

П. П. Попель, Л. С. Крикля

# ХІМІЯ

7  
клас

Початкові  
хімічні  
поняття

Хімічний елемент  
Хімічна реакція

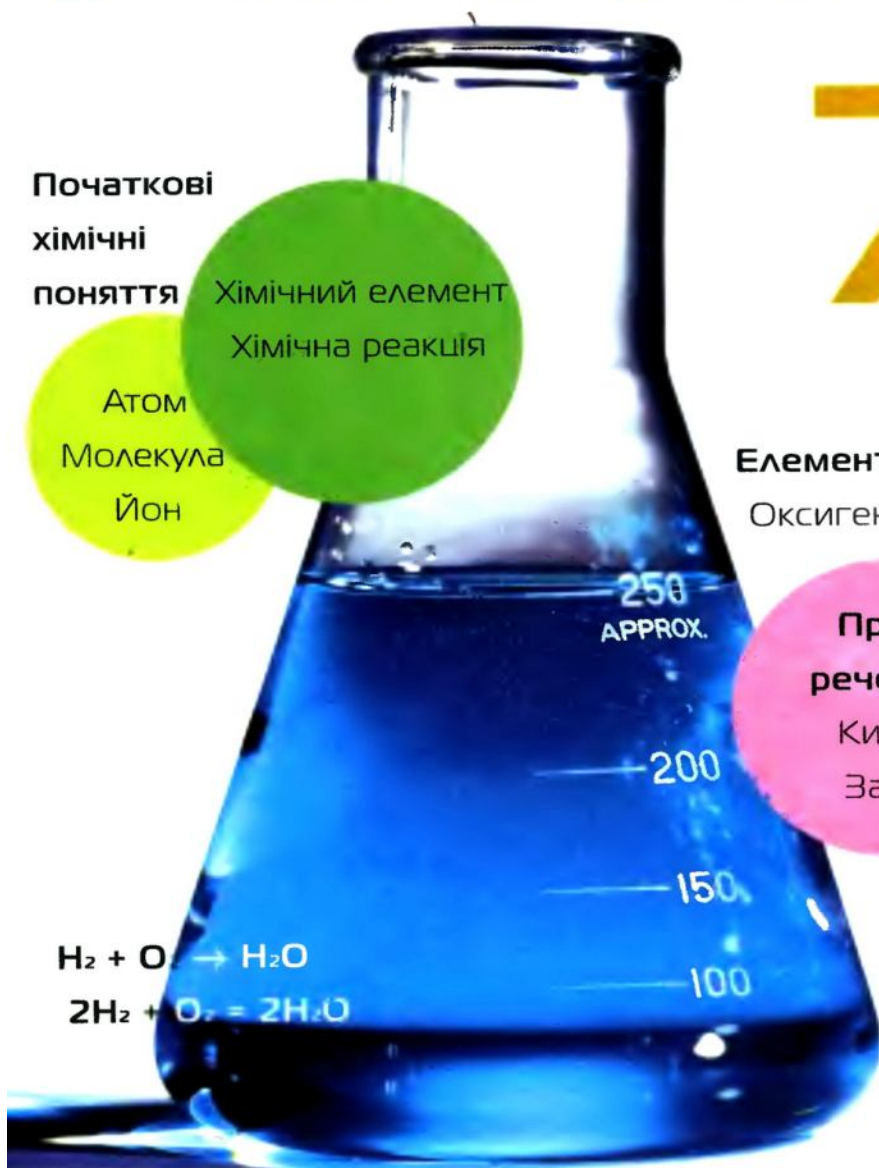
Атом  
Молекула  
Іон

Елементи

Оксиген і Ферум

Прості  
речовини

Кисень  
Залізо



**Рекомендовано Міністерством освіти і науки України**

(Лист № 1/II-2188 від 28.04.2007 р.)

Підручник підготовлено за програмою з хімії для 7—11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. У ньому розглянуто матеріал із розділів «Початкові хімічні поняття» та «Елементи Оксиген і Ферум. Прості речовини кисень і залізо». Містить практичні роботи, лабораторні дослідження, запитання, вправи, задачі, завдання для домашнього експерименту, додатковий матеріал для допитливих, а також словничок хімічних термінів і предметний покажчик.

# Дорогі семикласники!

У цьому навчальному році ви починаєте вивчати надзвичайно цікаву науку — *хімію*. Хіміки створюють нові матеріали різноманітного призначення, ліки, косметичні засоби, вдосконалюють виробництво металів і добрив, переробку металічних руд, нафти, газу, промислових і побутових відходів. Людство використовує досягнення хімії для поліпшення умов життя, збереження природи для майбутніх поколінь. Нині жодна людина не може обійтися без знань, які надає ця наука.

Хімія охоче розкриває свої таємниці всім, хто цікавиться нею і прагне зрозуміти, що таке речовина, як і чому одні речовини перетворюються на інші. Ця наука має свої закони, логіку, мову.

Кожен із вас навчиться спостерігати за речовинами під час хімічних дослідів, зіставляти побачене й почуте з прочитаним у підручнику, аналізувати й робити висновки. Хімія допоможе вам розширити світогляд, розвинути навички експериментування. Багато з того, що ви засвоїте під час уроків, знадобиться у вашому житті.

## *Як вивчати хімію*

*Перша порада.* Наполегливо працюйте на уроці, уважно слухайте розповідь учителя, спостерігайте за дослідami, які він демонструє вам і які ви виконуєте в хімічному кабінеті; намагайтеся все зрозуміти.

*Друга порада.* Виконуючи домашнє завдання, спочатку прочитайте відповідний матеріал у параграфі, уважно розгляньте малюнки, схеми, формули, а після цього розв'язуйте задачі і вправи. За необхідності зверніться до записів, зроблених вами на попередньому уроці хімії.

*Третя порада.* Учіться самостійно досліджувати речовини. У цьому вам допоможуть домашні експерименти. Як їх виконати — описано в підручнику. Здійснюйте ці хімічні досліди лише з дозволу батьків.

Будьте завжди обережними. Невміле поводження з деякими речовинами може зашкодити вашому здоров'ю.

## *Як користуватися підручником*

На початку кожного параграфа вказано, яке значення має для вас викладений матеріал, а наприкінці параграфу сформульовано висновки. Текст, поданий похилим шрифтом і помічений вертикальною лінією, призначений для учнів, які бажають розширити й поглибити свої знання. Додаткову інформацію і цікаві факти розміщено на полях. Основні означення виділено кольором, а нові терміни, важливі твердження і слова із логічним наголосом — курсивом. Текст до лабораторних дослідів і практичних робіт подано на кольоровому тлі.

Після кожного параграфа наведено завдання, вправи і задачі, які розміщені переважно за зростанням складності. Наприкінці підручника містяться відповіді до деяких задач і вправ, словничок термінів, а також предметний покажчик. Він допоможе швидко знайти сторінку підручника, на якій ідеться про певний термін, речовину, явище тощо.

Ми прагнули створити такий підручник, за яким вам буде легко і цікаво навчатися. Сподіваємося, ви полюбите хімію. Щиро бажаємо вам успіхів.

*Автори*



# Вступ

## 1 Що таке хімія

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що означає слово «хімія»;
- усвідомити зв'язок науки хімії з іншими науками;
- дізнатися про використання досягнень хімії людиною;
- зрозуміти, навіщо вивчати хімію.

Слово «хімія» має кілька значень. Так називають науку і навчальний предмет. Іноді слово «хімія» вживають як скорочену назву однієї з галузей промисловості.

**Хімія — природнича наука.** На уроках природознавства ви дізналися про існування кількох наук про природу. До них належить і хімія.

**Хімія — наука про речовини та їх перетворення.**

Речовини є всюди: в повітрі, природній воді, ґрунті, в живих організмах (мал. 1). Вони поширені не тільки на Землі, а й на інших планетах.

У природі одні речовини перетворюються на інші. Живі істоти при диханні споживають частину кисню, що є в повітрі, а видихають повітря з підвищеним вмістом вуглекислого газу. Цей газ виділяється під час пожеж, при гнитті й розкладанні решток рослин і тварин. Зелене листя вибирає вуглекислий газ і воду, які

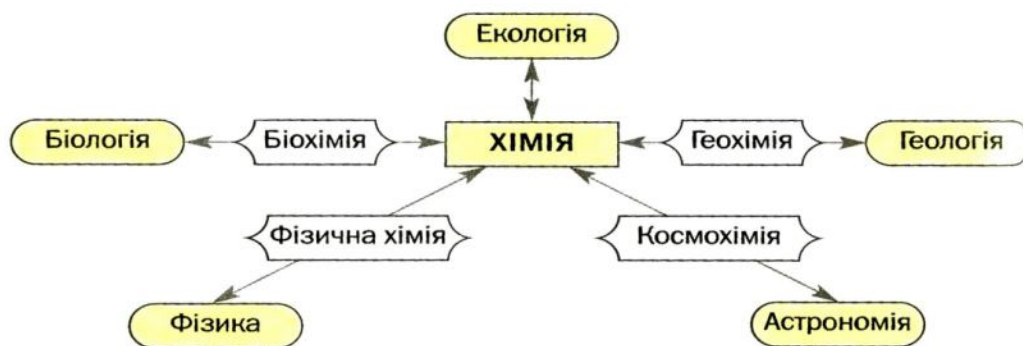


Мал. 1.  
Речовини в природі

внаслідок фотосинтезу<sup>1</sup> перетворюються на кисень та інші речовини. У надрах планети протягом мільйонів років утворювалися різні мінерали, нафта, природний газ, вугілля. Безліч хімічних процесів відбувається в річках, морях і океанах.

Речовини, їх перетворення здавна цікавили людину. Вчені в різні часи здійснювали багаті хімічних експериментів і намагалися зрозуміти явища, які спостерігали. За результатами своїх дослідів вони висували гіпотези, створювали теорії, а відтак перевіряли їх під час нових експериментів. Тому хімію називають *експериментальною наукою*.

**Хімія та інші науки.** Усі природничі науки тісно пов'язані між собою (схема 1), впливають одна на одну і взаємно збагачуються. Ізолюваний розвиток кожної з них неможливий.



**Схема 1.**  
Зв'язок хімії  
з іншими  
природничими  
науками

Перетворення одних речовин на інші супроводжуються різними фізичними явищами, наприклад виділенням або поглинанням теплоти. Тому хімікам необхідно знати фізику. Основою існування живої природи є обмін речовин. Учений-біолог, не обізнаний із законами хімії, не зможе зрозуміти і пояснити цього процесу. Хімічні знання потрібні й геологу. Використовуючи їх, він успішно здійснюватиме пошук корисних копалин. Лікар, фармацевт, косметолог, металург, кулінар, не маючи

<sup>1</sup> Термін походить від грецьких слів *phōs* або *phōtos* — світло і *synthesis* — сполучення.

відповідної хімічної підготовки, не досягнуть вершин майстерності.

Хімія є точною наукою. Перед тим як провести хімічний експеримент і після його завершення вчений-хімік здійснює необхідні розрахунки. Їх результати дають змогу робити правильні висновки. Отже, діяльність хіміка неможлива без знання математики.

