





**Рис. 61.** Добування кисню розкладом гідроген пероксиду

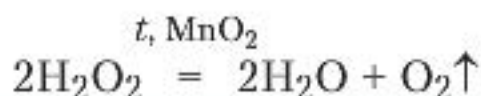
Видозмінимо дослід. У пробірку з гідроген пероксидом додамо трохи манган(IV) оксиду. У циліндрі збирається газ кисень.

Наявність газу перевіримо тліючою скіпкою. Якщо опустити її в циліндр, вона спалахує яскравим полум'ям і горить.



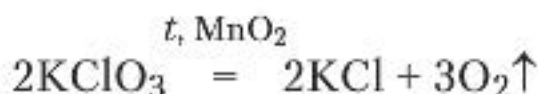
Яким способом, на вашу думку, збирали кисень?

Чому реакція відбувається швидко у випадку, коли до реагенту додати чорного порошку манган(IV) оксиду? Останній проявляє здатність прискорювати перебіг хімічного перетворення, але сам залишається незмінним. Рівняння реакції:



Речовини, що прискорюють хімічні реакції, але не витрачаються, називають *каталізаторами*.

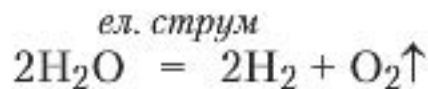
Реакції, що відбуваються за участю каталізаторів, називають *каталітичними*. Каталітичною є і реакція добування кисню з калій хлорату за нагрівання:



У живих організмах теж містяться каталізатори, що прискорюють хімічні реакції в їхніх клітинах. Такі каталізатори

називають *ферментами*. Вони беруть участь в усіх біологічних перетвореннях. Дію ферментів спостерігають під час виготовлення сиру, випікання хліба, виробництва вин тощо.

Під дією постійного електричного струму вода теж розкладається на два гази — кисень і водень:



**Способи збирання кисню.** У хімічних лабораторіях застосовують два способи збирання кисню: *витісненням повітря і води*. З першим способом ви ознайомилися під час добування кисню з гідроген пероксиду. Його застосовують, урахувуючи те, що кисень є важчим за повітря, тому й може витіснити повітря з посудини, у яку його збирають. Другий спосіб ґрунтується на властивості кисню дуже слабо розчинятися у воді (рис. 62).

У промисловості кисень добувають з повітря. Основним завданням є відділити його від інших газів, зокрема від азоту. З цією метою повітря під тиском зріджують, а потім поступово підвищують температуру. За температури  $-196\text{ }^\circ\text{C}$  азот випаровується. Кисень за таких умов залишається в рідкому стані. Газуватий кисень зберігають під високим тиском у сталевих балонах, які за будовою подібні до термоса.

Окрім цього способу, кисень у промисловості добувають з води. Вода розкладається на кисень і водень, якщо пропускати крізь неї постійний електричний струм. Таку реакцію називають *електролізом* води.

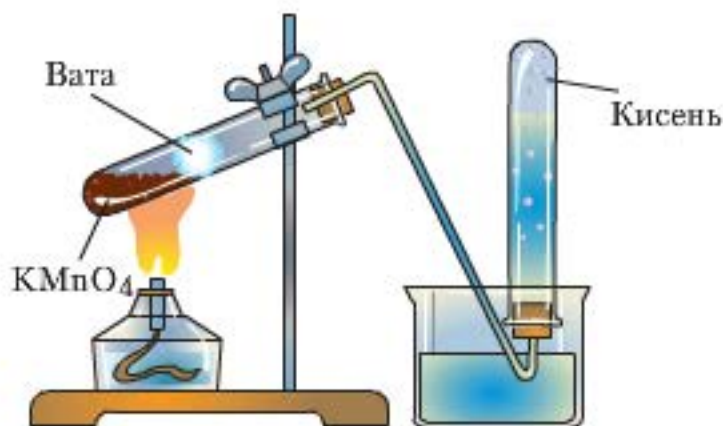


Рис. 62. Збирання кисню витісненням води



Електроліз води можна застосувати також для добування водню (див. реакцію вище).

**Реакції розкладу.** Реакції добування кисню в лабораторії характеризуються тим, що з однієї речовини добувають дві й більше інших сполук. Такий тип реакцій у хімії називають *реакціями розкладу*.



**Реакції розкладу** — це реакції, під час яких з однієї складної речовини утворюється кілька простіших за складом речовин.



Поміркуйте, про що говорить сама назва типу реакцій?

Дуже ефектною реакцією розкладу є дослід «хімічний вулкан». У фарфоровій ступці розтирають оранжево-червоні кристали амоній дихромату  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Висипають сіль на металеву пластинку, надаючи їй форми гірки. У вершину гірки вставляють дві-три головки сірників і запалюють їх. Від тепла, що виділяється палаючими сірниками, починає бурхливо розкладатися амоній дихромат. Із «кратера вулкана» викидається сніп яскравих іскор. Гірка помітно збільшується від утвореного під час реакції хром(III) оксиду темно-зеленого кольору. Об'єм продуктів реакції є більшим за об'єм реагента. Увесь процес нагадує виверження вулкана (рис. 63). Рівняння цієї реакції (не для запам'ятовування):

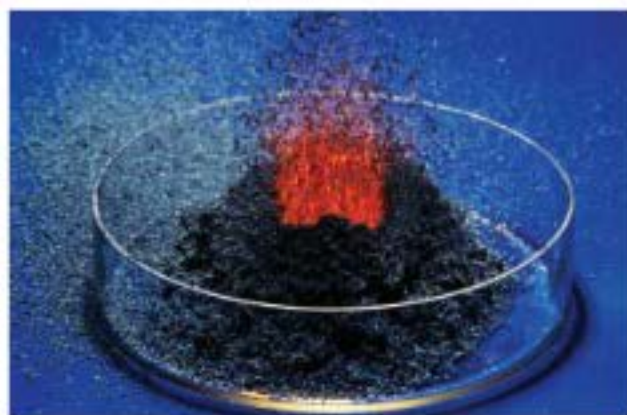
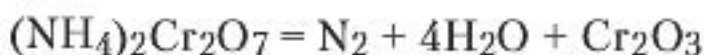


Рис. 63. Хімічний вулкан

Реакції розкладу відіграють важливу практичну роль у житті людини. До них належать: реакція випалювання вапняку, схема  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ , за якою в промисловості добувають негашене вапно  $\text{CaO}$ ; реакція розкладу амоній карбонату (порошку до печива), яку можна зобразити схемою  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NH}_3\uparrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , тощо.



Перепишіть ці схеми в робочий зошит і перетворіть їх на рівняння реакцій.

Численні реакції розкладу постійно відбуваються в нашому організмі, завдяки чому вивільняється багато енергії, необхідної для роботи всіх органів.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- У лабораторії кисень добувають за допомогою реакцій розкладу речовин, що містять Оксиген: гідроген пероксиду  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; калій хлорату  $\text{KClO}_3$ ; калієвої чи натрієвої селітри, відповідно  $\text{KNO}_3$  чи  $\text{NaNO}_3$  тощо. У промисловості — дистиляцією повітря за відповідних температур і тиску.
- **Реакції розкладу** — реакції, під час яких з однієї складної речовини утворюється декілька простіших за складом речовин. Реакції розкладу мають велике практичне значення для життєдіяльності організмів і добробуту людини.
- Речовини, що прискорюють хімічні реакції, але не витрачаються, називають *каталізаторами*.



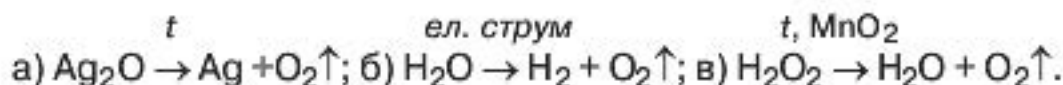
### ЦІКАВО ЗНАТИ

- У промисловому виробництві застосовують понад 400 каталітичних реакцій.
- Ферменти використовують у фармацевтичній промисловості, виробництві синтетичних мийних засобів, маргарину тощо.



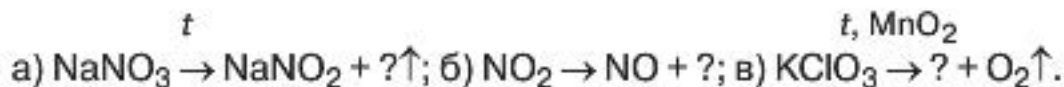
### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Поясніть на прикладах, що вам відомо про перші лабораторні спроби добування кисню.
2. Перетворіть схеми на відповідні рівняння реакцій:

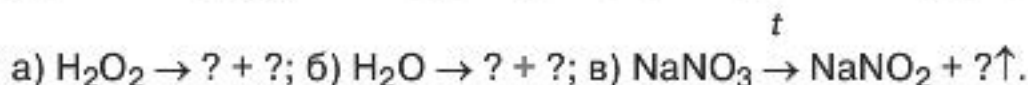




3. Допишіть пропущені формули. Складіть рівняння реакцій:



4. Допишіть продукти й перетворіть схеми на рівняння реакцій:



### ДОСЛІДЖУЄМО ВДОМА

Для експерименту використайте розчин гідроген пероксиду з масовою часткою розчиненої речовини 3 %. Цей розчин є в кожній домашній аптечці.

Покладіть на блюдце сирі й відварені холодні картоплю, моркву, буряк, м'ясо, сир. Крапніть розчином гідроген пероксиду на кожний з них. Спостерігайте, як поводить себе гідроген пероксид. Опишіть ваші спостереження.

## § 18. Хімічні властивості кисню. Реакція сполучення. Оксиди



### Опанувавши цю тему, ви зможете:

- *знати* хімічні властивості кисню, реакції сполучення, оксиди;
- *розрізняти* реакції розкладу та сполучення, процеси горіння, повільного окиснення, дихання;
- *складати* рівняння реакцій, що характеризують хімічні властивості кисню, взаємодію з простими речовинами;
- *пояснювати* суть реакцій розкладу та сполучення, горіння й повільного окиснення;
- *формувати здатності* застосовувати реакції горіння.



Пригадайте з курсу природознавства, що вам відомо про реакції горіння.

Хто з вас не спостерігав у повсякденному житті реакцію горіння?

Запаліть сірник, і ви побачите, як горить деревина. Вам, мабуть, не раз у туристичних походах доводилося розводити

багаття, а вдома декілька разів на день запалювати газ, що використовується як побутове паливо.

Навіщо людство використовує ці реакції? Очевидно, що кожна із згадуваних реакцій горіння супроводжується виділенням тепла та світла.

Горіння — це одна з перших хімічних реакцій, що її освоїла людина з часів добування вогню. Дотепер ця реакція застосовується для приготування їжі, обігрівання осель, ведення промислових процесів. Енергія, що звіль-



а



б



в



г

**Рис. 64.** Горіння фосфору в кисні

няється під час горіння палива, використовується для перетворення на електричну.

Що ж таке реакція горіння?

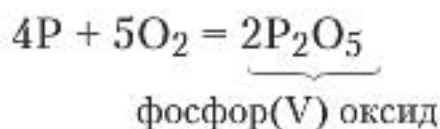
Розглянемо її на прикладах горіння простих і складних речовин.

**Горіння неметалів у кисні.** Вам уже відомо, що під час хімічних реакцій речовини зазнають певних змін. Такі властивості речовин називають *хімічними*.

Ознайомимось з хімічними властивостями кисню, виконавши *демонстраційні досліди*.

**Дослід 1. Горіння фосфору в кисні (виконується у витяжній шафі).** Насипимо в залізну ложечку для спалювання речовин червоний фосфор (рис. 64 а). Нагріємо її в полум'ї так, щоб фосфор загорівся (рис. 64 б). Опустимо горючий фосфор у колбу, попередньо заповнену киснем. Фосфор згоряє яскраво-сліпучим полум'ям з утворенням густого білого диму — фосфор(V) оксиду (рис. 64 в). Згодом дим осяде на стінках колби у вигляді білого порошку (рис. 64 г). Відбулася хімічна реакція





Уважно спостерігаючи цю реакцію, помітимо, що вона супроводжувалася зовнішніми проявами, зокрема виділенням світла й теплоти, зміною забарвлення речовини.

Отже, фосфор горить у кисні з утворенням складної речовини фосфор(V) оксиду.

Аналогічно в кисні згоряють прості речовини-неметали сірка, вуглець та інші (рис. 65).



Складіть самостійно рівняння реакцій вуглецю й сірки з киснем, якщо продуктами є відповідно карбон(IV) оксид  $\text{CO}_2$  і сульфур(IV) оксид  $\text{SO}_2$ . Прочитайте рівняння реакцій.

Дослід 2. Горіння водню в кисні.

У кисні згоряють не тільки тверді речовини, а й гази, наприклад водень. Для добування водню на дно пробірки помістимо декілька гранул цинку та доллемо хлоридну кислоту. Пробірку закриємо корком з газовідвідною трубкою. Згодом поверхня гранул укриється пухирцями газу, він виділяється через трубку. Зберемо його в пробірку, перевернуту вгору дном, і перевіримо на чистоту.

У такому ж положенні пробірку піднесемо до полум'я нагрівного приладу. Якщо водень чистий, він спокійно загоряється, а якщо ні, то процес супроводжується різким звуком. Після перевірки запалимо водень, що виділяється з газовідвідної трубки. Газ загоряється й горить блакитним полум'ям. Утворюються молекули води.