За останні півтора століття з'явилося багато нових наук, які стрімко розвиваються. Серед них — споріднені з хімією *біохімія, агрохімія, геохімія, космохімія, фізична хімія*.

Тисячоліттями люди жили в гармонії з природою. Але останнім часом ситуація погіршилася. Навколишнє середовище все більше забруднюється через внесення надмірної кількості добрив у ґрунт, потрапляння вихлопних газів із двигунів автомобілів у повітря, шкідливих речовин із різних виробництв у водойми. Все це призводить до знищення рослин, загибелі тварин, погіршення здоров'я людей. Серйозну загрозу для всього живого становить хімічна зброя — особливі, надзвичайно отруйні речовини. Знищення запасів такої зброї потребує чималих зусиль, коштів і часу.

Взаємозв'язок людини і природи вивчає молода природнича наука *екологія*<sup>1</sup>. У полі зору вчених-екологів постійно перебувають проблеми захисту навколишнього середовища від забруднень. Збереження довкілля для майбутніх поколінь залежить від дбайливого ставлення до нього кожного із нас, від рівня нашої культури, хімічних знань (мал. 2).

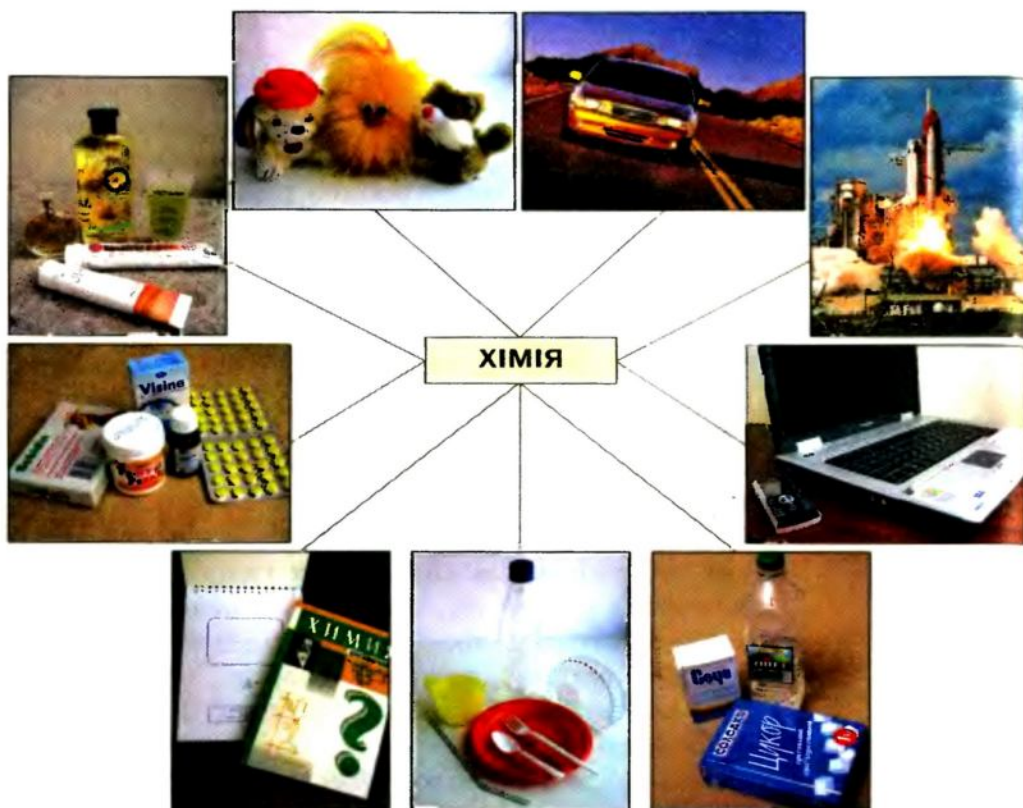
Хімія — скорочена назва хімічної промисловості. На хімічних заводах виробляють речовини, яких у природі немає, але які необхідні людині



**Мал. 2.**  
Збережемо довкілля

<sup>1</sup> Назва походить від грецьких слів oikos — дім, помешкання і logos — слово, вчення.





**Схема 2.**  
**Хімія — людині**

для забезпечення належного рівня життя, задоволення різноманітних потреб, підтримання здоров'я (схема 2).

Ще в середині XVIII ст., у період становлення науки хімії, видатний російський учений Михайло Васильович Ломоносов писав: «Широко простягає хімія руки свої у справи людські... Куди не глянемо, скрізь постають перед очима нашими успіхи її старанності». У наш час слова вченого набули особливої актуальності.

**Хімія в повсякденному житті.** Кожен з нас щодня здійснює перетворення речовин, навіть не здогадуючись про це. Вранці ми миємо руки і чистимо зуби. При розчиненні мила у воді утворюються речовини, які виявляють мийну дію. Зубна паста нейтралізує рештки кислот у роті. Під час приготування їжі одні речовини перетворюються

на інші, що мають новий смак, колір, запах. Із питної соди, яку добавляють у борошно, при нагріванні виділяється вуглекислий газ, що розпушує тісто. Оцтом можна видалити накип у чайнику, а соком лимона — деякі плями на одязі. Усі ці явища пояснює наука хімія.

**Хімія — навчальний предмет.** Хімію, як фізику й математику, називають фундаментальною наукою. Тому предмет «хімія» є невід’ємною складовою середньої освіти.

Хімічні знання допомагають нам з’ясувати, що відбувається з речовинами в природі, живих організмах, чим багата наша планета, як змінюється все, що на ній існує. Без цих знань ми не зможемо свідомо поводитися з речовинами, ефективно і безпечно їх використовувати.

## ВИСНОВКИ

**Хімія — наука про речовини та їх перетворення.** Вона є однією із природничих наук і має тісні взаємозв’язки із фізикою, біологією, математикою, іншими науками.

Хімією називають також навчальний предмет і одну із галузей промисловості.

Завдяки досягненням хімії людина добуває і використовує різні речовини.

Деякі речовини, потрапляючи в навколишнє середовище, забруднюють його. Одним із найважливіших завдань людства і кожного з нас зокрема є збереження природи. Успішно виконувати його допомагають хімічні знання.



1. Наведіть означення науки хімії та прокоментуйте його.
2. Знайдіть відповідність (запишіть номер кожного речення, а потім — літеру а, б чи в із відповідним значенням слова «хімія»):
  - 1) хімія, як і фізика, має свої закони; а) навчальний предмет;
  - 2) світова продукція хімії — мільйони тонн різних речовин; б) галузь промисловості; в) наука.
  - 3) хімію викладають у школах усіх країн світу;

3. Назвіть кілька речовин, які не існують у природі, а добуті людиною і використовуються в повсякденному житті.
4. Наведіть приклади забруднення довкілля речовинами штучного (промислового) походження.

## 2 Як виникла і розвивалася наука хімія

**Матеріал параграфу допоможе вам:**

- з'ясувати, як інтерес людей до речовин та їх перетворень сприяв поступовому формуванню однієї з фундаментальних наук — хімії;
- дізнатися про здобутки сучасної хімії.

Хімія — давня і водночас молода наука. Правильні уявлення про речовини та їх перетворення з'явилися лише в останні півтора-два століття.



**Мал. 3.**  
Хімія в Давньому Єгипті:  
а — добування металів;  
б — бальзамування

**Зародження науки хімії.** Людина з давніх-давен несвідомо здійснювала численні перетворення речовин. Навчившись добувати вогонь, вона спалювала деревину, щоб обігрівати своє житло, готувати їжу. Виготовляючи вино, людина використовувала процес бродіння, завдяки якому виноградний цукор перетворювався на спирт. Пізніше нею було винайдено способи добування металів із руд. На перетвореннях речовин ґрунтувалося виробництво скла і пороху.

Вважають, що хімія як ремесло виникла задовго до початку нашої ери в Давньому Єгипті (мал. 3). Слово «хімія» пов'язують із першою назвою цієї країни — Кемет<sup>1</sup>. У Єгипті набули розвитку металургія, керамічне виробництво, парфумерія, фарбування тканин, вигото-

<sup>1</sup> За іншими гіпотезами, слово «хімія» походить від давньогрецького «хіума» — лиття металів або давньокитайського «кім» — золото.



влення ліків. Багато таємниць, пов'язаних із перетвореннями речовин, знали лише жерці.

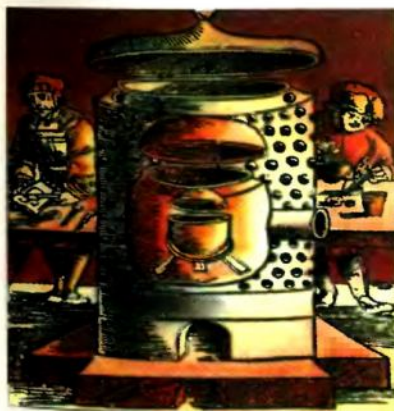
Над внутрішньою будовою речовин розмірковували давньогрецькі філософи. Вони стверджували, що всі речовини складаються з найдрібніших і неподільних частинок — атомів. Але довести це в той час було неможливо.

Подальший розвиток наук відбувався в арабських країнах. Там хімію називали алхімією («ал» — широковживаний арабський префікс). Почали розвиватися споріднені з хімією мінералогія (наука

про мінерали), аптечна справа, а також різноманітні виробництва — паростки сучасної хімічної технології.

У середньовіччі алхімія поширилася в Європу. Чимало творів арабських і грецьких учених, філософів було перекладено латиною. Намагаючись добути «філософський камінь», який дав би змогу перетворити будь-який метал на золото, омолодити людину, вилікувати її, учені проводили безліч дослідів (мал. 4). Вони добули багато речовин, вивчили їхні властивості. Алхіміки виготовляли різні види лабораторного посуду і обладнання, розробили такі операції в хімічному експерименті, як перегонка, фільтрування. Їм належать численні, часто випадкові, відкриття.

Кожна наука стає справжньою тоді, коли відкривають її закони, а на підставі здобутих знань створюють теорії. Перші теорії перетворень речовин з'явилися в Європі в другій половині XVII ст., але були помилковими. У XVIII ст. було відкрито закон збереження маси речовин під час хімічної реакції<sup>1</sup> (див. § 14). Це позитивно вплинуло на розвиток науки хімії.



Мал. 4.  
Алхіміки за роботою

<sup>1</sup> Хімічними реакціями називають перетворення одних речовин на інші.

**Сучасна хімія.** Нині хімія має міцну теоретичну основу. Це дає змогу вченим передбачати існування нових речовин із необхідними для практичного використання властивостями, пропонувати й реалізовувати способи їх добування.

Завдяки новим речовинам, які витримують високі температури, глибокий вакуум, мають унікальні властивості, людина підкорила атомну енергію, створила комп'ютер, проклала дорогу в космос. Традиційні матеріали — деревину, скло, метали — вона успішно замінює на пластмаси. Нові лікарські препарати допомагають людині відновити своє здоров'я.

Хіміки розробляють і вдосконалюють методи переробки природної сировини — нафти, вугілля, природного газу, металічних руд, щоб добувати максимальну кількість потрібних для людини речовин.

Учені не лише вивчають речовини та їх перетворення, а й виявляють причини і закономірності таких перетворень, досліджують їх залежність від температури, тиску тощо.

Хіміки працюють у добре обладнаних лабораторіях (мал. 5). Можливості сучасної хімії необмежені.

За найвидатніші світові досягнення в хімії щороку одному або кільком ученим присуджують престижну нагороду — Нобелівську премію.

**Цікаво знати**  
Першу Нобелівську премію в галузі хімії було присуджено в 1901 р. голландському хіміку Я. Х. Вант-Гоффу за дослідження розчинів.



**Мал. 5.**  
Хімічна лабораторія

Вагомий внесок у розвиток хімії належить українським ученим. Вони збагатили теоретичну та експериментальну хімію, добули десятки тисяч нових речовин, розробили сотні методів хімічного аналізу речовин, винайшли багато матеріалів із корисними властивостями.

## ВИСНОВКИ

Становлення хімії відбувалося протягом кількох тисяч років.

Хімія як наука народилася з відкриттям першого хімічного закону — закону збереження маси речовин під час їх перетворень.

Нині вчені-хіміки добувають багато речовин, досліджують їхні властивості для ефективного використання на практиці.



5. Чому алхімію не можна вважати справжньою наукою?
6. Підготуйте невелике повідомлення про цікаве відкриття або винахід алхіміків.
7. Які завдання вирішують учені-хіміки?

## 3

### Правила роботи і техніки безпеки в хімічному кабінеті. Лабораторний посуд, обладнання та їх використання

Матеріал параграфа допоможе вам:

- засвоїти правила роботи і техніки безпеки в хімічному кабінеті;
- правильно використовувати хімічний посуд і обладнання;
- навчитися виконувати найпростіші операції під час хімічного експерименту.



Ви вже знаєте, що хімія — наука про речовини та їх перетворення. Учені-хіміки здійснюють різноманітні експерименти з речовинами в хімічних лабораторіях, використовують сучасне обладнання, складні прилади.

Уроки хімії відбуваються в хімічному кабінеті. У ньому обов'язково є витяжна шафа, де зберігають шкідливі леткі речовини, виконують досліди, під час яких виділяються гази, що мають різкий, неприємний запах. Ви працюватимете із хімічним посудом, різним обладнанням, багатьма речовинами. Деякі речовини можуть спричинити запаморочення, отруєння, опіки, а легкозаймисті — пожежу. Тому з ними слід поводитися дуже обережно, знати, де в хімічному кабінеті зберігаються аптечка і протипожежні засоби.

Кожному учню потрібно знати правила роботи в хімічному кабінеті, правила техніки безпеки та дотримуватися їх.

## **Правила роботи в хімічному кабінеті**

1. Під час виконання дослідів на вашому столі мають бути реактиви, обладнання, зошит, підручник і письмове приладдя.
2. Виконуйте дослід лише після того, як усвідомите послідовність своїх дій, вивчите властивості речовин, які потрібно добути і використовувати.
3. За найменшого сумніву щодо речовин, обладнання, послідовності та умов виконання дослідів зверніться із запитаннями чи по допомогу до вчителя або лаборанта.
4. Зосередьтеся на виконанні кожного дослідів, не відволікайтеся на сторонні справи й не відволікайте однокласників.
5. Дбайливо ставтеся до майна хімічного кабінету, економно витрачайте речовини.
6. Забороняється виконувати досліди, не заплановані вчителем, змішувати будь-які речовини, зливати рідини на свій розсуд, змінювати умови експерименту.
7. Спостереження записуйте під час проведення дослідів, а результати і висновки — після завершення роботи.

8. Після виконання дослідів приберіть робоче місце, витріть стіл ганчіркою насухо, помийте пробірки, інший посуд<sup>1</sup> і разом з обладнанням здайте вчителю або лаборанту.
9. Залишки речовин після дослідів висипте чи вилийте в спеціально призначені для цього посудини. Деякі рідкі речовини та розчини (про це скаже вчитель) можна виливати в раковину. Їхні рештки змивають проточною водою.

Для того щоб здійснити хімічний експеримент, потрібно знати основні види лабораторного посуду та обладнання, а також уміти ними користуватися.

**Лабораторний посуд.** Більшість посуду для хімічних дослідів зроблено зі скла, решту — із порцеляни або пластмаси (мал. 6). Працюючи зі скляним посудом, слід мати на увазі, що він легко розбивається і може тріснути під час нагрівання. Порцеляновий посуд призначений для нагрівання, розтирання твердих речовин; він термостійкий і міцніший за скляний.

У хімічній лабораторії всі речовини та розчини містяться в щільно закритих банках і пляшках. Їх відкривають тільки для того, щоб узяти необхідну порцію речовини або розчину, а потім закривають. Кришки і пробки кладуть на стіл зовнішньою поверхнею.

Відбір твердої речовини із банки здійснюють ложкою або шпателем. Певний об'єм рідини відбирають піпеткою або за допомогою мірного циліндра.

Досліди в школі зазвичай виконують у пробірках. Їх зроблено із тонкого скла, тому працювати з ними слід обережно. У пробірку поміщають тверду речовину масою 0,5—1 г, або приблизно 1/4 чайної ложки, а рідини наливають 1—2 мл (у пробірці це шар в 1—2 см).

---

<sup>1</sup> Мити скляний посуд, який щойно нагрівали, не можна, тому що гаряче скло при потрапленні на нього води тріскає.



**Мал. 6.**

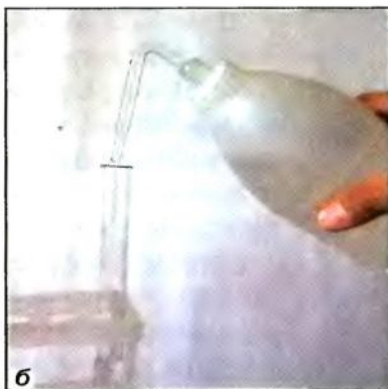
**Лабораторний посуд:**

- 1 — піпетка;
- 2 — скляна пластинка (предметне скло);
- 3 — скляна паличка;
- 4 — скляна трубка;
- 5 — конічна колба;
- 6 — плоскодонна колба;
- 7 — хімічна склянка;

- 8 — мірний циліндр;
- 9 — кристалізатор;
- 10 — пляшка для зберігання рідин;
- 11 — лійка;
- 12 — порцелянова чашка;
- 13 — порцелянова ступка з товкачиком;
- 14 — крапельниця;
- 15 — баночка для зберігання речовин;
- 16 — пробірка;
- 17 — порцелянова ложка

Воду в пробірку краще наливати за допомогою *промивалки* — пластмасової посудини з водою. Для цього трубку промивалки поміщають у пробірку і стискають рукою пластмасову посудину (мал. 7).





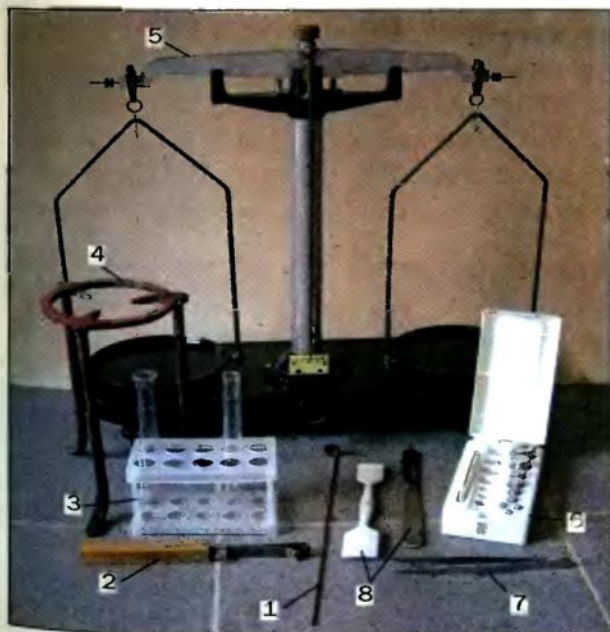
**Мал. 7.**  
Промивалка (а)  
і користування нею (б)

Для подрібнення часточок твердої речовини використовують *порцелянову ступку з товкачком*.

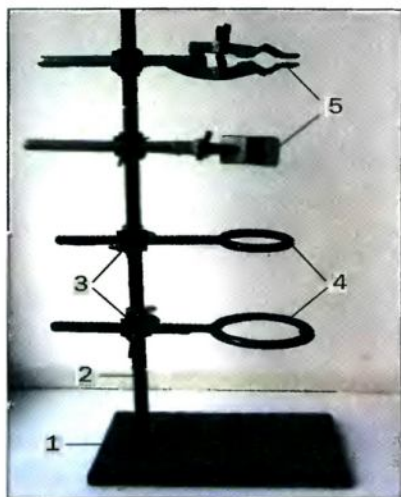
Випарювання розчинів здійснюють у *порцелянових чашках* або термостійких склянках. У чашках також прожарюють деякі тверді речовини.

Якщо потрібно випарити воду із кількох крапель розчину, то це роблять на *предметному склі*.

**Обладнання.** У хімічному кабінеті є різне обладнання (мал. 8).



**Мал. 8.**  
**Лабораторне обладнання:**  
1 — ложка для спалювання речовин;  
2 — пробіркотримач;  
3 — штатив для пробірок;  
4 — тринога;  
5 — технохімічні терези;  
6 — наважки;  
7 — пінцет;  
8 — металевий і порцеляновий шпателі



**Мал. 9.**  
**Лабораторний штатив:**

- 1 — підставка;
- 2 — стержень;
- 3 — муфта;
- 4 — кільце;
- 5 — лапка

Для здійснення дослідів часто використовують *лабораторний штатив*. Він призначений для закріплення пробірок, колб, хімічних склянок, порцелянових чашок. Це металевий стержень, закручений у підставку (мал. 9). Штатив укомплектовано муфтами, лапками, кільцями. Кожна муфта має два гвинти: один — для з'єднання її зі стержнем штатива, а другий — для закріплення в ній лапки або кільця.

Пробірку закріплюють у лапці ближче до отвору, а колбу — за шийку, причому так, щоб посудина з лапки не випадала і її можна було в ній переміщувати. Закручувати гвинт лапки слід без надмірних зусиль, щоб не тріснуло скло.

Кільце слугує підставкою для порцелянової чашки, колби чи хімічної склянки, в яких нагрівають речовини.

Нагрівання в хімічному кабінеті здійснюють, використовуючи спиртівку, сухе пальне, іноді — газовий пальник або електронагрівач.