Напишіть самостійно рівняння реакції та пригадайте, як перевірити утворення води.



а



б

Рис. 65. Горіння сірки (а) і вуглецю (б) у кисні

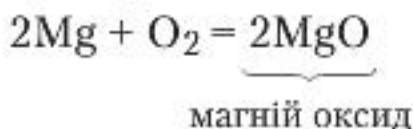
**Взаємодія кисню з металами.** У кисні згоряють і деякі метали, зокрема магній, залізо.



**Рис. 66.** Горіння магнію в кисні

**Дослід 3. Горіння магнію в кисні.** Нагріємо в полум'ї магнієву дrottину, умонтовану в тримач, і опустимо в колбу з киснем. Магній згоряє яскраво-сліпучим полум'ям, розсипаючи іскри (рис. 66). До речі, магній, як хімічно активний метал, згоряє і на повітрі.

Подібно до неметалів магній, згоряючи в кисні або в атмосфері повітря, утворює *магній оксид*:



Отже, у кисні горять деякі метали з утворенням відповідних оксидів.

Горіння — це процес окиснення.



**Горіння** — це реакції окиснення речовин, що відбуваються з виділенням тепла й світла.



Пригадайте, як кисень реагує із залізом. Відтворіть рівняння реакції.

Речовини фосфор, сірка, вуглець, магній, залізо вступають у реакції з киснем у вільному стані з утворенням складних речовин, до складу яких входить елемент Оксиген.



Проаналізуйте склад речовин, що утворилися після реакцій горіння неметалів і металів.

**Повільне окиснення.** Не всі речовини реагують з киснем однаково. Деякі реакції їх взаємодії з киснем відбуваються без виділення світла, а в умовах, коли речовина реагує повільно, теплота виділяється поступово, без загоряння. Розглянемо приклад.

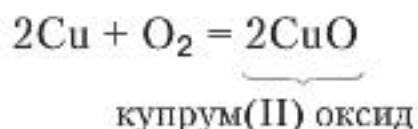
**Дослід 4. Окиснення міді.** Мідну дrottину, закручену в спіраль, нагріємо в полум'ї. (Для видимих змін, що відбува-



ються з дротиною, достатньо кисню повітря). На поверхні дротини утворюється чорний наліт — купрум(II) оксид. Горіння не спостерігається, але утворення речовини чорного кольору свідчить, що реакція відбулася (рис. 67). Такий процес називають *повільним окисненням*. Речовина, що реагує з киснем, *окиснюється*.

Поняття «окиснення» є більш загальним від поняття «горіння». Одночасно з окисненням проходить інший процес — відновлення, який ви вивчатимете трохи пізніше.

Рівняння реакції окиснення міді:



Ця реакція спостерігається в природних умовах. Мідна чи алюмінієва бляха з часом окиснюється з утворенням захисної окисної плівки, срібні вироби вкриваються чорним нальотом. Теплоту повільного окиснення використовують у теплицях.

Процеси окиснення відбуваються в організмах людини, рослин і тварин. Їх називають *диханням*. Дихання — це сукупність реакцій окиснення органічних речовин, унаслідок чого вивільняється енергія, що забезпечує роботу всіх органів. Інакше кажучи, дихання — це процес газообміну між організмом і зовнішнім середовищем. Вдихаючи повітря, що містить кисень, органічні речовини окиснюються до вуглекислого газу та водяної пари й виводяться назовні під час видихання. Нестача кисню в повітрі або забруднене повітря спричиняють порушення регуляції дихання.

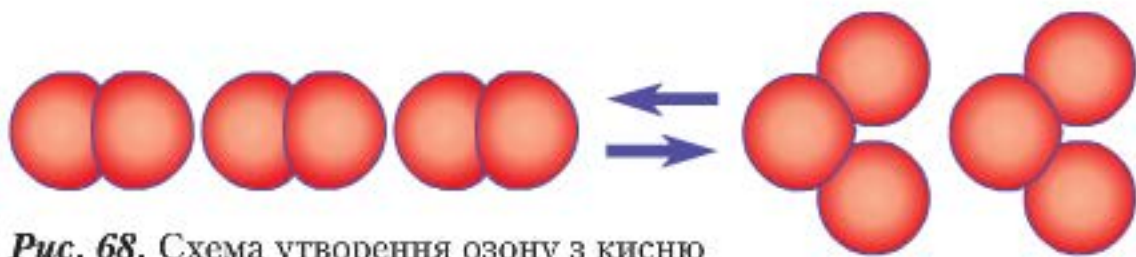
Отже, кисень відіграє важливу біологічну роль — здатність підтримувати обмін речовин і життєдіяльність організмів завдяки реакціям окиснення.



Рис. 67. Окиснення мідної дротини

**Озон.** Під час проходження через кисень електричного розряду він перетворюється на озон. Це газ блакитного забарвлення, з різким запахом. Озон розчинний у воді й органічних розчинниках, отруйний.

У хвойних лісах, що багаті на смолисті речовини, останні мають здатність окиснюватися з виділенням озону. Під дією грозових розрядів в атмосфері теж відбувається перетворення кисню на озон:  $3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$  (рис. 68).



**Рис. 68.** Схема утворення озону з кисню

У разі сильного охолодження за температури  $-112,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  і тиску 150 атм озон утворює темно-фіолетову рідину, яка твердне за температури  $-251,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , утворюючи такого ж забарвлення кристали.

Озон активніший за кисень, легко знебарвлює фарби, руйнує органічні сполуки. Окиснювальні властивості озону застосовують для відбілювання тканин, дезінфекції повітря, знезараження водопровідної води.

В атмосфері озон розміщений суцільним шаром на висоті від 10 до 60 км з найбільшою концентрацією на позначках 20–25 км.

Озоновий шар захищає живі організми нашої планети від згубного впливу короткохвильового ультрафіолетового випромінювання Сонця. Наукою доведено, що без озонового захисту життя на Землі не існувало б, бо великі дози ультрафіолетового випромінювання спричиняють загибель живих клітин. Озоновий шар захищає Землю від перегрівання, поглинаючи тепло, що відходить від неї.

**Реакції сполучення.** Реакції взаємодії простих речовин металів і неметалів з киснем належать до *реакцій сполучення*.



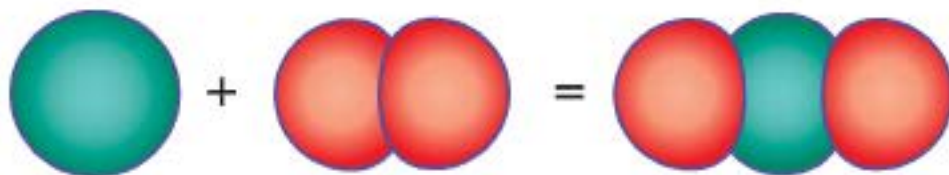


**Реакції сполучення** — це реакції, під час яких з двох або більше вихідних речовин утворюється одна складна речовина.

**Оксиди.** Під час взаємодії речовин з киснем утворюються нові речовини: фосфор(V) оксид  $P_2O_5$ , карбон(IV) оксид  $CO_2$ , сульфур(IV) оксид  $SO_2$ , магній оксид  $MgO$  та ін. Такі речовини мають загальну назву *оксиди* й утворюють окремий клас неорганічних сполук.



**Оксиди** — це складні речовини, утворені двома елементами, один з яких — Оксиген (рис. 69).



**Рис. 69.** Схема реакції сполучення вуглицю з киснем з утворенням карбон(IV) оксиду

Майже всі елементи періодичної системи (виняток становлять лише деякі інертні елементи) мають здатність сполучатися з киснем за нормальних або змінених умов, тобто під час нагрівання, зміни тиску тощо.



## ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Кисень** — речовина, що легко вступає в хімічні реакції з неметалами та металами. Унаслідок цих реакцій утворюються складні речовини — оксиди.
- Реакції кисню з речовинами називають *окисненням*. Серед реакцій окиснення розрізняють *реакції горіння та повільного окиснення*.
- **Реакції сполучення** — реакції, під час яких з двох або більше вихідних речовин утворюється одна складна речовина.
- **Оксиди** — складні речовини, утворені двома елементами, один з яких — Оксиген.

- Кисень має здатність за певних умов перетворюватися на озон  $O_3$  — газ блакитного забарвлення, з різким запахом. Озон — більш активний окисник, ніж кисень.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Обчисліть відносні молекулярні маси кисню й озону  $O_3$ .
2. Перелічіть фізичні властивості кисню.
3. Сформулюйте визначення реакцій: а) горіння; б) повільного окиснення.
4. Складіть рівняння реакцій горіння вуглецю та магнію.
5. Допишіть продукти реакцій. Поставте коефіцієнти:  
а)  $Si + O_2 =$  ; б)  $Al + O_2 =$  ; в)  $B + O_2 =$  ; г)  $Zn + O_2 =$  .
6. Напишіть рівняння реакцій між речовинами, що подані формулами:  
а)  $Se$  і  $O_2$ ; б)  $S$  і  $O_2$ ; в)  $Fe$  і  $O_2$ ; г)  $P$  і  $O_2$ ; ґ)  $Ca$  і  $O_2$ ; д)  $Al$  і  $O_2$ .
7. Поясніть, які з реакцій завдання 5 належать до горіння, а які — до окиснення.
8. Під час реакції горіння вуглецю масою 2,4 г утворився карбон(IV) оксид масою 8,8 г. Обчисліть масу кисню, що вступив у реакцію.
9. Напишіть рівняння реакцій: а) між кальцієм і киснем; б) фосфором і киснем; в) силіцієм і киснем; г) добування кисню з гідроген пероксиду; ґ) добування кисню з калій перманганату; д) окиснення цинку; е) окиснення міді; є) добування кисню з калій хлорату  $KClO_3$ . Класифікуйте реакції за типами. Назвіть утворені продукти реакцій.



### ЦІКАВО ЗНАТИ

- Кисень у рідкому стані притягується магнітом.
- Людина за одну хвилину вдихає  $5\text{ см}^3$  кисню, а за добу —  $7200\text{ см}^3$  або  $72\text{ м}^3$ .
- У 1982 р. вчені виявили над Антарктидою «озонову дірку», яка на цей час має діаметр понад 1000 км і переміщається до Австралії. Причиною пошкодження озонового шару є безгосподарна діяльність людини: забруднення повітря газами фреонами. Доведено, що одна молекула фреону знищує 100 тис. молекул озону. Через це застосування фреонів різко скорочено. Однак до подолання цієї проблеми далеко, бо фреони зберігаються в атмосфері 50–100 років.



## § 19. Взаємодія кисню зі складними речовинами



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *знати* реакції взаємодії кисню зі складними речовинами, умови виникнення та припинення горіння;
- *аналізувати* перебіг реакцій горіння складних речовин, їх сутність;
- *складати* рівняння реакцій, що характеризують хімічні властивості кисню, взаємодію зі складними речовинами;
- *формулювати здатності* застосовувати реакції горіння.

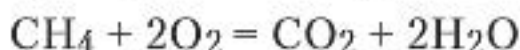
**Взаємодія кисню зі складними речовинами.** У § 18 ви ознайомилися з властивістю кисню реагувати з простими речовинами. А чи взаємодіє кисень зі складними речовинами? Відповіді на це запитання допоможе знайти *демонстраційний дослід*.

Запаліть природний газ, що використовується як побутове паливо. До його складу входить в основному газ метан  $\text{CH}_4$ . На повітрі він горить блакитним полум'ям.



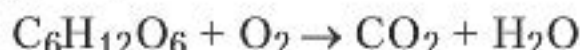
Пригадайте, які продукти утворюються після згоряння і як перевірити це експериментально.

Рівняння реакції горіння метану має такий вигляд:



Поясніть, які ще явища, крім утворення оксидів, спостерігаються під час згоряння метану.

Повне окиснення глюкози  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (або горіння) відбувається з утворенням кінцевих продуктів карбон(IV) оксиду та води. Схема реакції:



Знайдіть коефіцієнти й перетворіть схему на рівняння реакції.

У всіх попередніх випадках розглядалося горіння органічних речовин. Однак у реакції горіння можуть вступати й складні неорганічні сполуки. Наприклад, водень (проста речовина, утворена атомами Гідрогену) із сіркою утворює складну речовину гідроген сульфід  $\text{H}_2\text{S}$ .

Кисень має здатність повністю окиснювати гідроген сульфід з утворенням оксидів тих елементів, що входять до його складу.



Напишіть самостійно рівняння реакції горіння гідроген сульфиду.

Реакції повільного окиснення та горіння простих і складних речовин мають велике практичне значення для людини. За їх участю добувають оксиди, що можуть бути як сировиною для промисловості, так і виконувати функції каталізаторів у виробничих процесах. З цими реакціями пов'язаний процес дихання. Людський організм використовує глюкозу та інші органічні речовини як джерело енергії, яка вивільняється від їх окиснення. Під час повільного окиснення (гниття решток рослин) виділяється теплота, яку використовують у теплицях для вирощування овочів.



**Рис. 70.** Горіння дров

Електричну енергію, що забезпечує населення світлом, добувають перетворенням теплової енергії. У побуті реакцію горіння використовують для приготування їжі, а горіння сухого пального, дров — у туристичних походах (рис. 70). До речі, під час виконання лабораторних дослідів і практичних робіт реакції горіння застосовують для нагрівання речовин до температур перебігу хімічних реакцій.



Пошукайте більше інформації про практичне значення реакцій горіння та повільного окиснення.