**Мал. 10.**  
**Прилади для нагрівання:**

- а — спиртівка;
- б — гасіння полум'я ковпачком;
- в — газовий пальник

*Спиртівка* — скляна посудина певної форми, яку через металеву трубку вставлено ґніт — смужку зі спеціальної тканини (мал. 10, а). Спиртівку закривають ковпачком. Перед використанням у неї наливають спирт (до половини об'єму) і вста-



вляють трубку із ґнотом. Відтак до ґнота підносять запалений сірник. Щоб погасити спиртівку, слід закрити її ковпачком (мал. 10, б), припинивши доступ повітря до спирту, що горить. *Не можна дмухати на полум'я.*

*Газовий пальник* — металевий пристрій (мал. 10, в), який з'єднують гумовою трубкою із газовою магістраллю. Запалюють газ сірником, підносячи його до металевої трубки пальника і повільно відкриваючи кран магістралі. *Спостерігайте за появою вогню тільки збоку.*

Змінюючи положення крана, встановлюють висоту полум'я 4—5 см. Газ горить ледь помітним синім полум'ям. Якщо полум'я яскраве, потрібно збільшити доступ повітря. Це здійснюють за допомогою регулятора, розміщеного в нижній частині пальника. Щоб загасити газ, закривають кран магістралі. *Не торкайтеся верхньої частини пальника, бо вона довго залишається гарячою.*

*Сухе пальне* — це шматочки білої горючої речовини, подібні до цукру-рафінаду або великих пігулок (мал. 11). Шматочок пального кладуть на термостійку підставку і підпалюють від сірника. Гасять сухе пальне, накриваючи його металевим ковпачком або порцеляновою чашкою.

**Мал. 11.**  
Сухе пальне



## Найпростіші операції в хімічному експерименті

**Виявлення запаху речовини.** Для виявлення запаху речовини, що міститься в пробірці, необхідно рукою «захопити» повітря над пробіркою і спрямувати до носа (мал. 12). Повітря вдихають обережно, малими порціями.

**Перемішування рідини у склянці або пробірці.** Цю операцію здійснюють за допомогою довгої





**Мал. 12.**  
Виявлення  
запаху  
речовини



**Мал. 13.**  
Перемішування рідини:  
а — скляною паличкою; б — струшуванням



скляної палички (мал. 13, а). Якщо її немає, пробірку беруть трьома пальцями ближче до отвору та обережно струшують вміст (мал. 13, б). *Забароняється закривати отвір пробірки пальцем, а потім інтенсивно струшувати рідину.*

**Мал. 14.**  
Переливання  
рідини:  
а — із баночки  
в пробірку;  
б — за  
допомогою  
скляної  
палички;  
в — із однієї  
пробірки в іншу

**Переливання рідини.** Пляшку з рідиною беруть у руку так, щоб закрити етикетку; тоді залишки рідини не потраплятимуть на напис і не псуватимуть його. Краєм отвору пляшки з рідиною торкаються отвору іншої посудини, яку тримають похило, і обережно наливають у неї необхідну кількість рідини (мал. 14, а). Іноді використовують лійку.

Наливати рідину в склянку із пляшки можна за допомогою скляної палички (мал. 14, б).



Рідину з однієї пробірки в іншу переливають так, як показано на малюнку 14, в.

**Нагрівання речовини у пробірці.** Пробірку з речовиною або розчином закріплюють у її верхній частині в пробіркотримачі або в лапці лабораторного штативу (мал. 15). Користуючись пробіркотримачем, спочатку послаблюють у ньому зажим, зсуваючи його в бік ручки, вставляють пробірку і, притримуючи її, переміщують зажим у протилежному напрямі. Відтак запалюють спиртівку або сухе пальне. Спершу рівномірно нагрівають усю пробірку, а потім, у верхній зоні полум'я, — ту її частину, в якій міститься речовина. Після досліду гарячу пробірку не виймають із пробіркотримача, а кладуть разом із ним для охолодження на керамічну або металеву підставку. Якщо пробірку було закріплено в штативі, її залишають у ньому. Спиртівку або сухе пальне гасять.

**Нагрівання речовини в порцеляновій чашці.** У лабораторному штативі за допомогою муфти закріплюють кільце і розміщують у ньому порцелянову чашку із речовиною або розчином. Запалюють спиртівку. Потім кільце піднімають або опускають у штативі, щоб верхня частина полум'я торкалася нижньої частини чашки (мал. 16).

**Випарювання рідини на предметному склі.** Предметне скло закріплюють у пробіркотримачі.



Мал. 15. Нагрівання рідини у пробірці:  
а — закріпленій у пробіркотримачі;  
б — закріпленій у штативі



Мал. 16.  
Нагрівання рідини  
в порцеляновій чашці





За допомогою скляної палички, трубки або піпетки наносять на скло кілька крапель розчину і рівномірно нагрівають над полум'ям усю поверхню скла (мал. 17) до повного випарювання рідини. Після досліду гаряче скло кладуть разом із пробіркотримачем для охолодження на керамічну або металеву підставку.

**Мал. 17.**

Випарювання рідини на предметному склі

## **Правила техніки безпеки під час роботи в хімічному кабінеті**

1. Кожний дослід виконуйте чітко за інструкцією, вміщеною в підручнику, та рекомендаціями вчителя.
2. Досліди з використанням або утворенням шкідливих летких речовин, а також газів із різким запахом здійснюйте у витяжній шафі з увімкненим мотором.
3. За перебігом досліду в пробірці спостерігайте через її стінки. Не можна дивитися на речовини в отвір пробірки, особливо під час нагрівання.
4. Працюючи з вогнем, будьте особливо уважними і обережними!
5. Нагрівайте пробірку з розчином або речовиною рівномірно. При цьому заборонено наливати або насипати в неї будь-яку речовину, ставити гарячу пробірку в пластмасовий штатив.
6. Категорично забороняється брати речовини руками, пробувати їх на смак, розсипати, розбризкувати або підпалювати.
7. Для дослідів використовуйте лише чистий неушкоджений лабораторний посуд.
8. Якщо на шкіру потрапила будь-яка речовина, струсьте її, змийте достатньою кількістю проточної води й одразу зверніться до вчителя або лаборанта.
9. Після виконання дослідів ретельно помийте руки з милом.
10. Не вживайте їжі в хімічному кабінеті!
11. У разі нещасного випадку негайно зверніться до вчителя.



Ці правила важливо пам'ятати ще й тому, що деякі з них можуть знадобитися в повсякденному житті. Заходи безпеки під час роботи з фарбами, органічними розчинниками, мийними засобами, отрутохімікатами, іншими товарами побутової хімії вказано на упаковках або етикетках (мал. 18).

Мал. 18.  
Етикетка  
на банці  
з лаком



#### ЗАПОБІЖНІ ЗАХОДИ

Зберігати в щільно закритій тарі в сухих приміщеннях, що добре провітрюються, запобігаючи дії вологи, тепла і прямих сонячних променів. При проведенні фарбувальних робіт, а також після їх закінчення, необхідно провітрити приміщення.

Для захисту рук застосовувати гумові рукавиці. Запобігати відокремленню лаку від шкіри очима, не палити, не приймати їжу.

#### ОБЕРІГАТИ ВІД ВОГНЮ!

Вироблено в Україні.

### ВИСНОВКИ

Під час виконання хімічного експерименту учні повинні дотримуватися правил роботи і техніки безпеки.

На уроках у хімічному кабінеті використовують різні види спеціального посуду, лабораторне обладнання, здійснюють необхідні операції з речовинами.

?

8. Доберіть правильні закінчення речень (їх може бути кілька).

1) Досліди можна виконувати...

а) тільки-но розпочався урок;

б) після дозволу вчителя;

в) лише ті, які передбачені в підручнику або вказані вчителем;

г) ті, які хочеться зробити самому.

- 2) Пробувати в хімічній лабораторії на смак ...
- а) можна соду, оцет, сіль і деякі інші речовини, відомі з повсякденного життя;
  - б) не можна жодної речовини;
  - в) можна всі неотруйні речовини.
- 3) Після закінчення практичної роботи необхідно ...
- а) самому прибрати робоче місце;
  - б) залишити всі речовини та обладнання на столі, щоб їх прибрав лаборант;
  - в) залишки розчинів і речовин злити чи зсипати у спеціальну посудину;
  - г) помити руки.
- 4) Нагрівати пробірку з речовиною треба ...
- а) тримаючи її рукою поблизу отвору;
  - б) попередньо закріпивши її у пробіркотримачі;
  - в) спочатку всю, рухаючи в полум'ї, а потім лише ту частину, де міститься речовина;
  - г) тільки в тій частині, де міститься речовина.
9. Назвіть посуд і обладнання, які використовують: а) для переливання рідин; б) для нагрівання речовин; в) для випарювання води з розчинів.
10. Яких правил техніки безпеки слід дотримуватися під час досліду, що передбачає нагрівання?
11. Які правила техніки безпеки, наведені в параграфі, є актуальними під час ремонтних робіт у квартирі?
12. Чому лабораторний штатив і деталі до нього виготовляють із металу, а не з пластмаси?
13. Чому для перемішування рідини у склянці іноді використовують скляну паличку із гумовим наконечником?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1**

### **Будова полум'я.**

### **Найпростіші операції**

### **в хімічному експерименті**

Перед виконанням практичної роботи уважно прочитайте правила техніки безпеки в хімічному кабінеті (с. 22) і чітко їх дотримуйтеся.

**Працюючи з вогнем, будьте обережними!**

## ДОСЛІД 1

### Вивчення «будови» полум'я



Мал. 19.  
Будова полум'я

Запаліть свічку. Ви побачите, що полум'я неоднорідне (мал. 19). У *нижній*, темній частині полум'я температура невисока. Через нестачу повітря горіння тут майже не відбувається. Речовина, з якої виготовлена свічка, спочатку плавиться, а відтак перетворюється на газоподібні горючі речовини.

У *середній* частині полум'я температура вища. Тут частина речовин згоряє, а решта розкладається з утворенням горючих газів і часточок сажі. Тверді часточки розжарюються і світяться. Тому ця частина полум'я найяскравіша.

Доведіть наявність часточок сажі, помістивши в середню частину полум'я порцелянові чашку або шпатель. Що спостерігаєте?

*Верхня* частина полум'я має найвищу температуру. В ній усі речовини згоряють повністю; при цьому утворюються вуглекислий газ і водяна пара.

Під час проведення хімічних дослідів *нагрівати речовини потрібно у верхній частині полум'я, де температура найвища.*

## ДОСЛІД 2

### Приготування розчину солі

Шпателем відберіть із банки невелику кількість кухонної солі<sup>1</sup> (1/3—1/4 чайної ложки) і помістіть її в хімічну склянку об'ємом 50 мл. Долийте до солі води (не більше половини склянки) і перемішуйте скляною паличкою до повного розчинення речовини.

## ДОСЛІД 3

### Переливання розчину

Обережно перелийте частину розчину солі зі склянки в пробірку до 1/3—1/4 її об'єму. Після цього перелийте приблизно 2 мл розчину із цієї пробірки в іншу. Обидві пробірки поставте у штатив.

<sup>1</sup> Учитель може замінити кухонну сіль на кальциновану соду або забарвлену речовину (наприклад, мідний купорос).



## ДОСЛІД 4

### Нагрівання рідини в пробірці, закріпленій у штативі

Пробірку із 2 мл розчину солі закріпіть похило у лапці штатива ближче до отвору. Запаліть спиртівку<sup>1</sup>. Відрегулюйте висоту положення лапки в штативі так, щоб нижня частина пробірки перебувала у верхній частині полум'я. Візьміть спиртівку в руку і рівномірно прогрійте всю пробірку. Відтак поставте спиртівку під пробірку і нагрівайте розчин у ній до закипання. *Не допускайте викиду рідини із пробірки!*

Відставте спиртівку, не гасячи її, для наступного дослідів.

## ДОСЛІД 5

### Нагрівання рідини в пробірці, закріпленій у пробіркотримачі

Закріпіть другу пробірку з розчином солі у пробіркотримачі. Спочатку рівномірно нагрійте всю пробірку, а потім — ту її частину, де міститься рідина. Тільки-но розчин закипить, відставте спиртівку і погасіть її, накривши ковпачком.

Не виймаючи пробірку із пробіркотримача, вилийте гарячий розчин у склянку і покладіть пробірку разом із пробіркотримачем на спеціальну підставку для охолодження. *Не ставте гарячу пробірку в пластмасовий штатив!*



14. З яких частин складається полум'я? Охарактеризуйте їх.
15. У якому випадку рідина в колбі закипить швидше: коли полум'я «обіймає» всю посудину чи коли дно посудини перебуває у верхній частині полум'я? Відповідь обґрунтуйте.
16. Чому при нагріванні пробірки потрібно спочатку її всю прогріти?
17. У який бік слід направляти отвір пробірки, в якій нагріваємо рідину?
18. Чому не можна ставити гарячу пробірку в пластмасовий штатив?

---

<sup>1</sup> Замість спиртівки можна використати сухе пальне.

# 1 розділ

## Початкові хімічні поняття

### 4 Речовини та їхні властивості

Матеріал параграфа допоможе вам:

- розрізняти речовини, фізичні тіла і матеріали;
- характеризувати речовини за фізичними властивостями.

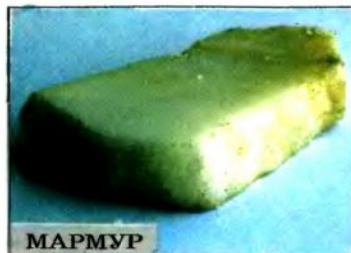
**Речовина.** У повсякденному житті ми стикаємося з багатьма речовинами. Серед них — вода, пісок, залізо, золото, цукор, сіль, крохмаль, вугілля... Продовжувати цей перелік можна дуже довго. У сотні разів більше речовин використовують і добувають учені.

Нині відомо понад 20 млн речовин. Багато з них трапляється в природі (мал. 20). У повітрі є різні гази; у річках, морях і океанах, крім води, — розчинені в ній речовини; у твердому поверхневому шарі нашої планети — численні мінерали, гірські породи, руди тощо. Надзвичай-

Мал. 20.  
Природні  
речовини



ПІСОК



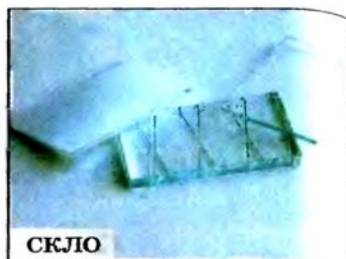
МАРМУР



АЦЕТОН



АЛЮМІНІЙ



СКЛО

**Мал. 21.**  
Штучно добуті  
речовини

но велика кількість речовин міститься і в живих організмах.

Алюмінію, цинку, ацетону, вапна, мила, аспірину, поліетилену, багатьох інших речовин у природі немає. Їх випускає промисловість (мал. 21).

Деякі речовини, які є в природі, можна добути в хімічній лабораторії. Так, при нагріванні марганцівки виділяється кисень, а при нагріванні крейди — вуглекислий газ. Учені за високої температури і тиску перетворюють графіт на алмаз, але кристалики штучних алмазів дуже дрібні й непридатні для виготовлення ювелірних прикрас. Добути ж коштовний камінь малахіт за допомогою хімічних дослідів не вдається.

*Невід’ємною ознакою речовини є маса.* Світлові промені, магнітне поле не мають маси і до речовин не належать.

## Речовина — те, з чого складається фізичне тіло.

*Фізичним тілом називають усе, що має масу і об’єм.* Фізичними тілами є, наприклад, крапля води, кристалик мінералу, уламок скла, шматок пластмаси, зерно пшениці, яблуко, горіх, будь-який предмет, виготовлений людиною, — годинник, іграшка, книжка, ювелірна прикраса тощо.

- Назвіть речовини, з яких складаються такі фізичні тіла: крижина, цвях, олівець.

Речовини, які використовують для виготовлення предметів, обладнання, а також у будів-



ництві та інших галузях, називають *матеріалами* (мал. 22). Першими в історії людства були природні матеріали — деревина, камінь, глина. Згодом люди навчилися виплавляти метали і скло, добувати вапно і цемент. В останні десятиліття на заміну традиційним матеріалам приходять нові, зокрема різноманітні пластмаси.



ГРАНІТ



ПІНОПЛАСТ



ЛІНОЛЕУМ

**Мал. 22.**  
Будівельні  
матеріали

- Із яких матеріалів (пластмаса, скло, метал, тканина, деревина) можуть бути виготовлені ваза, намисто, тарілка?

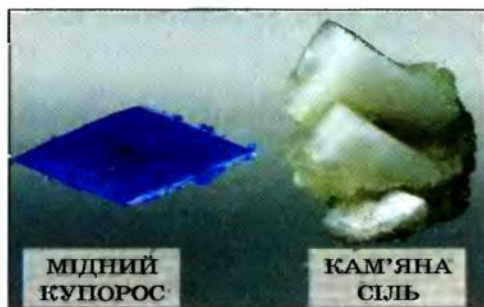
**Агрегатні стани речовини.** Речовина може перебувати у трьох агрегатних станах — твердому, рідкому і газоподібному.

Під час нагрівання тверді речовини плавляться, а рідини закипають, перетворюючись на пару. При зниженні температури відбуваються зворотні перетворення. Деякі гази за високого тиску зріджуються. За всіх цих явищ найдрібніші частинки речовини не руйнуються. Отже, *речовина, змінюючи агрегатний стан, не перетворюється на іншу.*

Кожний знає про три агрегатні стани води, в яких вона існує у природі: лід, вода, водяна пара. Але не всяка речовина може бути твердою, рідкою і газоподібною. Для цукру відомі два агрегатні стани: твердий і рідкий. При нагріванні цукор плавиться, потім його розплав темніє, і з'являється неприємний запах. Це свідчить про перетворення цукру на інші речовини. Отже, газоподібного стану для цукру не існує. А таку речовину як графіт не можна розплавити: за температури 3500 °С він одразу перетворюється на пару.

**Кристалічні та аморфні речовини.** Якщо розглядати сіль і цукор через збільшувальне скло, то можна помітити, що часточки солі мають форму кубиків, а цукру — іншу форму, але теж правильну, симетричну. Кожна така часточка є кристалом. *Кристал* — це природне фізичне тіло, що має плоскі грані (поверхні) та прямі ребра (стики граней). Отже, сіль і цукор — кристалічні речовини. До таких речовин належать лимонна кислота, глюкоза, алмаз, графіт, метали тощо (мал. 23). У багатьох випадках кристали речовин настільки дрібні, що їх можна побачити лише під мікроскопом.

Скло — не кристалічна, а *аморфна*<sup>1</sup> речовина. Якщо його подрібнити, то отримаємо безформні часточки, не схожі одна на одну. Аморфними речовинами є також крохмаль, борошно, поліетилен та ін. (мал. 24).



**Мал. 23.**  
Кристалічні речовини



**Мал. 24.**  
Аморфні речовини

**Фізичні властивості речовин.** Усі речовини надзвичайно різноманітні; кожна має сукупність певних властивостей.

**Властивості речовини — це ознаки, за якими речовина відрізняється від іншої або подібна до неї.**

Залізо легко відрізнити від деревини за кольором, особливим блиском, а також на дотик: метал завжди здається холоднішим, бо краще проводить

<sup>1</sup> Термін походить від грецьких префікса *a-* і слова *morphē* — форма.

теплоту. Використавши магніт, виявимо, що залізо притягується до нього, а деревина — ні. На відміну від заліза деревина у воді не тоне, бо густина її менша за густину води, а густина заліза — більша. Залізо витримує високу температуру, а деревина спочатку темніє, потім чорніє і загоряється.

**Властивості речовини, які визначають спостереженням або вимірюванням, без перетворення її на іншу речовину, називають фізичними.**

Найважливішими фізичними властивостями речовини є такі:

- агрегатний стан за певних температури і тиску;
- колір, блиск (або їх відсутність);
- запах (або його відсутність);
- розчинність (або нерозчинність) у воді;
- температура плавлення;
- температура кипіння;
- густина;
- теплопровідність;
- електропровідність (або неелектропровідність).

Перелік фізичних властивостей твердих речовин можна розширити, включивши до нього твердість, пластичність (чи крихкість), а для кристалічних — ще й форму кристалів. Описуючи рідину, зазначають, якою вона є — рухливою чи оліїстою.

Такі фізичні властивості, як колір, запах, смак, форму кристалів можна виявити візуально, за допомогою органів чуття, а густину, електропровідність, температуру плавлення та кипіння визначають вимірюваннями. Відомості про фізичні властивості багатьох речовин вміщено у спеціальній літературі, зокрема в довідниках.

**Фізичні властивості речовини залежать від її агрегатного стану. Так, густина льоду, води і водяної пари різні. Газуватий кисень безбарвний, а рідкий — блакитний.**

Знання фізичних властивостей допомагає «впізнавати» чимало речовин. Наприклад, мідь — єдиний метал червоного кольору. Солоний смак





має тільки кухонна сіль. Йод — майже чорна тверда речовина, яка при нагріванні перетворюється на темно-фіолетову пару (мал. 25). У більшості випадків для визначення речовини потрібно брати до уваги кілька її властивостей.

**Мал. 25.**  
Нагрівання йоду

## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 1

### Ознайомлення з фізичними властивостями речовин

Вам видано три пробірки, в яких містяться селітра<sup>1</sup>, графіт і поліетилен.<sup>2</sup> У вашому розпорядженні є склянка з водою (або промивалка) і скляні палички.

Опишіть речовини. Який характер часточок кожної речовини (кристалики, порошок, дрібні кусочки довільної форми)? З'ясуйте, чи розчиняються речовини у воді, легші або важчі за неї.

Запишіть фізичні властивості речовин у таблицю:

Речовина	Селітра	Графіт	Поліетилен
Фізичні властивості			
Агрегатний стан за звичайних умов			
...			

За якою властивістю (властивостями) можна відрізнити кожну речовину від двох інших? Назвіть властивості, подібні для двох (трьох) речовин.

Крім фізичних властивостей, кожна речовина має і хімічні властивості. Про них ітиметься далі.

<sup>1</sup> Селітра — мінеральне добриво.

<sup>2</sup> Учитель може замінити графіт на сірку, мідні або залізні ошурки, а поліетилен — на інший полімер.