**Умови виникнення та припинення горіння.** Як ви вже переконалися, для виникнення горіння потрібно виконати дві умови:

- 1) нагріти речовину до температури її займання;
- 2) забезпечити постійний доступ повітря або кисню.

Температури займання для різних речовин є неоднаковими. Досить низькою температурою займання характеризується білий фосфор, вона становить  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для сірки й вуглецю — відповідно  $270\text{ }^{\circ}\text{C}$  і  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Для припинення горіння необхідно ліквідувати ці умови: охолодити речовину, що горить, нижче температури її займання та припинити доступ повітря.



Запропонуйте способи охолодження горючих речовин (предметів) і перекриття доступу повітря (кисню) до них.

З метою збереження життя та здоров'я потрібно знати, що реакції горіння в разі невмілого ними керування можуть завдавати людині шкоди.

Під час повільного окиснення відбувається псування деталей машин (ржавіння), що може призвести до аварій. На великих підприємствах одяг, просякнутий мастилами й скинутий купою, може самозайнятися й спричинити пожежу. Аналогічно самозаймання відбувається на зерносховищах, якщо насіння недостатньо просушене.

Необхідно пам'ятати, що змішування метану з киснем у співвідношенні 1 : 2 є вибухонебезпечним.



Запропонуйте заходи щодо усунення небезпеки вибуху природного газу в побуті.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Кисень** — речовина, що легко вступає в хімічні реакції не тільки з простими, а й зі складними органічними та неорганічними речовинами. Продуктами реакцій горіння складних речовин є оксиди.
- Під час горіння складних речовин кожний елемент, що входить до їх складу, окиснюється.

- Реакції горіння, повільного окиснення мають велике практичне значення в промисловості, сільському господарстві, побуті та в життєдіяльності організмів. Однак неправильне поводження з ними може спричинити виникнення пожеж, нещасні випадки.
- Умовами виникнення горіння є нагрівання речовини до температури її займання та забезпечення постійного доступу кисню або повітря. Для припинення горіння ці умови потрібно ліквідувати.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Напишіть формули простих і складних речовин, що вступають в реакції горіння. Назвіть реагенти й речовини, що утворюються.
2. Допишіть продукти реакцій, де це потрібно, і перетворіть схеми на відповідні рівняння реакцій:  
а)  $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow$ ; б)  $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
3. Поясніть, чим відрізняється горіння речовин у чистому кисні від горіння на повітрі.
4. Поставте коефіцієнти в схемах реакцій:  
а)  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ ; в)  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ ; г)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
5. Поясніть, за яких умов виникає горіння речовин. Наведіть приклади припинення горіння без шкоди для здоров'я.
6. Допишіть продукти реакцій, де це потрібно. Перетворіть схеми на рівняння, поставивши коефіцієнти:  
а)  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + ?$ ; б)  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow ? + \text{H}_2\text{O}$ ; в)  $\text{H}_2\text{S} + ? = ? + \text{H}_2\text{O}$ ; г)  $\text{C}_3\text{H}_8 + ? \rightarrow ? + \text{H}_2\text{O}$ .
7. Під час згоряння фосфору масою 124 г утворився фосфор(V) оксид масою 284 г. Обчисліть, яка маса кисню вступила в реакцію.
8. Поясніть, чому в холодну пору року під час приготування їжі віконне скло вкривається крапельками води. Де в природі зустрічається таке явище?
9. Обчисліть, яка маса оксиду тривалентного металічного елемента утвориться, якщо в реакцію з киснем масою 96 г вступив метал масою 108 г. Запишіть загальну формулу цього оксиду.
10. Обґрунтуйте, як експериментально довести, що під час горіння природного газу метану утворюється вуглекислий газ і водяна пара. Напишіть рівняння реакції.





## ДОСЛІДЖУЄМО ВДОМА

1. Закріпіть невелику свічку на підставці й запаліть гніт. Накрийте її склянкою та спостерігайте за процесом горіння. Які зміни відбуваються? Зробіть відповідні висновки.
2. Ще раз запаліть гніт свічки. Накрийте її склянкою банкою об'ємом 1 л та спостерігайте за процесом горіння. Які зміни відбуваються? Зробіть відповідні висновки, порівнявши з попереднім дослідом.



## Практична робота 4

### **Добування кисню з гідроген пероксиду, збирання, доведення його наявності**



Пригадайте правила поводження з лабораторним штативом, нагрівним приладом, правила його запалювання.

Приготуйте все необхідне для виконання практичної роботи. Складіть прилад з пробірки, корка, газовідвідної трубки, як показано на *рисунку 61*.

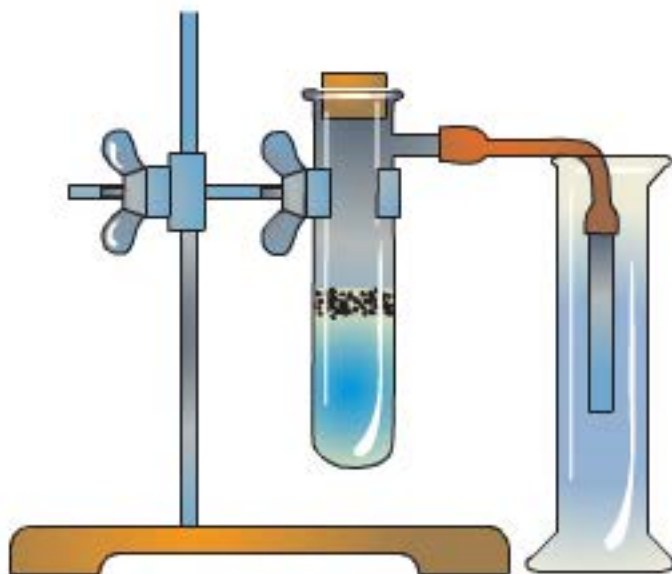
Завдання 1. Налийте в пробірку розчин гідроген пероксиду об'ємом 2–2,5 мл. Додайте невелику порцію манган(IV) оксиду, дуже швидко й щільно закрийте пробірку корком з газовідвідною трубкою. Укріпіть пробірку в лапці штатива, а кінець трубки опустіть на дно пробірки-приймача (склянки).

Завдання 2. Зберіть кисень витісненням повітря (*рис. 71*) або витісненням води.



Пригадайте, на якій властивості кисню ґрунтуються такі способи збирання кисню.

Завдання 3. Випробуйте тліючою скіпкою наявність кисню в пробірці-приймачі. Якщо скіпка спалахує зразу ж, коли її піднести до краю пробірки, то вона наповнена киснем. Накрийте пробірку склянкою пластинкою та припиніть нагрівання.



**Рис. 71.** Збирання кисню витісненням повітря

Опишіть ваші спостереження. Складіть рівняння реакції. Зробіть висновок.

## § 20. Колообіг Оксигену в природі. Застосування кисню та його біологічна роль



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *пояснювати* поняття «колообіг», а також колообіг Оксигену, суть процесу фотосинтезу;
- *обґрунтовувати* застосування кисню;
- *оцінювати* значення кисню для життєдіяльності організмів, його біологічну роль.



Пригадайте з курсу природознавства, що вам відомо про поширення Оксигену й кисню в природі.

**Поширеність Оксигену та кисню в природі.** Оксиген — найпоширеніший елемент на Землі. Він є складовою неорганічної та органічної природи: води, гірських порід і мінералів, піску, глини, вуглеводів, білків, жирів, вітамінів, гормонів. Частка Оксигену в організмі людини становить 65 %. Клітини рослин і тварин теж містять оксигеновмісні сполуки.



Порівняльну характеристику поширення Оксигену з іншими елементами можна здійснити за діаграмою поширення хімічних елементів на Землі за масою (див. рис. 57).

Проста речовина кисень є у складі повітря.



Пригадайте, якими є масова та об'ємна частки кисню в складі повітря та як це було з'ясовано вченими.

Кисень, частково розчиняючись у воді, міститься в складі природних вод. Ним дихають морські тварини, риба. За допомогою розчиненого у воді кисню відбувається біохімічне її очищення.



Пригадайте, яка роль кисню в процесі дихання, яку він дає користь і заподіює шкоду, будучи хімічно активною речовиною.

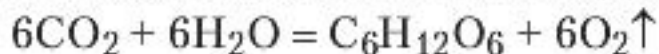
**Застосування кисню.** Широке застосування кисню зумовлюється його хімічними властивостями. Основні галузі застосування показано на *рисунку 72*.

Галузей споживання кисню багато. Разом з тим уміст його в атмосфері майже не змінюється. Це відбувається завдяки процесу *фотосинтезу*. У зелених листках рослин



Рис. 72. Схема застосування кисню

на світлі з вуглекислого газу й води синтезується органічна речовина (вуглевод) і виділяється в атмосферу кисень:



Живі організми в процесі життєдіяльності вдихають кисень і виділяють в атмосферу вуглекислий газ і водяну пару. Повітря поповнюється цими продуктами й унаслідок роботи двигунів внутрішнього згоряння, викидів заводів, фабрик, підприємств, горіння палива. У свою чергу, вуглекислий газ і вода поглинаються зеленими листками рослин за участю світла, і знову утворюється органічна речовина, поповнюючи атмосферу киснем. Так у природі відбувається колообіг Оксигену.

Суть колообігу Оксигену полягає в постійному переміщенні його в біосфері за участю тіл живої та неживої природи. В основі його лежать процеси окиснення в широкому їх розумінні та фотосинтез (рис. 73).

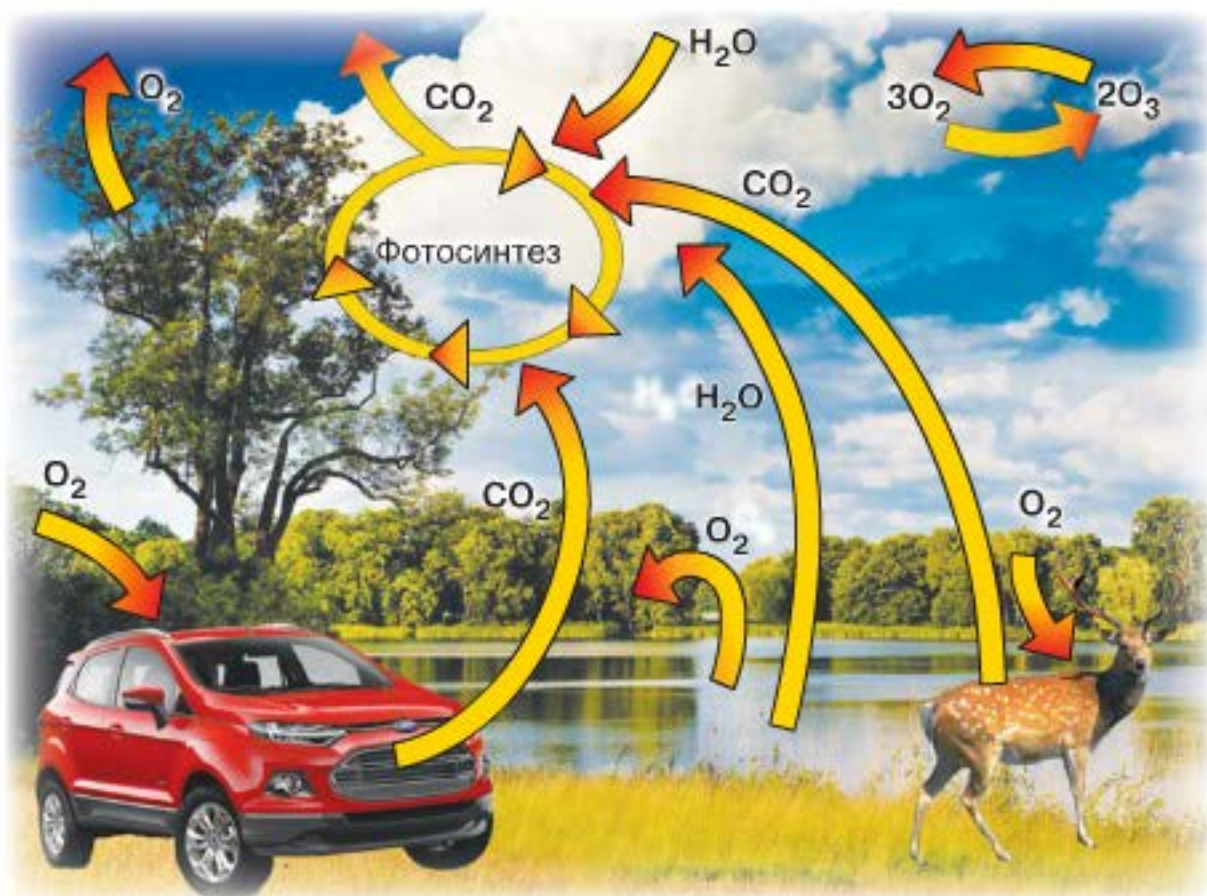


Рис. 73. Колообіг Оксигену



Оскільки фотосинтез відбувається в зелених листках рослин, то для підтримування вмісту чистого кисню в атмосфері потрібно створювати зони зелених насаджень, особливо в районах, де багато промислових виробництв. Людина не даремно проживе життя, якщо посадить хоча б одне дерево. Цим самим вона зробить вагомий внесок у збереження природи, виявить власне ціннісне ставлення до неї.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- Оксиген — найпоширеніший елемент на Землі.
- Кисень виділяється в атмосферу внаслідок фотосинтезу, що відбувається в зелених листках рослин.
- Широке застосування кисню зумовлено його високою хімічною активністю, що проявляється в хімічних властивостях.
- Біологічна роль кисню полягає в здатності підтримувати процеси дихання всіх живих істот, вступати в реакції окиснення.
- Поповнення атмосфери киснем, забезпечення його постійного вмісту (21 % за об'ємом) у повітрі відбувається завдяки безперервному колообігу Оксигену.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Опишіть поширеність Оксигену та кисню в природі.
2. Позначте, котрі з реакцій, поданих нижче схемами, належать до реакцій горіння, а котрі — до повільного окиснення. Перетворіть схеми на рівняння реакцій:  
а)  $\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}$ ; б)  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ ; г)  $\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$ .
3. Назвіть процеси, під час яких в атмосферу виділяються вуглекислий газ і вода. Наведіть приклади.
4. Поясніть, як відбувається колообіг Оксигену в природі.
5. Обґрунтуйте, чому вміст кисню в повітрі є сталим.
6. Напишіть рівняння реакцій між: а)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  і  $\text{O}_2$ ; б)  $\text{Al}$  і  $\text{O}_2$ ;  
в)  $\text{CO}$  і  $\text{O}_2$ ; г)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  і  $\text{O}_2$ ; ґ)  $\text{P}$  і  $\text{O}_2$ ; д)  $\text{CH}_4$  і  $\text{O}_2$ .
7. На які дві групи можна поділити ці властивості кисню:  
а)  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ ; в)  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ ?
8. Оцініть роль кисню у вашому житті та в життєдіяльності рослин і тварин.
9. Напишіть рівняння реакцій, що лежать в основі схем:  
а)  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ ; б)  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$ .