**Речовина — те, із чого складається фізичне тіло. Невід’ємною ознакою речовини є її маса.**

**Речовина може перебувати у трьох агрегатних станах: твердому, рідкому й газоподібному. Тверді речовини бувають кристалічними і аморфними.**

**Властивості речовини — це ознаки, за якими вона відрізняється від іншої речовини або подібна до неї. Фізичні властивості визначають спостереженням або вимірюванням, не перетворюючи речовину на іншу.**



19. Що таке фізичне тіло, речовина, матеріал?
20. Знайдіть відповідність:  

<i>Речовина</i>	<i>Фізичне тіло</i>
1) золото;	а) термометр;
2) ртуть;	б) каблучка;
3) папір;	в) вітрина;
4) скло;	г) зошит.
21. Виберіть серед наведених слів і словосполучень ті, які стосуються речовин: стіл, мідь, крига, пластмасова пляшка, спирт, газета, водяна пара, срібний ланцюжок.
22. Які з речовин є будівельними матеріалами: вуглекислий газ, залізо-бетон, скло, папір, капрон, сталь?
23. Наведіть приклади:  
а) кількох предметів, зроблених з одного й того самого матеріалу;  
б) предмета, зробленого з кількох матеріалів;  
в) двох матеріалів, з яких виготовляють аналогічні предмети.
24. Опишіть фізичні властивості крейди.
25. Які речовини, що є у вас вдома, можна виявити на запах?
26. У посудинах без етикеток містяться парфуми, олія, кухонна сіль, кусочки заліза, мармуру. За якими властивостями можна визначити кожную речовину?
27. Назвіть кілька твердих речовин, які ви можете легко відрізнити від усіх інших.
28. Зваживши на фізичні властивості речовин, поясніть, чому викрутки та плоскогубці мають, як правило, пластмасові ручки.

## Властивості деяких продуктів харчування

Напишіть на окремих папірцях назви речовин: борошно, кухонна сіль «Екстра», цукрова пудра, крохмаль. Насипте на кожний папірець по кілька грамів відповідної речовини.

Опишіть зовнішній вигляд речовин.

Потріть кожну речовину пальцями (виявіть, наскільки дрібними є часточки).

Випробуйте речовини на смак (з речовинами, які є в хімічній лабораторії, це робити категорично заборонено).

З'ясуйте, чи розчиняються речовини у воді.

Занотуйте результати випробувань і спостережень у таблицю, аналогічну поданій на с. 32.

Чи можна розрізнити ці речовини? Якщо так, то як саме?

# 5 Чисті речовини і суміші

Матеріал параграфу допоможе вам:

- усвідомити, що абсолютно чистих речовин не існує;
- розрізнити однорідні й неоднорідні суміші речовин;
- з'ясувати, в яких сумішах фізичні властивості компонентів зберігаються, а в яких — ні;
- обрати метод розділення суміші речовин залежно від її типу.

**Чисті речовини і суміші.** У кожній речовині завжди міститься певна кількість домішок. *Речовину, в якій майже немає домішок, називають чистою.* З такими речовинами працюють у науковій лабораторії, шкільному хімічному кабінеті. Зауважимо, що *абсолютно чистих речовин не існує.*

*Якщо вміст домішок у речовині істотний, тоді це — суміш речовин.* Сумішами є майже всі природні речовини, продукти харчування (крім солі, цукру, деяких інших), багато лікарських і косметичних засобів, товарів побутової хімії, будівельних матеріалів.





**Мал. 26.**  
Однорідна суміш  
(водний розчин цукру)

Кожну речовину, що міститься в суміші, називають *компонентом*.

Існують однорідні й неоднорідні суміші.

**Однорідні суміші.** Додавимо невелику порцію цукру в склянку з водою і будемо перемішувати, доки весь цукор не розчиниться. Рідина матиме солодкий смак. Отже, цукор не зник, а залишився в суміші. Але його кристаликів ми не побачимо, навіть розглядаючи краплю рідини у потужний мікроскоп. Виготовлена суміш цукру і води є однорідною (мал. 26); у ній рівномірно перемішані найдрібніші частинки цих речовин.

**Суміші, в яких компоненти неможливо виявити спостереженням, називають однорідними.**

Більшість металічних сплавів — також однорідні суміші. Так, у сплаві золота з міддю, який використовують для виробництва ювелірних прикрас, відсутні червоні часточки міді й жовті часточки золота.

Із матеріалів, що є однорідними сумішами речовин, виготовляють багато предметів різноманітного призначення (мал. 27).

До однорідних сумішей належать усі суміші газів, у тому числі й повітря. Існує чимало однорідних сумішей рідин. Така суміш утворюється, якщо змішати, наприклад, спирт і воду.

**Мал. 27.**  
Предмети,  
виготовлені  
з однорідних  
сумішей



► Наведіть свій приклад однорідної суміші.

Однорідні суміші ще називають *розчинами*, навіть якщо вони тверді або газоподібні.

За деякими фізичними властивостями однорідні суміші відрізняються від їх компонентів. Так, сплав олова зі свинцем, який використовують для паяння, плавиться при нижчій температурі, ніж чисті метали. Вода закипає при температурі  $100^{\circ}\text{C}$ , а водний розчин солі — при вищій температурі. Якщо воду охолодити до температури  $0^{\circ}\text{C}$ , вона

почне перетворюватися на лід. Розчин солі за цих умов ще залишається рідиною (він замерзає при нижчій температурі). У цьому можна переконатися взимку, коли дороги і тротуари, вкриті льодом, посипають сумішшю солі з піском. Лід під дією солі плавиться й утворюється водний розчин солі, який на слабкому морозі не замерзає. А пісок потрібен для того, щоб дорога не була слизькою.

**Неоднорідні суміші.** Вам відомо, що крейда не розчиняється у воді. Якщо її порошок всипати у склянку з водою, то в утвореній суміші завжди існуватимуть часточки крейди, які видно неозброєним оком (мал. 28).



**Мал. 28.**  
Неоднорідна суміш  
крейди і води

**Суміші, в яких компоненти можна виявити спостереженням, називають неоднорідними.**

До неоднорідних сумішей (мал. 29) належить більшість мінералів, ґрунт, будівельні матеріали, живі тканини, каламутна вода, молоко та інші продукти харчування, деякі лікарські й косметичні засоби.

► Наведіть свій приклад неоднорідної суміші.

У неоднорідній суміші фізичні властивості компонентів зберігаються. Так, залізні ошурки, змішані з мідними або алюмінієвими, не втрачають здатності притягуватися до магніту. Вода в



**Мал. 29.**

**Неоднорідні суміші:**

**а** — суміш води і сірки;

**б** — суміш олії і води;

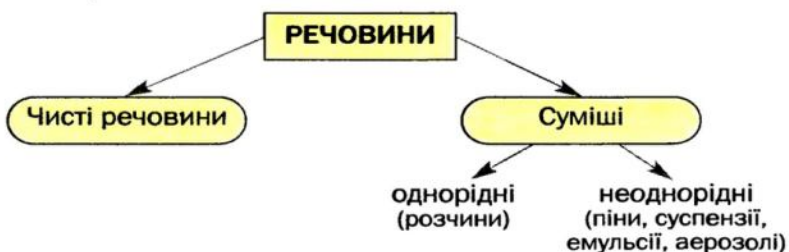
**в** — суміш повітря і води

суміші з піском, крейдою або глиною замерзає при температурі  $0^{\circ}\text{C}$  і закипає при  $100^{\circ}\text{C}$ .

Деякі види неоднорідних сумішей мають спеціальні назви: *піна* (наприклад, пінопласт, мильна піна), *суспензія* (суміш води з невеликою кількістю борошна), *емульсія* (молоко, добре збовтані олія з водою), *аерозоль* (дим, туман).

► У яких агрегатних станах перебувають компоненти в кожній названій суміші?

Матеріал, викладений вище, підсумовує схема 3.



**Схема 3.**  
**Речовини і суміші**

**Методи розділення сумішей.** Часто виникає потреба розділити суміш, щоб добути її компоненти або очистити речовину від домішок.

Існує багато методів розділення сумішей. Їх обирають, зважаючи на тип суміші, агрегатний стан і відмінності у фізичних властивостях компонентів (схема 4). Деякі методи вам відомі з курсу природознавства.



**Схема 4.**  
Методи  
розділення  
сумішей



► Поясніть, завдяки яким властивостям компонентів можливе розділення кожної неоднорідної суміші, вказаної на схемі.

Розглянемо, як використовують деякі методи розділення сумішей.



**Мал. 30.**  
Робітник  
у респіраторі

Процес фільтрування покладено в основу роботи респіратора — пристрою, який захищає легені людини, що працює в сильно запиленому приміщенні. Він містить фільтри, які перешкоджають потраплянню пилу в легені (мал. 30). Найпростіший респіратор — пов'язка з кількох шарів марлі. Фільтр, що вилучає пил із повітря, є також у пиłosосі.

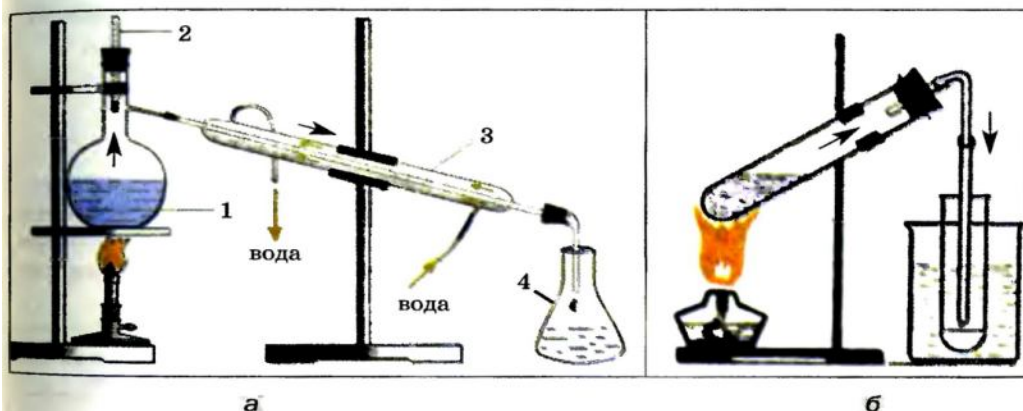
За допомогою магніту в промисловості здійснюють збагачення залізної руди — магнетиту. Завдяки здатності притягуватися до магніту руду відділяють від піску, глини, ґрунту тощо. У такий спосіб вилучають залізо із промислових і побутових відходів.

Важливим методом розділення однорідних сумішей рідин є *перегонка*, або *дистиляція*<sup>1</sup>. Цей метод дає змогу очистити природну воду від домішок. Отриману чисту (дистильовану) воду використовують у науково-дослідних лабораторіях, у виробництві речовин для сучасної техніки, в медицині для приготування ліків. У промисловості

<sup>1</sup> Термін походить від латинського слова *distillatio* — стікання краплинами.

перегонкою нафти (суміш багатьох речовин, переважно — рідин) добувають бензин, гас, дизельне пальне.

У лабораторії перегонку здійснюють на спеціальній установці (мал. 31). При нагріванні суміші рідин спочатку закипає речовина, яка має найнижчу температуру кипіння. Її пара виходить із посудини, охолоджується, конденсується<sup>1</sup>, а утворена рідина стікає в приймач. Коли цієї речовини вже не буде в суміші, температура почне підвищуватись, і згодом закипить інший рідкий компонент. У цей момент приймач замінюють на інший. Нелеткі рідини залишаються в посудині.



**Мал. 31.**  
Лабораторна установка  
для перегонки:  
а — звичайна;  
1 — суміш рідин із різними  
температурами  
кипіння;  
2 — термометр;  
3 — водяний холодильник;  
4 — приймач  
б — спрощена

Розділення різних сумішей відбувається і в природі. Із повітря осідають часточки пилу, а під час дощу і снігу — краплинки води, сніжинки. Завдяки відстоюванню каламутна вода стає прозорою. Від нерозчинних речовин вода очищується і при проходженні крізь пісок. Після випаровування води на берегах лиманів залишаються солі, які містились у ній. Із води, що витікає зі свердловини, виділяються розчинені гази.

<sup>1</sup> Термін походить від латинського слова *condensatio* — згущення, ущільнення.

Кожна речовина містить домішки. Чистою вважають таку речовину, в якій кількість домішок незначна.

Суміші речовин бувають однорідними і неоднорідними. В однорідній суміші компоненти неможливо виявити спостереженням, а в неоднорідній — можливо.

Деякі фізичні властивості однорідної суміші відрізняються від властивостей компонентів. У неоднорідній суміші властивості компонентів зберігаються.

Неоднорідні суміші речовин розділяють відстоюванням, фільтруванням, іноді — дією магніту, а однорідні — випарюванням і перегонкою (дистиляцією).



29. Які типи сумішей існують і чим вони відрізняються?
30. Запишіть наведені слова і словосполучення у відповідні стовпчики поданої нижче таблиці: алюміній, попіл, газетний папір, ртуть, повітря, йодна настоянка, граніт, лід із чистої води, вуглекислий газ, залізобетон.

Чисті речовини	Суміші	
	однорідні	неоднорідні

31. Назвіть кілька продуктів харчування, які є розчинами.
32. Який популярний напій залежно від способу приготування буває однорідною або неоднорідною сумішшю?
33. Чи можна водний розчин кухонної солі перетворити на неоднорідну суміш? Якщо так, то як це зробити?
34. Які суміші можна розділити фільтруванням: а) суміш піску і глини; б) суміш спирту і мідних ошурків; в) суміш води і бензину; г) суміш води з куточками пластмаси? Назвіть речовини, що залишаться на фільтрі.
35. Як би ви розділили суміш: а) кухонної солі та крейди; б) спирту і води? Які відмінності у властивостях речовин дають змогу використати обраний вами метод?
36. Продумайте експеримент із розділення суміші кухонної солі, піску, залізних ошурків і деревної тирси. Складіть його план, коротко опишіть кожний етап експерименту і розкажіть про очікувані результати.



## Відстоювання

У дві склянки налейте води. В одну склянку насипте 1/2 чайної ложки піску, а в іншу — стільки ж крохмалю. Одночасно перемішайте обидві суміші. Чи з однаковою швидкістю осідають часточки речовин у воді? Якщо ні, то які часточки осідають швидше і чому?

Свої спостереження запишіть у зошит.

## Розділення суміші трьох твердих речовин

Змішайте невеликі кількості подрібненого пінопласту, піску і кухонної солі.

Які методи можна використати для розділення цієї суміші?

Розділіть суміш<sup>1</sup>. Якщо необхідне нагрівання, здійснійте його дуже обережно.

Кожний етап експерименту опишіть у зошиті.

# 6 Атоми. Йони. Хімічні елементи

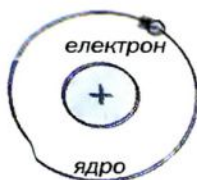
### Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, яку будову має атом;
- зрозуміти, у чому різниця між атомом і йоном;
- засвоїти назви і позначення хімічних елементів — певних видів атомів;
- використовувати періодичну систему Д. І. Менделєєва як джерело відомостей про хімічні елементи.

**Атоми.** Над речовинами, їхньою внутрішньою будовою розмірковували ще давньогрецькі філософи. Вони стверджували, що речовини складаються з *атомів* — невидимих і неподільних частинок, а завдяки їх сполученню утворився й існує

<sup>1</sup> Фільтром у домашніх умовах може слугувати жмуток вати або шматок бинта, складений у кілька разів. Фільтр потрібно вставити в господарську лійку.

**Мал. 32.**  
Будова  
найпростішого  
атома  
(планетарна  
модель)



навколишній світ. У перекладі з грецької слово «атом» означає «неподільний».

Довести існування атомів вдалося лише в XIX ст. за допомогою складних фізичних експериментів. Водночас було з'ясовано, що атом не є суцільною, монолітною частинкою. Він складається з **ядра** і **електронів**. Одну з перших моделей атома — планетарну — було запропоновано в 1911 р. Згідно з нею ядро знаходиться в центрі атома і займає незначну частину його об'єму, а електрони рухаються навколо ядра на певних орбітах, як планети — навколо Сонця (мал. 32).

Електрон у тисячі разів менший за атомне ядро. Це негативно заряджена частинка. Її заряд найменший серед існуючих у природі. Тому величину заряду електрона фізики обрали за одиницю вимірювання зарядів найдрібніших частинок (крім електронів, існують ще й інші частинки). Отже, заряд електрона дорівнює  $-1$ . Цю частинку позначають так:  $e^-$ .

Ядро атома заряджене позитивно. Заряд ядра і сумарний заряд усіх електронів атома однакові за величиною, але протилежні за знаком. Тому *атом* є *електронеутральним*. Якщо заряд ядра атома становить  $+1$ , то такий атом містить один електрон, якщо  $+2$  — два електрони і т. д.

**Атом** — найдрібніша електронеутральна частинка речовини, яка складається із позитивно зарядженого ядра й негативно заряджених електронів, які рухаються навколо нього.

**Йони.** Атом за певних умов може втратити чи приєднати один або кілька електронів. При цьому він стає позитивно або негативно зарядженою частинкою — *йоном*<sup>1</sup>.

**Йон** — заряджена частинка, утворена внаслідок втрати атомом або приєднання до нього одного чи кількох електронів.

<sup>1</sup> Слово «йон» у перекладі з грецької означає «той, що йде». На відміну від електронеutralного атома йон здатний рухатися в електричному полі.

**Схема 5.**  
утворення  
йонів із атомів

Якщо атом втрачає один електрон, то утворюється йон із зарядом  $+1$ , а якщо приєднує електрон, то заряд йона становитиме  $-1$  (схема 5). У разі втрати атомом чи приєднання до нього двох електронів утворюються йони із зарядами відно  $+2$  або  $-2$ .

### Утворення йона

Натрію

Хлору



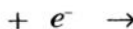
атом



йон



атом



йон

Існують також йони, що містять кілька сполучених атомів.

**Хімічні елементи.** Кількість атомів у Всесвіті незліченна. Їх розрізняють за зарядами ядер.

**Вид атомів із певним зарядом ядра називають *хімічним елементом*.**

Атоми із зарядом ядра  $+1$  належать одному хімічному елементу, із зарядом  $+2$  — іншому елементу і т. д.

Поняття «хімічний елемент» використовують для класифікації атомів. З подібною метою, наприклад, впроваджено сорти фруктів, овочів, квітів тощо. Слід пам'ятати: хімічний елемент не частинка і не речовина (так само назва сорту яблук — це не яблуко). Він не має агрегатного стану, густини, температури плавлення, інших фізичних властивостей.

Нині відомо 115 хімічних елементів. Заряди ядер їхніх атомів становлять від  $+1$  до  $+112$ , а також  $+114$ ,  $+116$  і  $+118$ .

Майже 90 елементів існують у природі, а решта (як правило, з найбільшими зарядами атомних ядер) — штучні елементи. Їх добувають учені на унікальному обладнанні. Ядра атомів



штучних елементів нестійкі і швидко розпадаються.

**Назви хімічних елементів, атомів і йонів.** Кожний хімічний елемент має назву. Сучасні українські назви елементів походять від латинських назв (табл. 1). Їх завжди пишуть з великої літери.

Таблиця 1

**Назви і символи деяких хімічних елементів**

Заряд ядра атома	Латинська назва елемента	Українська назва елемента		Символ елемента	Вимова символу
		традиційна	сучасна		
+1	<i>Hydrogenium</i>	Водень	Гідроген	H	Аш
+6	<i>Carboneum</i>	Вуглець	Карбон	C	Це
+7	<i>Nitrogenium</i>	Азот	Нітроген	N	Ен
+8	<i>Oxygenium</i>	Кисень	Оксиген	O	О
+9	<i>Fluorum</i>	Фтор	Флуор	F	Фтор
+14	<i>Silicium</i>	Кремній	Силіцій	Si	Ci, силіцій
+15	<i>Phosphorus</i>	Фосфор	Фосфор	P	Пе
+16	<i>Sulfur</i>	Сірка	Сульфур	S	Ес

Донедавна 18 елементів мали інші (традиційні) українські назви, які можна знайти у випущених раніше підручниках з хімії, а також у таблиці 1. Наприклад, традиційна назва одного із таких елементів — водень, а сучасна — Гідроген.

Назви елементів використовують і для відповідних частинок: атом Гідрогену (водню), йон Гідрогену (водню).

Із назвами йонів, утворених кількома атомами, ви ознайомитеся пізніше.

Назви хімічних елементів мають різне походження. Одні пов'язані з властивостями (кольором, запахом) або назвами речовин, інші — із назвами планет, країн тощо. Кілька елементів названо на честь видатних учених. Походження деяких назв невідоме, оскільки вони виникли дуже давно.

► Яка ваша думка щодо походження назв таких елементів: Європій, Францій, Нептуній, Прометій, Менделевій?

**Цікаво знати**  
Українська назва одного з елементів — Меркурій. Вона відрізняється від його латинської назви (*Hydrargyrum*), але близька до англійської (*Mercury*) та французької (*Mercure*).

Цікаво знати  
Символи  
елементів у  
всіх країнах  
одні й ті самі.

**Символи хімічних елементів.** Кожний елемент, крім назви, має ще й скорочене позначення — символ, або знак. У наш час використовують символи елементів, запропоновані майже 200 років тому відомим шведським хіміком Й.-Я. Берцеліусом (1779—1848). Вони складаються з однієї латинської літери (першої в латинських назвах елементів) або двох<sup>1</sup>. У таблиці 1 такі літери в назвах елементів виділено курсивом.

Вимова символів майже всіх елементів збігається з їхніми назвами. Наприклад, символ елемента Йоду I читається «йод», а не «і», а елемента Феруму Fe — «ферум», а не «фе». Усі винятки зібрано в таблиці 1.

У деяких випадках використовують загальне позначення хімічного елемента — *E*.

Символи і назви хімічних елементів містяться в періодичній системі Д. І. Менделєєва.

**Періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва.** У 1869 р. російський хімік Дмитро Іванович Менделєєв запропонував таблицю, в якій розмістив відомі на той час 63 елементи. Її було названо періодичною системою хімічних елементів. У нашому підручнику надруковано два варіанти періодичної системи: короткий (форзац I) і довгий (форзац II).