10. Обґрунтуйте, чи можна добути три оксиди, маючи такі речовини: гідроген пероксид, манган(IV) оксид, вуглець, магній. Назвіть їх. Складіть план дій. Напишіть рівняння хімічних реакцій.



### ЦІКАВО ЗНАТИ

- Упродовж життя людина вдихає  $380 \text{ м}^3$  повітря, що відповідає  $76 \text{ м}^3$  кисню.
- В організмі людини масою 70 кг міститься 43,4 кг Оксигену (62 %).
- Унаслідок фотосинтезу щорічно на Землі утворюється  $1,2 \cdot 10^{14}$  кг кисню.
- У сонячний день 1 га лісу синтезує 120–150 кг органічних речовин, поглинає 220–280 кг вуглекислого газу й виділяє 180–220 кг кисню.
- Автомобіль під час спалювання 1 кг бензину використовує 15 кг повітря, у тому числі 3,5 кг кисню.
- Для спалювання вугілля, нафти, газу на планеті щорічно витрачається дев'ята частина атмосферного кисню.

## § 21. Поняття про систему маркування небезпечних речовин



### Опанувавши цю тему, ви зможете:

- *пояснювати* поняття «небезпечні речовини», «маркування», «критерії маркування»;
- *наводити приклади* маркування небезпечних речовин;
- *уміти* читати етикетки;
- *оцінювати* значення маркування для безпеки в довіллі й побуті, культури харчування.



Висловіть власне бачення, як людина впливає на забруднення повітря та довкілля.

Як ви вже переконалися, у природі існує безліч речовин, якими людина користується в повсякденному житті та які є життєво необхідними для підтримування функцій організму. Однак для забезпечення добробуту хімічна, нафтохімічна, лакофарбова, фармацевтична промисловість, про-



мисловість органічного синтезу виготовляють велику кількість речовин, що характеризуються широким спектром властивостей. Ці речовини можуть бути корисними в одних випадках і шкідливими й небезпечними для здоров'я — в інших.

Для того щоб товари, які потрапляють від виробників до людей, використовувалися безпечно, було введено маркування продукції. Маркування дає змогу ідентифікувати продукти харчування та промислового виробництва й дати відповідну оцінку їх безпечності для здоров'я людини й дотримання чистоти довкілля.

Міжнародне регулювання хімічних речовин здійснюється через запровадження єдиної системи маркування, бо воно є доступним і зрозумілим способом відображення інформації.

Виділяють різні системи маркування хімічних речовин і препаратів. Маркування цих речовин створено на основі класифікації, у якій ураховують такі критерії: токсичність, хімічні й фізичні властивості, корозійну чи подразнювальну дію, канцерогенний і мутагенний ефекти, вплив на репродуктивну систему.

З'ясуємо, як відбувається ідентифікація кожного товару, який людина може придбати в магазинах. Для цього необхідно вміти зчитувати інформацію з етикетки. Етикетка містить: назву товару, відомості про його склад, інструкцію щодо безпечного використання, застережний знак і його трактування, відомості про виробника (рис. 74).



Рис. 74. Етикетка



Розгляньте етикетку улюбленого соку, мінеральної води та з'ясуйте, чи всі відомості наявні на ній.

Безпечні для здоров'я людини й довкілля товари мають *екомаркування*. Це символ, який наносять на етикетку. В Україні з 2004 р. користуються знаком екологічного маркування в Глобальній мережі екологічного маркування. Його назва — «Екологічно чисто та безпечно» (рис. 75 а). Знак відображає паросток у вигляді журавлика на фоні Землі. Він є символом життя на планеті. У народі його називають «Зелений журавлик». Цей знак підтверджує екологічну перевагу та безпеку маркованої ним продукції.

Під знаком розташовується код екологічного стандарту на відповідність сертифікації маркованої ним продукції.

Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» зобов'язує виробника ставити маркування про наявність чи відсутність ГМО. Знак має дві інтерпретації (рис. 75 б). Він декларує, що застосування продукту не вимагає обов'язкового проведення випробувань і оцінювання продукції на вміст ГМО.

У Європейському Союзі хімічні речовини класифікують за такими категоріями: а) фізико-хімічні властивості (вибухонебезпечні, окисники, надзвичайно займісті, легкозаймісті, займісті); б) токсична дія на здоров'я людини (дуже токсичні або токсичні, шкідливі, корозійні, їдкі, подразнюючі, канцерогенні, репродуктивно токсичні, мутагенні);



**Рис. 75.** Знаки екомаркування:  
**а** — «Екологічно чисто та безпечно»;  
**б** — «Без ГМО»



в) вплив на довкілля (токсичні для живих організмів, стійкі в навколишньому середовищі, здатні до біоаккумуляції).

Речовини та препарати на їх основі, що є небезпечними для здоров'я людини й довкілля та які належать до вищенаведених груп, визначають як небезпечні. Розглянемо деякі знаки, що відображають небезпеку тієї чи іншої категорії (рис. 76).

Знак «Подразливий» (рис. 76 а) можна побачити на упаковках з різними мийними засобами. У разі потрапляння в очі або на шкіру такий продукт може викликати свербіння, подразнення й навіть запалення.

Знак «Шкідливий» (рис. 76 б) зустрічається на упаковках з розчинниками, лаками та фарбами. Він інформує про те, що продукт містить одну або декілька шкідливих чи токсичних речовин.

Знак «Їдкий» (рис. 76 в) повідомляє, що до складу продукту входить луг або кислота високої концентрації. У разі потрапляння на шкіру викликає важкі опіки шкіри, пошкодження м'язової тканини чи слизової оболонки. Під час роботи з таким продуктом потрібно одягати рукавички.

Попереджувальним знаком «Небезпечний для довкілля» (рис. 76 г) маркуються препарати, у складі яких є речовини, що загрожують життю живих організмів — водних і наземних.

У маркуванні небезпечних хімічних речовин обов'язково зазначається державною мовою така інформація: назва



а



б



в



г

**Рис. 76.** Знаки для маркування небезпечних речовин:

а — «Подразливий»; б — «Шкідливий»; в — «Їдкий»; г — «Небезпечний для довкілля»

торгової марки; юридична адреса виробника, контактні телефони виробника, імпортера чи дистриб'ютора; назва хімічної речовини, що становить безпосередню загрозу; знаки небезпеки (якщо їх декілька, тоді основний знак небезпеки); фрази ризику (R-фрази), що надають інформацію про тип небезпеки (наприклад, R20 — небезпечно під час вдихання); фрази безпеки (S-фрази), що надають інформацію дорадчого характеру (вони визначаються законодавством, наприклад, S20 — під час використання заборонено їсти й пити); маса речовини в тарі; інструкція щодо використання.

Порушення природоохоронного законодавства, правил транспортування під час перевезення небезпечних вантажів, зокрема небезпечних хімічних речовин, може призвести до екологічної трагедії будь-якого масштабу.



Знайдіть інформацію про Ожидівську катастрофу, оцініть її небезпеку для населення.

Отже, маркування продукції та вміння прочитати етикетку, виявити безпечний чи небезпечний знак маркування застереже від багатьох негативних впливів на ваш організм. Зокрема здорове харчування захищає людину від багатьох хвороб, сприяє зміцненню імунітету, підтримує на стабільному рівні масу тіла. Тому завданням кожної людини є правильна орієнтація в маркуванні, що дасть змогу створити безпечні умови проживання у вашій оселі, виборі посуду, іграшок для дітей, електротоварів тощо. Особливо важливим є вміння швидко зорієнтуватися про склад продуктів, а також мати уявлення про домішки, використання яких може впливати на здоров'я та руйнувати організм людини.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- Серед розмаїття речовин, які використовує людина, є багато небезпечних для її здоров'я й життя, життєдіяльності рослин і тварин, для довкілля.
- Маркування продукції введено для безпечного використання людьми товарів, що потрапляють до них з прилавків магазинів, від виробника.



- Маркування дає змогу ідентифікувати продукти харчування та промислового виробництва, оцінити їх безпечність для здоров'я людини й дотримання чистоти довкілля.
- Маркування здійснюють за допомогою спеціальних знаків, які наносяться на етикетки товарів і містять інформацію про цей товар.
- Уміння читати етикетки й розрізняти знаки маркування сприяє зміцненню здоров'я, збереженню довкілля.



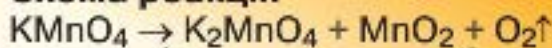
### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Опишіть ваше бачення існування небезпечних речовин.
2. Напишіть назви речовин побутового призначення, що є небезпечними для людини.
3. Поясніть, як ви розумієте маркування речовин і його практичне призначення.
4. Назвіть процеси, під час яких в атмосферу виділяються отруйні гази, що спричинює її забруднення.
5. Поясніть, чому знак «Екологічно чисто та безпечно» називають «Зелений журавлик».
6. Обґрунтуйте, як класифікують небезпечні речовини за фізико-хімічними властивостями в країнах Європейського Союзу. Що означає знак «Небезпечний для довкілля»?
7. Оберіть одну із запропонованих вам етикеток і з'ясуйте, яку інформацію ви отримали, а якої, можливо, бракує на ній.
8. Оцініть значення маркування для вашого життя.

## ПОВТОРЕННЯ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ТЕМИ «КИСЕНЬ»

Закон збереження маси речовин –  
маса речовин до реакції дорівнює  
масі речовин після реакції

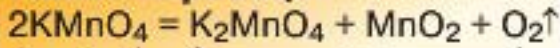
**Схема реакції:**



реагенти

продукти реакції

**Рівняння реакції:**



$$2 \cdot 158 = 197 + 87 + 32$$

**Кисень** — газ, без запаху та смаку, безбарвний, малорозчинний у воді. За температури  $-183^{\circ}\text{C}$  і тиску 1 атм переходить у рідкий стан і є рухливою рідиною блакитного кольору

Кисень — 21 %  
Азот — 78 %  
Благородні гази — 0,93 %

За об'ємом

### СКЛАД ПОВІТРЯ

О 8  
Оксиген 15,9994

ФІЗИЧНІ  
ВЛАСТИВОСТІХІМІЧНІ  
ВЛАСТИВОСТІ

Горіння неметалів:  
 $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ;  
 $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$ .  
Горіння металів:  
 $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$ ;  
 $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$ ;  
 $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$ .  
Горіння складних речовин:  
 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

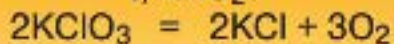
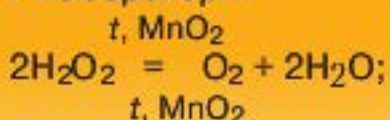
Реакції сполучення

### ДОБУВАННЯ КИСНЮ

#### Фізичні властивості речовин:

- 1) колір, смак, запах;
- 2) розчинність у воді, органічних розчинниках;
- 3) теплопровідність, електропровідність;
- 4) температури плавлення і кипіння;
- 5) пластичність, ковкість, крихкість

У лабораторії:



У промисловості:

- 1) дистиляція повітря;
- 2) розкладання води постійним електричним струмом.

Способи збирання:

- 1) витісненням повітря;
- 2) витісненням води

Реакції розкладу

#### Умови виникнення та припинення горіння:

- 1) забезпечення зіткнення частинок речовин, що реагують;
- 2) доступ кисню або повітря



# Тема 3

Вода





## § 22. Вода. Поширеність у природі. Вода — розчинник



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- *пояснювати* склад молекули води, поширеність води в природі;
- *наводити приклади* речовин, що мають здатність розчинятися у воді, і розчинів, які найчастіше використовуються людиною;
- *характеризувати* склад молекули води, її фізичні властивості;
- *оцінювати* значення водних розчинів у всіх сферах життя людини.



Пригадайте з курсу природознавства, що вам відомо про воду, використання її в побуті, поширення в природі.

**Вода. Поширеність у природі.** Вода — одна з найпоширеніших речовин на Землі. Про воду та її властивості вже дуже багато вивчено, але й дуже багато ще існує загадковостей. Воду називають живою та мертвою, вільною та зв'язаною, структурованою й неструктурованою. Її унікальність полягає в тому, що вона єдина речовина, яка в природних умовах може перебувати в трьох агрегатних станах: рідина, тверда речовина (лід) і газ (водяна пара).

Вода займає приблизно  $\frac{4}{5}$  земної поверхні. Організм людини загалом складається з води (ембріон — на 97 %, немовля — на 77 %, доросла людина — на 60–65 %). Вода є складовою гірських порід і мінералів.

Стародавні філософи вважали, що вода — одна з чотирьох стихій природи наряду із землею, повітрям і вогнем. Тільки наприкінці XVIII ст. (1784 р.) англійський фізик і хімік Г. Кавендіш, вивчаючи газ водень, довів, що вода утворюється під час згоряння водню.



Пригадайте методи дослідження складу води. Назвіть їх і поясніть суть кожного.



**Фізичні властивості.** Чиста, без домішок вода — безбарвна рідина, без запаху й смаку, прозора. Густина води за температури  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  становить  $1\text{ г/см}^3$ , тобто  $1\text{ см}^3$  води, або  $1\text{ мл}$ , має масу  $1\text{ г}$ . Тому, відміривши мірним циліндром  $100\text{ мл}$  води, отримаємо її масою  $100\text{ г}$ .



Пригадайте, за яких умов вода змінює свій агрегатний стан з рідини на тверду речовину та з рідини на газ.

Вода характеризується високою теплоємністю, тому повільно нагрівається та охолоджується. Теплопровідність води є низькою. Чиста вода (позбавлена домішок) не проводить електричного струму.



Поясніть, використавши поняття «густина», чому лід плаває на поверхні води.

**Будова молекули води.** Склад молекули води було досліджено та остаточно встановлено формулу  $\text{H}_2\text{O}$  в  $1860\text{ р.}$  італійським хіміком Станіслао Канніццаро.



Поясніть, яку інформацію можна отримати, знаючи хімічну формулу води. Здійсніть усі відомі вам обчислення.

Як побудована молекула води? Як бачимо (рис. 75), молекула води складається з одного атома Оксигену та двох атомів Гідрогену. Атом Оксигену сполучається з атомами Гідрогену під кутом  $105^{\circ}$ .

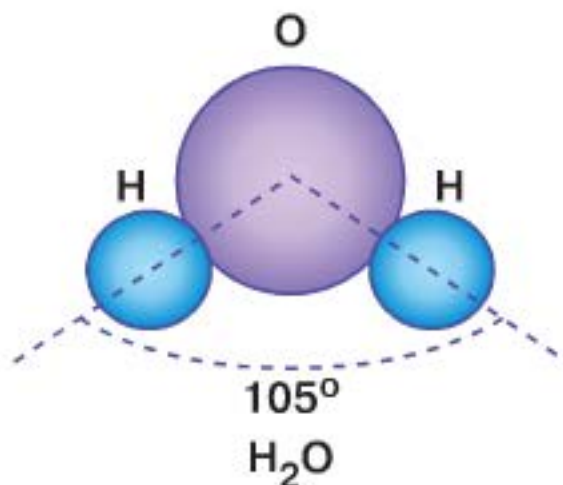


Рис. 75. Будова молекули води  $\text{H}_2\text{O}$

**Вода — розчинник.** З побуту та практичного повсякденного використання води ви знаєте, що вода розчиняє багато речовин і є найпоширенішим розчинником. Як пояснити це явище?

Виконаємо *демонстраційні досліди* і з'ясуємо, які чинники впливають на розчинність речовин.

**Дослід 1.** Відміримо мірним циліндром воду об'ємом 50 мл і наллємо в хімічну склянку. Додамо одну столову ложку цукру й ретельно розмішаємо. Цукор повністю розчиняється у воді. Тепер до такого ж об'єму води додамо стільки ж лимонної кислоти. Вона теж розчиняється у воді. Як поширюються молекули речовин між молекулами води, спостерігати важко, бо і вода, і речовини, що розчинялися, безбарвні.

Щоб спостерігати розчинення, покладемо в невеликий шматок марлі трохи мідного купоросу, зав'яжемо у вузлик і опустимо в циліндр з водою. Згодом вода навколо вузлика набирає блакитного забарвлення.



Пригадайте з курсу природознавства, як називається таке явище, і поясніть причину поширення частинок мідного купоросу між молекулами води.

**Дослід 2.** Тепер у дві хімічні склянки з однаковим об'ємом води покладемо: у першу — чайну ложку цукру, у другу — грудочку цукру. Спостерігаємо, у якій склянці цукор розчинятиметься швидше. Очевидно, що в першій. Це пояснюється тим, що площа зіткнення речовин є більшою, тому молекули води швидше розчиняють цукор.

Звернемося ще раз до цього досліду, але замість холодної води в першу склянку наллємо гарячої води, у другу — холодної. У кожному з них покладемо по грудочці цукру.



Де, на ваш погляд, цукор розчиниться швидше?

У гарячій воді речовини розчиняються швидше. Отже, на розчинення речовин у воді впливає і температура.



Висловіть своє судження про те, де вам потрібні знання про розчинення речовин у воді. Як практично скористатися ними?



**Значення розчинів.** Розчини мають велике значення в природі, побуті, сільському господарстві. У природних умовах розчини утворюються під час випадання дощів, коли в атмосфері наявні розчинні у воді сполуки, під час просочення води крізь шари ґрунту. Розчиняючись у ґрунтових водах, різноманітні сполуки утворювали розчини, з яких упродовж багатьох століть викристалізувалися мінерали.

Неоціненне значення розчинів у нашому побуті. Приготування їжі, прання білизни, підтримання чистоти приміщень — усе це пов'язано з використанням розчинів.

Живлення рослин відбувається через усмоктування їхніми коренями поживних речовин, що містяться в ґрунті в розчиненому стані. Тому й багато мінеральних добрив уносять у ґрунт у вигляді розчинів. У сільському господарстві дерева й кущі опилують від грибкових захворювань розчинами фунгіцидів, проти засмічення травами — розчинами гербіцидів тощо.

Засвоєння їжі, багатьох ліків у людини відбувається через утворення в її організмі водних розчинів. Виготовлення ліків у фармацевтичній промисловості теж відбувається за участю розчинів. І навіть коли ви лікуєтеся й приймаєте пігулки, найчастіше лікарі пропонують запивати їх чистою водою, бо їх водні розчини не утворюють нерозчинних сполук, які важко засвоюються. Розчини застосовують для обробки ран, полоскання горла, приготування цілющих напоїв (рис. 76). До речі, біль-



**Рис. 76.** Мікстура як лікувальний препарат

шість речовин для демонстрування та виконання лабораторних дослідів у хімічній лабораторії використовують у вигляді водних розчинів.

Вода не єдиний розчинник. Як розчинники також використовуються органічні речовини або їх суміші.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Вода** — найпоширеніша речовина й оксид на Землі. Займає майже  $\frac{4}{5}$  земної поверхні. Організм людини загалом складається з води (ембріон — на 97 %, немовля — на 77 %, доросла людина — на 60–65 %). Вода є складовою гірських порід і мінералів.
- На розчинність речовин у воді впливає площа поверхні зіткнення частинок речовини й температура. Зі збільшенням поверхні зіткнення й підвищенням температури розчинюваність речовин зростає.
- Розчини мають велике значення в природі, побуті, сільському господарстві, різних галузях промисловості.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Опишіть фізичні властивості води.
2. Напишіть хімічну формулу води та обчисліть її відносну молекулярну масу.
3. Виберіть речовини, що добре розчиняються у воді: цукор, олія, крейда, вугілля, спирт (етанол), кухонна сіль (натрій хлорид), поліетилен, лимонна кислота.
4. Поясніть поширеність води в природі.
5. Напишіть хімічну формулу води та поясніть, які відомості про її склад можна отримати з цієї формули.
6. Поясніть, якими методами можна довести склад молекули води.
7. Обчисліть масову частку Оксигену у воді.
8. Напишіть рівняння реакцій, що підтверджують склад води, застосувавши методи аналізу та синтезу.
9. Обчисліть масові частки елементів у воді та відношення мас елементів.
10. Обґрунтуйте суть процесу розчинення речовин різної будови у воді.
11. Опишіть, яке особистісне значення у вашому житті мають розчини.



## § 23. Розчин і його компоненти. Кількісний склад розчину



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- визначати й розрізняти компоненти розчину: розчинник, розчинену речовину;
- наводити приклади розчинів, що використовуються в хімічній лабораторії;
- визначати за таблицею розчинності розчинні й нерозчинні у воді речовини;
- обчислювати масову частку та масу розчиненої речовини в розчині;
- виготовляти розчин з певною масовою часткою розчиненої речовини.



Пригадайте з курсу природознавства, що вам відомо про розчини, їх склад.

**Розчин і його компоненти.** Вам уже відомо, що у воді розчиняються тверді, рідкі й газуваті речовини.

Проаналізуємо, що входить до складу розчинів, утворення яких ви розглядали в § 22. У першому випадку — вода й цукор, у другому — вода й лимонна кислота. Якщо ж відкрити пляшку з газованою водою, то спостерігається інтенсивне виділення газу, тобто складовими цього розчину є вода й вуглекислий газ. Фізіологічний розчин — це розчинений у воді натрій хлорид  $\text{NaCl}$ .

Як бачимо, кожного разу вода є *розчинником*. Речовину, що розчиняється, називають *розчиненою речовиною*. Розчинних речовин може бути декілька. Розчинник і розчинена речовина утворюють *розчин*. Вищесказане можна записати формулою

$m(\text{розчину}) = m(\text{розчинника}) + m(\text{розчиненої речовини})$ ,  
де  $m$  — маса.

Характерною ознакою кожного з розчинів є їх однорідність (рис. 77).



*Рис. 77.* Однорідний розчин калій біхромату



**Розчин** — це однорідна суміш, яка складається з розчинника та розчиненої речовини.

Як визначити, розчинними чи нерозчинними у воді є найпоширеніші речовини? Учені на основі практичних досліджень створили довідкову таблицю, що дістала назву «Таблиця розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді за температури 20–25 °С» (див. форзац 2 підручника). У цій таблиці у верхньому горизонтальному рядку й першому вертикальному стовпчику зазначено частинки, з яких утворені сполуки. На перетині їх стоять літери: «Н» — нерозчинна, «Р» — розчинна і «М» — малорозчинна сполука. Так класифікують речовини за їх розчинністю.

**Масова частка розчиненої речовини.** У практичній діяльності здебільшого використовують розчини, що містять відповідну кількість (масу) розчиненої речовини. Уміст речовини в розчині визначають масовими частками.



**Масова частка розчиненої речовини  $W$**  — це відношення маси цієї речовини до маси розчину.

Математичний вираз масової частки записують так:

$$W = \frac{m(\text{речовини})}{m(\text{розчину})} \cdot 100 \%,$$

де  $W$  (дубль-ве) — масова частка, виражена у відсотках або в частках від одиниці. Наприклад, якщо масова частка



речовини в розчині становить 0,1 або 10 %, то це означає, що в розчині масою 100 г міститься розчинена речовина масою 10 г.



Поясніть, що ви розумієте під виразами: масова частка цукру в розчині становить 0,25; масова частка натрій хлориду в розчині становить 15 %.

На практиці треба володіти вміннями приготувати розчин із заданою масовою часткою розчиненої речовини.



Пригадайте з курсу природознавства, як виготовити такий розчин.

Продемонструємо, як виготовляють розчини із заданою масовою часткою розчиненої речовини.

Приклад 1. Приготуйте розчин масою 120 г, з масовою часткою цукру 25 %.

Щоб виготовити цей розчин, виконаємо такі дії.

1. Обчислимо, які маси цукру та води треба взяти для приготування розчину. Користуючись формулою, знайдемо масу речовини:

$$m(\text{речовини}) = \frac{m(\text{розчину})}{100 \%} \cdot W;$$

$$m(\text{речовини}) = \frac{25 \% \cdot 120 \text{ г}}{100 \%} = 30 \text{ г.}$$

2. Відважимо цукор масою 30 г, висипимо в склянку.

3. Обчислимо масу води:  $120 \text{ г} - 30 \text{ г} = 90 \text{ г}$ , що для води відповідає об'єму 90 мл.



З'ясуйте, чому треба взяти 90 г або 90 мл води.

4. У склянку з цукром долємо відповідний об'єм води. Перемішаємо вміст скляною паличкою до повного розчинення цукру.

Приклад 2. Обчисліть масову частку речовини в розчині, якщо у воді масою 250 г розчинили натрій сульфат масою 50 г.

## Розв'язання

1. Знайдемо масу розчину:  $250 \text{ г} + 50 \text{ г} = 300 \text{ г}$ .
2. Знайдемо масову частку речовини в розчині:

$$W = \frac{50 \text{ г}}{300 \text{ г}} \cdot 100 \%, \quad W = 16,66 \%.$$

Як виготовити такий розчин? Відважимо на терезах сіль (натрій сульфат) масою 50 г і висипимо в склянку. Відміряємо мірним циліндром 250 мл води і доллємо в склянку з сіллю. Перемішуємо суміш до повного розчинення солі.