У періодичній системі існують горизонтальні рядки, які називають *періодами*, і вертикальні стовпчики — *групи*. Перетинаючись, вони утворюють клітинки, де міститься найважливіша інформація про хімічні елементи.

Кожну клітинку пронумеровано. У ній є символ елемента, а під ним — назва (мал. 33).

Номер клітинки називають *порядковим номером* розміщеного в ній елемента. Його загальне позначення — *Z*. Вислів «порядковий номер елемента Неону — 10» скорочено записують так:  $Z(\text{Ne}) = 10$ . Порядковий номер елемента збіга-



Мал. 33.  
Клітинка  
періодичної  
системи

<sup>1</sup> Символи чотирьох елементів, відкритих останнім часом, складаються із трьох літер.

**Дмитро Іванович Менделєєв**  
(1834—1907)



Видатний російський учений-хімік, член і почесний член академій наук багатьох країн. У 1869 р., у віці 35 років, склав періодичну таблицю (систему) хімічних елементів і відкрив періодичний закон — фундаментальний закон хімії. На основі періодичного закону виклав хімію в підручнику «Основи хімії», який десятки разів перевидавали в Росії та інших країнах. Провів численні дослідження розчинів і розробив теорію їх будови (1865—1887). Вивів загальне рівняння газового стану (1874). Запропонував теорію походження нафти, розробив технологію виготовлення бездимного пороху, зробив вагомий внесок у розвиток науки про вимірювання — метрології.

ється із зарядом ядра його атома і кількістю електронів у ньому. У періодичній системі всі елементи розміщені за зростанням заряду ядер атомів.

Отже, із періодичної системи Д. І. Менделєєва можна отримати такі відомості про хімічний елемент:

- символ;
- назву;
- порядковий номер;
- заряд ядра атома;
- кількість електронів в атомі;
- номер періоду, в якому елемент перебуває;
- номер групи, в якій він міститься.

► Знайдіть у періодичній системі елемент із порядковим номером 5 і выпишіть у зошит відомості про нього.



**Поширеність хімічних елементів.** Одні елементи трапляються в природі «на кожному кроці», інші — надзвичайно рідко. Поширеність елемента в повітрі, воді, ґрунті тощо оцінюють, порівнюючи кількість його атомів із кількістю атомів інших елементів.






Російський і український учений-природознавець, академік АН СРСР і АН УРСР, перший президент АН України (1919). Один із основоположників геохімії. Висунув теорію походження мінералів. Розвинув уявлення про роль живих організмів у геохімічних процесах. Розробив учення про біосферу і ноосферу. Досліджував хімічний склад літосфери, гідросфери, атмосфери. Організатор кількох науково-дослідних установ. Засновник школи вчених-геохіміків.

Розподіл елементів у різних частинах нашої планети вивчає наука геохімія. Значний внесок у її розвиток зробив видатний вітчизняний учений В. І. Вернадський.

*Атмосфера* майже повністю складається із двох газів — азоту і кисню. Молекул азоту  у повітрі вчетверо більше, ніж молекул кисню . Отже, перше місце за поширеністю в атмосфері посідає елемент Нітроген, а друге — Оксиген.

*Гідросфера* — це річки, озера, моря, океани, в яких розчинені невеликі кількості твердих речовин і газів. Зваживши на склад молекули води

, легко дійти висновку, що в гідросфері найбільше атомів Гідрогену.

*Літосфера*, або *земна кора*, — це твердий поверхневий шар Землі. У ньому міститься багато елементів. Найпоширенішими є Оксиген (58 % усіх атомів), Силіцій (19,6 %) і Алюміній (6,4 %).

У *Всесвіті* існують ті самі елементи, що й на нашій планеті. Перше і друге місця за поширеністю в ньому посідають Гідроген (92 % усіх атомів) і Гелій (7 %) — елементи, що мають найпростіші за будовою атоми.

**Атом** — найдрібніша електронейтральна частинка речовини, яка складається із позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів.

**Йон** — позитивно або негативно заряджена частинка, утворена внаслідок втрати атомом або приєднання до нього одного чи кількох електронів.

**Вид атомів** із певним зарядом ядра називають хімічним елементом. Кожний елемент має назву і символ.

Найважливіші відомості про хімічні елементи містяться в періодичній системі, створеній російським ученим Д. І. Менделєєвим.

Майже 90 хімічних елементів існують у природі; вони мають різну поширеність.



37. Охарактеризуйте будову атома.
38. Дайте означення йона. Як ця частинка утворюється із атома?
39. Що таке хімічний елемент? Чому його не можна ототожнювати з атомом або речовиною?
40. Чи перетворюється один елемент на інший, якщо атом втрачає (приєднує) електрон? Відповідь поясніть.
41. Знайдіть у періодичній системі і прочитайте такі символи хімічних елементів: Li, H, Al, O, C, Na, S, Cu, Ag, N, Au. Назвіть ці елементи.
42. Який із символів відповідає Феруму (F, Fr, Fe), Силіцію (C, Cl, S, Si, Sc), Карбону (K, C, Co, Ca, Cr, Kr)?
43. Випишіть із періодичної системи символи всіх елементів, які починаються з літери А. Скільки існує таких елементів?
44. Підготуйте коротке повідомлення про походження назв Гідрогену, Гелію або будь-якого іншого елемента.
45. Заповніть пропуски: а)  $Z(\dots) = 8$ ,  $Z(\dots) = 12$ ; б)  $Z(C) = \dots$ ,  $Z(Na) = \dots$ .
46. Заповніть таблицю:

Елемент		Розміщення в періодичній системі		Характеристика атома	
символ	назва	№ періоду	№ групи	заряд ядра	кількість електронів
К					
	Кальцій				
				+12	

47. Скориставшись даними, наведеними в тексті параграфа, визначте, скільки приблизно атомів Оксигену припадає в земній корі на 1 атом Силіцію і на 1 атом Алюмінію.

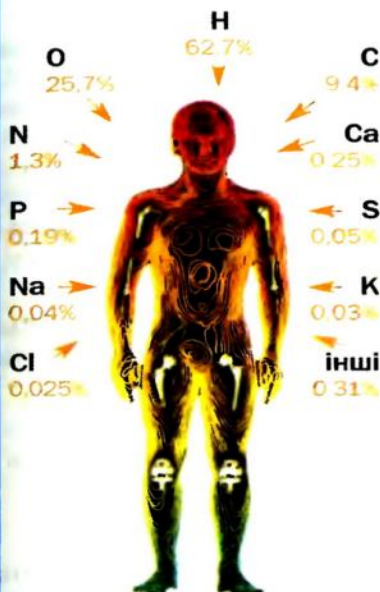
для допитливих

### Хімічні елементи в живій природі

Підраховано, що в середньому 80 % від маси рослин припадає на воду. В організмах тварин і людини ця речовина також переважає. Отже, найпоширенішим елементом у живій природі, як і в гідросфері, є Гідроген.

Організм людини потребує понад 20 хімічних елементів. Їх називають біоелементами (мал. 34). Вони містяться в повітрі, воді, а також багатьох речовинах, які потрапляють до організму разом із їжею. Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген, Сульфур є у білках, інших речовинах, з яких складається організм. Калій і Натрій містяться в крові, клітинних рідинах тощо. Оксиген, Фосфор і Кальцій потрібні для формування кісток. Серед інших елементів дуже важливими для людини є Ферум, Флуор, Йод. Нестача Феруму в організмі призводить до анемії, а Йоду — викликає уповільнення розумового розвитку дитини.

Рослинам необхідно трохи менше елементів — Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген, Фосфор, Калій, Магній, Сульфур. Вони надходять до рослин із повітря і ґрунту разом із вуглекислим газом, водою, розчиненими в ній речовинами.



**Мал. 34.**  
Хімічні елементи  
в організмі дорослої людини  
(у відсотках від загальної  
кількості атомів)



# 7 Маса атома. Відносна атомна маса

Матеріал параграфу допоможе вам з'ясувати:

- яка відмінність між масою атома і відносною атомною масою;
- у чому зручність використання відносних атомних мас;
- де знайти значення відносної атомної маси елемента.

## Цікаво знати

Маса електрона становить приблизно  $9 \cdot 10^{-28}$  г.

**Маса атома.** Важливою характеристикою атома є його маса. Майже вся маса атома сконцентрована в ядрі. Електрони мають настільки малу масу, що нею зазвичай нехтують.

Зважувати атоми на терезах неможливо, оскільки вони є дуже дрібними частинками. Їх маси було визначено за допомогою розрахунків.

Маса атома Урану — найважчого серед усіх атомів, які трапляються на Землі, становить приблизно

0,000 000 000 000 000 000 000 4 г.

Записувати і читати це число непросто: можна помилитися, пропустивши нуль або додавши зайвий. Існує інший спосіб його запису — у вигляді добутку:  $4 \cdot 10^{-22}$  (22 — кількість нулів у попередньому числі)<sup>1</sup>.

Точне значення маси атома Урану —  $3,952 \cdot 10^{-22}$  г, а атома Гідрогену, найлегшого серед усіх атомів, —  $1,673 \cdot 10^{-24}$  г.

Оперувати дуже малими числами незручно. Тому замість абсолютних мас атомів використовують їхні відносні маси.

**Відносна атомна маса.** Про масу будь-якого атома можна судити, порівнюючи її з масою іншого атома. Раніше для порівняння брали найлегший атом — атом Гідрогену. Нині маси атомів порів-

<sup>1</sup> Докладно про запис таких чисел ви дізнаєтесь на уроках алгебри у старших класах.

нюють із  $\frac{1}{12}$  маси атома Карбону (він майже в 12 разів важчий за атом Гідрогену). Цю маленьку масу названо *атомною одиницею маси* (скорочено — а. о. м.):

$$1 \text{ а. о. м.} = \frac{1}{12} m_a(\text{C}) = \frac{1}{12} \cdot 1,994 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 1,662 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$$

**Цікаво знати**  
До 1961 р.  
маси атомів  
порівнювали  
з  $\frac{1}{16}$  маси  
атома  
Оксигену.

Маса атома Гідрогену майже збігається з атомною одиницею маси:  $m_a(\text{H}) \approx 1 \text{ а. о. м.}$  Маса атома

Урану більша за неї в  $\frac{3,952 \cdot 10^{-22} \text{ г}}{1,662 \cdot 10^{-24} \text{ г}} \approx 238$  разів.

Тобто  $m_a(\text{U}) \approx 238 \text{ а. о. м.}$

Число, яке отримують діленням маси атома елемента на атомну одиницю маси, називають *відотною атомною масою елемента*. Цю величину позначають  $A_r(E)$ :

$$A_r(E) = \frac{m_a(E)}{1 \text{ а. о. м.}} = \frac{m_a(E)}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})}.$$

Індексом біля літери  $A$  є перша літера в латинському слові *relativus* — відносний.

**Відносна атомна маса елемента показує, у скільки разів маса атома елемента більша за  $\frac{1}{12}$  маси атома Карбону.**

$$m_a(\text{H}) = 1,673 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

Відносна атомна маса елемента не має розмірності