Такі розрахунки використовують під час виготовлення розчинів лікарських препаратів, маринадів для консервування продуктів харчування.



## Лабораторний дослід 4

**Виготовлення водних розчинів із заданими масовими частками розчинених речовин**

Виконайте (на вибір) запропоновані вам дослід з виготовлення водних розчинів калій сульфату, натрій карбонату й лимонної кислоти. Отримані розчини віддайте вчителю, вони знадобляться для інших досліджень. Після виконання роботи зробіть короткий звіт, сформулюйте висновок.

Варіант I. Виготовте розчин калій сульфату  $\text{K}_2\text{SO}_4$  масою 50 г з масовою часткою речовини 20 %.

Варіант II. Виготовте розчин натрій карбонату  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  масою 60 г з масовою часткою речовини 0,15.

Варіант III. Виготовте розчин глюкози  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  масою 80 г з масовою часткою речовини 4 %. Обчисліть, яку масу води треба долити, щоб отримати розчин з масовою часткою 0,2. Виготовте такий розчин.

Варіант IV. У вас наявна лимонна кислота. Виготовте розчин масою 120 г з масовою часткою цієї кислоти 0,06. Чи всю кислоту використано для виготовлення розчину?

Опишіть результати лабораторних дослідів, зробіть висновки.





## ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Розчин** — це однорідна суміш, яка складається з розчинника та розчиненої речовини. Як розчинник широко використовують воду.
- Кількісною характеристикою розчину є масова частка розчиненої речовини в розчині  $W$  — відношення маси цієї речовини до маси розчину. Масова частка виражається в частках від одиниці або відсотках.
- Розчини мають велике практичне значення для людини, тому важливо вміти виготовляти їх самостійно. Для цього, крім масової частки речовини в розчині, необхідно вміти обчислювати масу речовини й масу води.



## ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Назвіть речовини, що розчиняються у воді.
2. Поясніть, як визначити розчинні, малорозчинні та нерозчинні у воді сполуки.
3. Сформулюйте визначення поняття «розчин» і назвіть його компоненти.
4. Обчисліть масову частку калій нітрату в розчині масою 60 г, у якому розчинена ця сіль масою 18 г.
5. Сформулюйте визначення поняття «масова частка» розчиненої речовини в розчині та назвіть чинники, що впливають на розчинення.
6. Кальцій гідроксид масою 20 г розчинили у воді об'ємом 140 мл. Обчисліть масову частку речовини в розчині.
7. У розчині калій гідроксиду маса розчиненої речовини становить 19,5 г, що відповідає масовій частці 0,3. Обчисліть масу розчину.
8. До розчину магній сульфату масою 300 г, з масовою часткою речовини 0,15 долили води масою 200 г. Обчисліть масову частку магній сульфату в утвореному розчині.
9. Виведіть похідні формули з математичного виразу масової частки розчиненої речовини в розчині.



## ДОСЛІДЖУЄМО ВДОМА

Під час захворювань для підтримки організму в кров вводять фізіологічний розчин — 0,85-процентний розчин натрій хлориду. Виготовте такий розчин масою 500 г. Здійсніть відповідні обчислення.

## § 24. Взаємодія води з оксидами. Поняття про гідрати оксидів: кислоти й основи



**Опанувавши цю тему, ви зможете:**

- розрізняти основи й кислоти як гідрати оксидів;
- наводити приклади гідратів оксидів, утворених оксидами неметалічних і металічних елементів;
- розпізнавати кислоти й основи, розчинні у воді, за допомогою індикаторів;
- складати рівняння реакцій взаємодії води з оксидами, утвореними неметалічними й металічними елементами.



Назвіть, які речовини утворюються внаслідок згоряння неметалів і металів у кисні або на повітрі. Сформулюйте їх визначення.

**Взаємодія води з оксидами металічних елементів.** Вивчаючи хімічні властивості кисню (§ 18), ви ознайомилися з його основною властивістю — підтримувати горіння. Крім того, за участю кисню відбуваються реакції повільного окиснення. Усі вони пов'язані з утворенням складних речовин — оксидів.



Пригадайте, чи тільки прості речовини, згоряючи, утворюють оксиди.

Звернемося до *демонстраційних дослідів* і з'ясуємо, як вода проявляє себе щодо оксидів. Уважно спостерігайте за перебігом реакцій.

Дослід 1. У порцелянову чашку насипимо грудочки кальцій оксиду (негашене вапно). Обережно доллемо води.

Відбувається бурхлива взаємодія води з кальцій оксидом, що супроводжується виділенням великої кількості теплоти (рис. 78).



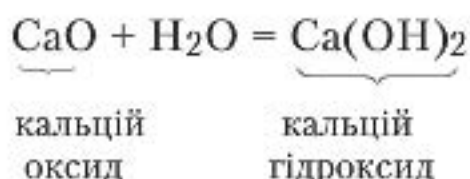
Про що свідчить виділення теплоти?





**Рис. 78.** Взаємодія негашеного вапна з водою

Кальцій оксид унаслідок реакції перетворюється на пухкий білий порошок — гашене вапно (тривіальна назва). Відбулася реакція:



Дослід 2. Дослідження порошку кальцій оксиду на розчинність у воді показало, що він частково розчиняється з утворенням розчину, мильного на дотик. Добутий розчин розіллємо у дві пробірки. До розчину в першій пробірці долємо розчин фенолфталеїну, до другої — лакмус фіолетовий. Спостереження показують, що забарвлення фенолфталеїну змінилося на малинове, а лакмусу — на синє.

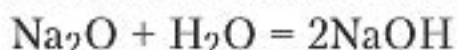


Речовини, що змінюють своє забарвлення під дією лугів або кислот, називають *індикаторами*.

Ученими досліджено, що зміна забарвлення фенолфталеїну на малинове, а лакмусу — на синє відбувається в лужному середовищі. Отже, унаслідок реакції води з кальцій оксидом утворився **гідрат оксиду** (сполука оксиду з водою), що виявляє лужні (основні) властивості.

У хімії такі гідрати оксидів називають *основами*. Відповідно оксиди, які утворюють основи, називають *основними*.

Подібно до того, як взаємодіє з водою кальцій оксид, реагують натрій оксид, калій оксид та ін. Наприклад:



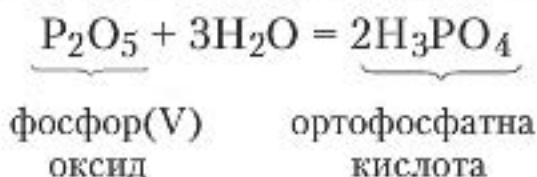
Розчинні у воді основи називають *лугами*.

Більшість оксидів металічних елементів ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ) не реагують з водою, але їм теж відповідають гідрати оксидів.

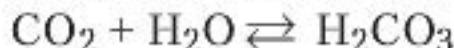
### **Взаємодія води з оксидами неметалічних елементів.**

З реакцією добування фосфор(V) оксиду ви вже ознайомилися під час виконання досліду горіння фосфору.

Дослід 3 (*дослід проводять під тягою*). Для демонстрації взаємодії фосфор(V) оксиду з водою в хімічну склянку наливають воду, над якою в ложці для спалювання речовин спалюють червоний фосфор. Утворений фосфор(V) оксид взаємодіє з водою. Якщо в добутий розчин додати лакмус, його забарвлення змінюється на червоне. Зміна забарвлення лакмусу свідчить про появу кислого середовища. Отже, фосфор(V) оксид, сполучаючись з водою, утворює кислоту. Рівняння реакції:



Вода взаємодіє також з іншими оксидами неметалічних елементів: сульфур(VI) оксидом, карбон(IV) оксидом, нітроген(V) оксидом. Відповідно утворюються сульфатна  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , карбонатна  $\text{H}_2\text{CO}_3$  і нітратна  $\text{HNO}_3$  кислоти. Наприклад:



Отже, гідратами оксидів неметалічних елементів є **кислоти**. Оксиди, яким відповідають кислоти, називають *кислотними*.



### **Лабораторний дослід 5**

#### **Випробування водних розчинів кислот і лугів індикаторами**



Повторіть правила безпеки під час роботи з лугами та кислотами.



Завдання 1. Налийте у дві пробірки по 1–2 мл розчинів сульфатної  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і нітратної  $\text{HNO}_3$  кислот. У першу пробірку додайте декілька крапель лакмусу, у другу — метилового оранжевого. Опишіть ваші спостереження.

Завдання 2. Налийте у дві пробірки по 1–2 мл розчинів кальцій гідроксиду  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  і натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$ . У першу пробірку додайте декілька крапель фенолфталеїну, у другу — метилового оранжевого. Опишіть ваші спостереження.

Зробіть висновок про зміну забарвлення індикаторів у розчинах кислот і лугів. Дані досліджень запишіть у робочий зошит у вигляді таблиці.

Номер завдання	Що робили?	Що спостерігали?	Висновок

Висновок. \_\_\_\_\_.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Вода** — це хімічно активна речовина, яка вступає у взаємодію з оксидами металічних і неметалічних елементів. Унаслідок взаємодії води з оксидами утворюються гідрати відповідних оксидів.
- **Оксиди металічних елементів** реагують з водою з утворенням гідратів, що називаються *основами*, а розчинні у воді основи називаються *лугами*.
- **Оксиди неметалічних елементів** реагують з водою з утворенням гідратів, що називаються *кислотами*.
- Кислоти та луги можна розрізняти за зміною забарвлення індикаторів.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Уставте пропущені слова, щоб вираз став завершеним.  
Основи утворюються внаслідок взаємодії ... і ... .  
Луги змінюють забарвлення фенолфталеїну на ... .

2. Напишіть формули гідратів оксидів і відповідних їм оксидів за їх назвами: *барій гідроксид, ортофосфатна кислота*.
3. Поясніть, як змінять забарвлення розчини індикаторів, якщо їх додати до кожного з гідратів оксидів завдання 2.
4. Напишіть продукти реакцій і поставте коефіцієнти:  
а)  $K_2O + H_2O =$  ; б)  $CO_2 + H_2O =$  .
5. Вам видано розчини натрій гідроксиду та сульфатної кислоти. Поясніть, як експериментально встановити кожну з речовин.
6. У розчин нітратної кислоти масою 140 г, з масовою часткою кислоти 0,4 долили воду об'ємом 260 мл. Обчисліть масову частку кислоти в новому розчині.
7. Вам видано розчини: кальцій гідроксиду, ортофосфатної кислоти й натрій хлориду. Поясніть, як експериментально встановити кожну з речовин.
8. Маринад для маринування помідорів готують за таким рецептом: вода масою 1300 г, натрій хлорид — 60 г, цукор — 80 г і оцет масою 100 г, з масовою часткою оцтової кислоти 5 %. Обчисліть масові частки кожної речовини в такому розчині.

## § 25. Проблема чистої води.

### Охорона водойм від забруднення



#### Опанувавши цю тему, ви зможете:

- *розкривати значення чистої води для життєдіяльності організмів та оцінювати шкоду, якої завдають кислотні дощі;*
- *висловлювати судження про вплив діяльності людини на чистоту водойм і їх охорону від забруднень;*
- *використовувати набуті знання й навички в побуті й для збереження здоров'я та довкілля.*



Використайте весь свій досвід з повсякденного життя, а також знання з природознавства, біології, основ здоров'я та розкрийте значення води для життя на Землі.

**Значення води.** Вивчаючи цю тему, ви ознайомилися з унікальною для планети Земля речовиною — водою. Ви



знаєте про поширеність її в природі. Дрібні краплі води є в повітрі, а коли туман огортає весь простір, у природі панує таємничий настрій. Перелив веселкових барв — це відчуття естетики природи, пов'язане з існуванням води. Часто взимку ви насолоджуєтеся ходьбою на лижах, катанням на ковзанах — знову ж таки завдяки унікальності цієї речовини.

Ви вже знаєте про те, що вода входить до складу всіх клітин організму людини. Водночас вона є складовою клітин тварин і рослин. Соки рослин — це водні розчини поживних речовин, вітамінів тощо.

Вода — важливе джерело енергії, сировина для промислових процесів, компонент розчинів. Вона є чинником, що впливає на клімат не тільки окремих територій, а й усієї планети. З використанням води пов'язано безліч технологічних процесів, будівництво житла, утворення порід і мінералів.

Японський учений М. Емото присвятив вивченню властивостей води багато праць (2002). Він дослідив, що здатність води переходити з рідкого стану у твердий пояснюється утворенням специфічної структури. Вода у твердому стані є структурованою і, за даними М. Емото, характеризується інформаційно-енергетичним полем і пам'яттю, яку отримали кристали льоду з рідкої фази.

На воду впливають зовнішні чинники: настрої людей, музика, звуки тварин, цвітіння рослин. Від цих чинників залежить форма кристалів води (рис. 79). І чим правильніша ця форма, тим чистіша вода й легше засвоюється орга-



**Рис. 79.** Кристали води, що утворилися під впливом різних чинників

нізмами та навіть цілюще діє на них. Оцінюючи значення води як найважливішого природного багатства, французький письменник А. де Сент-Екзюпері писав: «...Не можна сказати, що ти необхідна для життя: ти саме життя. Ти найбільше багатство на світі».

**Кислотні дощі.** Забруднення води відбувається не тільки через викиди промислових підприємств безпосередньо у водойми, а й через викиди в атмосферу. Вам уже відомо, що в атмосфері збираються отруйні гази, розчинні у воді.

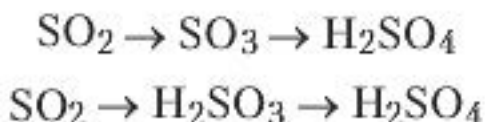


Назвіть, які це гази.

Такі викиди бувають як природного, так і штучного походження. Природними джерелами потрапляння сульфур(IV) оксиду в атмосферу є вулкани, лісові пожежі, загоряння торфовищ. Нітроген оксиди утворюються під час грози й пов'язані з електричними розрядами в атмосфері. При цьому утворюється нітроген(II) оксид NO, який за наявності кисню окиснюється до нітроген(IV) оксиду NO<sub>2</sub>. Достатньо велика кількість нітроген оксидів природного походження включається в біохімічний колообіг завдяки наявності в ґрунтах мікроорганізмів, наприклад бульбочкових бактерій.

Сульфур(IV) оксид утворюється під час спалювання нафти, вугілля й мазуту як продукт видобування кольорових металів і сульфатних руд, металургійних, текстильних, нітратних і сульфатних виробництв. Нітроген оксиди виділяються внаслідок реакції азоту з киснем у двигунах внутрішнього згоряння та котлах.

Під час випадання дощів ці гази зазнають певних змін. Сульфур(IV) оксид окиснюється до сульфур(VI) оксиду. Обидва з водою утворюють кислоти. Це можна подати схемами





Нітратна й нітритна кислоти утворюються в атмосфері від взаємодії нітроген(IV) оксиду з водяною парою або водою.

Кислотні дощі впливають на здоров'я людей, на рослинність і тваринний світ. Кислотне середовище вод річок, озер, ставків негативно впливає на тварин цих водойм і на сухопутних тварин, що користуються ними. Такі дощі руйнують захисну плівку листків, знижують стійкість рослин до мікроорганізмів, грибків, спричинюють їх



**Рис. 80.** Наслідки кислотних дощів

загибель (рис. 80). Збиток від кислотних дощів для європейських лісів оцінюється в 118 млн м<sup>3</sup> деревини на рік. Урожайність багатьох сільськогосподарських культур знижується на 3–8 % унаслідок ушкодження листя кислотами.

Руйнуються не тільки водоймища, а й ґрунти, покрівлі будинків, пам'ятки культури й архітектури, вироби з металу. Кислотні дощі роз'їдають лаки, фарби, синтетичні з'єднання.

Забруднене кислотними викидами повітря завдає шкоди організму людини. Вдихання вологого повітря, що містить сульфур(VI) і нітроген(IV) оксиди, дуже небезпечно для людей, що хворіють серцево-судинними й легеневими захворюваннями. Ці оксиди погано впливають і на здорових людей. Вони мають канцерогенну дію, зумовлюють хронічні бронхіти, підвищують смертність.

Для боротьби з кислотними дощами потрібно скерувати зусилля на зменшення викидів речовин, що сприяють утворенню кислотних оксидів. Тому необхідно встановлювати фільтри для очищення газуватих викидів, упроваджувати нові технології, застосовувати альтернативні джерела енергії. Тривожним є те, що переважна більшість виробників байдужі до проблеми кислотних дощів.

Отже, для збереження життя та здоров'я людей необхідно споживати чисту воду. Однак чиста вода в природі зустрічається дуже рідко. Просочуючись крізь шари ґрунтів, вона розчиняє багато солей і містить домішки. Тому,

залежно від споживчого призначення води, використовують різні способи її очищення.

**Охорона водойм від забруднення.** Нині людина часто стоїть перед проблемами, що виникли внаслідок її недбалого ставлення до води як до найбільшого природного багатства. Як і забруднення атмосфери, водоймища забруднюються природним і штучним шляхами.

**Природне забруднення** — це стікання у водойми дощових (кислотних) і талих вод, наводнення, що спостерігаються від злив, які змивають береги річок, наносять мул із гір, полів, луків. Це й рештки відмерлих тваринних і рослинних організмів.

Наслідком **штучного забруднення** є спускання відходів промислових підприємств і населених пунктів у природні водойми. Це спричинює зміни фізичних і хімічних властивостей води, зумовлює непридатність її використання як у побуті, так і в промислових масштабах.

Глобальною проблемою є забезпечення належної кількості та якості води. Нестача прісної води або низька її якість, невідповідність водних джерел нормативним вимогам спричинили зростання захворюваності людей, загибель риби, планктону. Тому з метою збереження та раціонального використання водних ресурсів необхідно охороняти їх від різних видів забруднень.

Охорона вод передбачена Водним кодексом України (22.05.2008 р.). Глава 20 цього кодексу має назву «Охорона вод від забруднення, засмічення і вичерпання».

Отже, під **охороною вод** розуміють цілий комплекс заходів, спрямованих на запобігання й усунення наслідків забруднення, засмічування та виснаження вод. Вони забезпечують розробку методів і засобів очищення води, контролю її якості.

У природі відбувається постійний колообіг води (рис. 81). Завдяки сонячній енергії вода із запасів Світового океану частково випаровується. Охолоджуючись, вона потрапляє знову у води Світового океану та на сушу. Води суші вбираються рослинами, використовуються тва-





**Рис. 81.** Колообіг води в природі

ринами й людиною. Продуктами життєдіяльності живих організмів є вуглекислий газ і вода. У річках водообмін відбувається за декілька днів, а в організмі людини — за декілька годин.

Під час колообігу вода переносить тепло, розчиняє природні сполуки, частково руйнує тверду оболонку планети. Вона забезпечує середовище існування водних організмів і рослин, які виробляють кисень і поповнюють ним атмосферу.

Природні водойми мають здатність до самоочищення. Однак ця здатність залежить від багатьох чинників: об'єму річного стоку, швидкості потоків, хімічного складу води, її температури тощо. Унаслідок розвитку різних галузей промисловості, транспорту, авіації, сільського господарства природні водойми вже не можуть самоочищатися, тому потрібні штучні споруди для очищення води.

**Очищення води на водоочисних станціях.** Вода, що використовується для приготування їжі й пиття, має бути позбавлена грубих нерозчинних домішок і мікробів, які можуть спричинити різноманітні захворювання або епідемії.



Пригадайте, яким способом розділяють суміші, що містять нерозчинні речовини. Запропонуйте свою схему очищення води.

Очищення води від нерозчинних домішок здійснюють шляхом її *відстоювання* та *фільтрування*. Наступний етап очищення полягає в позбавленні води хвороботворних бактерій. З цією метою воду озонують, хлорують, обробляють ультрафіолетовим випромінюванням.

Для очищення води від розчинених у ній речовин використовують *перегонку* (*дистиляцію*). Цей процес здійснюють в електричних дистиляторах, перегінних кубах. Позбавити воду деяких домішок можна кип'ятінням, використанням речовин, які утворюють з наявними у воді домішками нерозчинні сполуки, що випадають в осад.

Вивчивши тему «Вода» та здійснивши екскурсію на водоочисну станцію, ви зможете оцінити, яку незрівнянну, порівняно з іншими речовинами, роль відіграє вода в житті людей, сформувати навички дбайливого поводження з водою, раціонального її використання.



### ПІДСУМОВУЄМО ВИВЧЕНЕ

- **Вода** — це земне багатство, якому притаманні унікальні властивості: за певних умов перебувати в рідкому, твердому й газуватому станах. У кристалічному стані вода володіє інформаційно-енергетичним полем і пам'яттю, яку отримали кристали льоду з рідкої фази.
- Забруднення води відбувається також через випадання кислотних дощів, які впливають на здоров'я людей, на рослинність і тваринний світ. Такі дощі руйнують ґрунти, покрівлі будинків, пам'ятки культури й архітектури, вироби з металу тощо.
- **Природне забруднення** — це стікання у водойми дощових (кислотних) і талих вод, наводнення від злив, що наносять мул з гір, полів, лугов і рештки відмерлих тваринних і рослинних організмів.
- **Штучне забруднення** відбувається через спускання відходів промислових підприємств і населених пунктів у природні водойми. Це спричиняє зміни фізичних і хімічних властивостей води, викликає непридатність її до використання в побуті, у промислових масштабах.



- Для приготування їжі, пиття вода має бути чистою, тому її очищають на водоочисних станціях.
- **Охорона вод** — цілий комплекс заходів, спрямованих на запобігання й усунення наслідків забруднення, засмічування та виснаження вод.
- Вода — це природне багатство, тому потребує бережливого й раціонального поводження та використання. Той, хто набуває таких навичок, набуває елементів власної культури.



### ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

1. Опишіть, якої шкоди завдають людині, рослинам і тваринам забруднення водою.
2. Напишіть формули оксидів, що реагують з водою з утворенням кислотних дощів.
3. Назвіть відомі вам способи очищення води на водоочисних станціях.
4. Складіть розповідь про природні та штучні чинники забруднення води.
5. Поясніть процеси, що спричинюють утворення кислотних дощів.
6. Сульфур(VI) оксид масою 40 г розчинили у воді об'ємом 100 мл. Обчисліть масову частку утвореної кислоти в розчині.
7. Вам видано розчини: натрій гідроксиду, нітратної кислоти та калій хлориду. Поясніть, як дослідним шляхом виявити кожен з них.

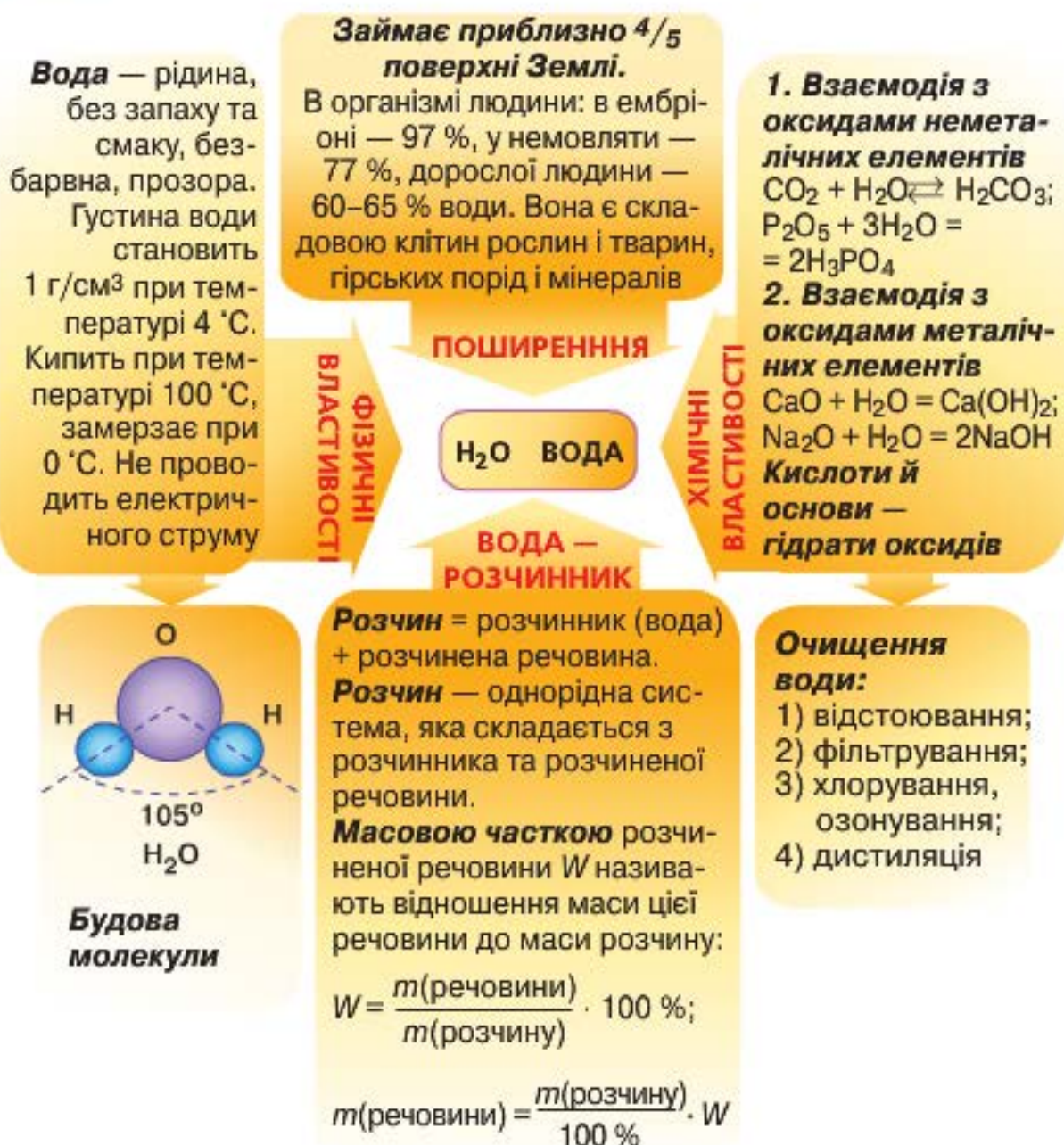


### ДОСЛІДЖУЄМО ВДОМА

1. Покладіть у склянку три чайні ложки цукру. Долийте 50 мл води й ретельно розмішайте ложкою. Що спостерігаєте? Як можна виявити наявність цукру в розчині?
2. Перелийте розчин у металеву чашку й нагрівайте на слабкому вогні до повного випарювання води. Що спостерігаєте? Поясніть, до якої групи належать спостережувані явища.
3. Налийте на дно чайника води й прокип'ятіть її впродовж 3–5 хв. Поки вода охолоджуватиметься, виготовте фільтр з вати чи марлі. Для цього візьміть лійку, покладіть на її отвір жмутик вати так, щоб вода, яку будете фільтрувати, не змогла просочитися поза ватою. Якщо ж фільтрувальним матеріалом слугуватиме марля, складіть її в 4–6 шарів і помістіть у лійку. Для фільтрування в домашніх умовах використовуйте чисту склянку й лійку з фільтром. Про-

кип'ячену воду наливайте невеликими порціями по вставленій замість скляної палички чайній ложці. Закінчивши фільтрування, уважно розгляньте, що залишилося на фільтрі, і воду в склянці. Що спостерігаєте? Поясніть спостережувані явища.

## ПОВТОРЕННЯ Й УЗАГАЛЬНЕННЯ ТЕМИ «ВОДА»





## Значення води і водних розчинів

**Вода** — речовина з унікальними властивостями. Вона за певних умов може перебувати в трьох агрегатних станах. Просочуючись крізь ґрунти, утворює розчини, якими живляться рослини під час росту й розвитку. Вода — незмінний компонент їжі, напоїв, є лікувальним та інформаційно-енергетичним засобом, сировиною для багатьох промислових процесів; компонент, що впливає на клімат.

**Забруднення** води відбувається через випадання кислотних дощів, стікання у водойми дощових і талих вод, наводнення, що наносять з гір, полів, луків мул і рештки відмерлих тваринних і рослинних організмів, спускання відходів промислових підприємств і населених пунктів у природні водойми. Обов'язком кожного громадянина та держави є охорона водойм від забруднення

**Розчини** мають велике значення в природі, побуті, сільському господарстві, промисловості. З розчинів у природних умовах викристалізувалися мінерали. У сільському господарстві оприскують дерева й кущі від грибкових захворювань розчинами фунгіцидів, проти засмічення травами — розчинами гербіцидів тощо.

Засвоєння їжі, багатьох ліків у людини та тварин відбувається через утворення в їхніх організмах водних розчинів. Виготовлення ліків відбувається за участю розчинів. Розчини застосовують під час обробки ран, для полоскання горла, для приготування цілющих напоїв. Усі речовини для демонстрування й виконання лабораторних дослідів у хімічній лабораторії використовують у вигляді розчинів

## Відповіді до задач

§ 18. 8. 6,4.

§ 19. 9. 204 г.

§ 22. 9.  $w(\text{H}) = 11 \%$ ,  $w(\text{O}) = 88,89 \%$ ;  $m(\text{H}) : m(\text{O}) = 1 : 8$ .

§ 23. 9. 0,09 або 9 %.

§ 24. 6. 14 %;

8. 3,9 % NaCl, 5,2 % цукру, 0,32 % оцту.

§ 25. 6. 32,67 %.

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

### А

Агрегатний стан 35  
Атом 47  
Атомна одиниця маси 52

### Б

Бінарні сполуки 76

### В

Валентність 73, 74  
Відносна атомна маса 53  
— молекулярна маса 80  
Властивості фізичні 34, 64  
— хімічні 35  
Вода 146

### Г

Горіння 124  
— металів 124  
— неметалів 122  
— умови 131  
Група 59

### Д

Дистиляція 42

### Е

Електрон 47  
Елемент хімічний 48

### З

Закон збереження маси  
речовин 110  
Залізо 96, 98

### І

Індекс 70  
Індикатор 157  
Інертні елементи 58

### К

Каталізатор 117  
Кисень 107  
Кислота 158

Класифікація речовин 64  
— хімічних елементів 55  
Коефіцієнт 72, 112  
Колообіг 136

### Л

Луг 158

### М

Масова частка елемента 81  
— — розчиненої речовини 152  
Маса елемента 52  
Матеріал 33  
Молекула 62

### Н

Нейтрон 47

### О

Однорідна суміш 40  
Окиснення 125  
Оксид 127  
Основа 157

### П

Перегонка 43, 166  
Період 57  
Періодична система  
хімічних елементів 56  
Проста речовина 63  
Протон 46

### Р

Реагент 88  
Реакція, 88  
— розкладу 119  
— сполучення 127  
Речовина 32  
Рівняння хімічне 113  
Розчин 152

### С

Складна речовина 63  
Сполука хімічна 62



Суміш 39

Схема хімічної реакції 88

## Ф

Фізичне явище 69

Фізичні властивості 64

Формульна одиниця 71

Фотосинтез 136

## Х

Хімічний елемент 48

Хімічна формула 71

Хімічне явище 88

Хімічні властивості 35

## Я

Ядро атома 46

# ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

**Атом** — найдрібніша електронейтральна частинка речовини, яка складається з позитивно зарядженого ядра й негативно заряджених електронів, що рухаються навколо нього.

**Атомна одиниця маси (а. о. м.)** — це  $1/12$  маси атома Карбону-12, що чисельно дорівнює масі атома Гідрогену, —  $1,66 \cdot 10^{-24}$  г.

**Бінарна сполука** — сполука, утворена двома елементами.

**Валентність** — властивість атомів сполучатися з певним числом таких самих або інших атомів.

**Відносна атомна маса** — число, яке показує, у скільки разів маса атома елемента більша від  $1/12$  маси атома Карбону-12.

**Відносна молекулярна маса** — число, яке показує, у скільки разів маса певної молекули більша від  $1/12$  маси атома Карбону-12.

**Відносна формульна маса** — число, яке показує, у скільки разів маса формульної одиниці більша від  $1/12$  маси атома Карбону-12.

**Властивості речовин** — ознаки, за якими речовини подібні між собою або відрізняються одна від одної.

**Горіння** — реакції окиснення речовин, що відбуваються з виділенням тепла та світла.

**Групи** — вертикальні стовпці хімічних елементів.

**Електрон** — негативно заряджена частинка, що входить до складу атома.

**Закон збереження маси речовин** — маса речовин, що вступили в реакцію, дорівнює масі речовин, що утворилися після реакції.

**Індикатори** — речовини, що змінюють своє забарвлення під дією лугів або кислот.

**Інертні елементи** — неметалічні елементи головної підгрупи VIII групи періодичної системи. Їхні прості речовини називають інертними або благородними газами.

**Каталізатор** — речовина, що прискорює хімічні реакції, але при цьому не витрачається.

**Класифікація** — об'єднання об'єктів у групи або класи за спільними ознаками.

**Коефіцієнт** — число, яке записується перед формулою або хімічним символом і позначає кількість окремих молекул, атомів.

**Компоненти** — речовини, що є складовими сумішей, розчинів.

**Колообіг елемента** — перехід елемента в складі речовин від однієї до іншої під час хімічних перетворень і повернення до вихідного стану.

**Лужні елементи** — металічні елементи головної підгрупи І групи періодичної системи. Їхні прості речовини називають лужними металами.

**Масова частка елемента (позначення  $w$  — «дубль-ве»)** — відношення маси елемента до маси сполуки.

**Масова частка розчиненої речовини (позначення  $W$ )** — відношення маси цієї речовини до маси розчину.

**Матеріали** — речовини, що використовуються для виготовлення фізичних тіл, предметів для вжитку чи виробництва.

**Молекула** — найдрібніша частинка речовини, яка зберігає її хімічні властивості.

**Найпростіша формула** — формула, якій відповідає співвідношення кількості атомів у складі речовини.

**Нейтрон** — електронейтральна частинка ядра атома, відносна маса якої дорівнює 1.

**Неоднорідна суміш** — суміш, у якій частинки речовини можна побачити неозброєним оком або за допомогою мікроскопа.

**Нуклонне число** — сумарна кількість нейтронів і протонів у ядрі атома.

**Однорідна суміш** — суміш, у якій частинки речовин дуже дрібні й не можна виявити їх за допомогою мікроскопа.

**Окиснення** — хімічна реакція взаємодії речовин з киснем.

**Оксиди** — складні речовини, утворені двома елементами, один з яких — Оксиген.

**Перегонка (дистиляція)** — метод розділення рідких сумішей нагріванням до кипіння.

**Періоди** — горизонтальні ряди хімічних елементів, розташованих за зростанням їхніх відносних атомних мас, що починаються металічними й закінчуються інертними елементами.

**Періодична система хімічних елементів** — таблиця класифікації хімічних елементів, у якій елементи розташовані за зростанням зарядів їхніх ядер (за зростанням відносних атомних мас).

**Підгрупа** — частина групи періодичної системи.



**Продукти реакції (кінцеві речовини)** — речовини, що утворюються після реакції.

**Прості речовини** — речовини, утворені атомами одного хімічного елемента.

**Протон** — позитивно заряджена частинка ядра атома із зарядом +1 і відносною масою 1.

**Протонне число** — загальна кількість протонів у ядрі атома.

**Реагенти (вихідні речовини)** — речовини, що вступають у реакцію.

**Реакції розкладу** — реакції, під час яких з однієї складної речовини утворюється декілька простіших за складом речовин.

**Реакції сполучення** — реакції, під час яких з двох або більше вихідних речовин утворюється одна складна речовина.

**Речовина** — те, з чого складаються фізичні тіла.

**Речовина чиста** — та, що складається з частинок певного виду й має сталі фізичні властивості.

**Розчин** — однорідна суміш, що складається з розчинника й розчиненої речовини.

**Складна речовина (хімічна сполука)** — речовина, утворена двома або більше хімічними елементами.

**Схема хімічної реакції** — запис реакції без коефіцієнтів.

**Фізичні явища** — явища, під час яких не відбувається перетворення речовин.

**Фотосинтез** — процес перетворення вуглекислого газу та води, що відбувається в зеленому листі рослин, на кисень й органічні речовини.

**Хімічна реакція (хімічне явище)** — перетворення, під час яких відбувається руйнування одних речовин і утворення інших.

**Хімічна формула** — умовний запис складу речовини за допомогою символів та індексів.

**Хімічне рівняння** — умовний запис хімічної реакції за допомогою формул і коефіцієнтів.

**Хімічний елемент** — вид атомів з певним зарядом ядра (протонним числом).

**Хімічні властивості речовин** — здатності речовин до хімічних перетворень або відсутність цих здатностей.

**Хімія** — наука про речовини, їх склад, будову, властивості й перетворення.

**Ядро атома** — позитивно заряджена складова атома, що розташована в його центрі.

## Зміст

Від автора.....	3
-----------------	---

### Вступ

§ 1. Хімія — природнича наука. Речовини та їх перетворення в навколишньому світі .....	5
§ 2. Короткі відомості з історії хімії.....	10
§ 3. Правила поведінки учнів у хімічному кабінеті. Ознайомлення з обладнанням кабінету хімії та лабораторним посудом.....	16
<i>Практична робота 1</i> .....	22

### Тема 1. Початкові хімічні поняття

§ 4. Фізичні тіла. Матеріали. Речовини та їх фізичні властивості.....	32
<i>Лабораторний дослід 1</i> .....	36
§ 5. Чисті речовини й суміші. Способи розділення сумішей.....	38
<i>Практична робота 2</i> .....	44
§ 6. Атом, його склад. Хімічні елементи, їхні назви та символи .....	45
§ 7. Відносні атомні маси хімічних елементів .....	51
§ 8. Періодична система хімічних елементів Д. Менделєєва. Структура періодичної системи.....	55
§ 9. Прості та складні речовини .....	62
<i>Лабораторний дослід 2</i> .....	66
§ 10. Хімічні формули речовин .....	69
§ 11. Валентність хімічних елементів .....	73
§ 12. Відносна молекулярна маса речовини. Масова частка елемента в складній речовині.....	79
§ 13. Фізичні та хімічні явища. Хімічні реакції та явища, що їх супроводжують .....	85
<i>Лабораторний дослід 3</i> .....	93
§ 14. Хімічні властивості речовин.....	96
<i>Практична робота 3</i> .....	99



Повторення та узагальнення теми «Початкові хімічні поняття» .....	101
--	-----

## Тема 2. Кисень

§ 15. Повітря, його склад. Оксиген. Кисень .....	104
§ 16. Закон збереження маси речовин. Хімічні рівняння.....	110
§ 17. Добування кисню. Реакція розкладу.....	115
§ 18. Хімічні властивості кисню. Реакція сполучення. Оксиди .....	121
§ 19. Взаємодія кисню зі складними речовинами.....	129
<i>Практична робота 4</i> .....	133
§ 20. Колообіг Оксигену в природі. Застосування кисню та його біологічна роль.....	134
§ 21. Поняття про систему маркування небезпечних речовин. ....	138
Повторення та узагальнення теми «Кисень» .....	143

## Тема 3. Вода

§ 22. Вода. Поширеність у природі. Вода — розчинник .....	146
§ 23. Розчин і його компоненти. Кількісний склад розчину.....	151
<i>Лабораторний дослід 4</i> .....	154
§ 24. Взаємодія води з оксидами. Поняття про гідрати оксидів: кислоти й основи.....	156
<i>Лабораторний дослід 5</i> .....	158
§ 25. Проблема чистої води. Охорона водойм від забруднення.....	160
Повторення й узагальнення теми «Вода» .....	168
<i>Відповіді до задач</i> .....	169
Предметний покажчик .....	170
Термінологічний словник.....	171

Навчальне видання

*САВЧИН* Марія Михайлівна

## **Хімія**

**Підручник  
для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів**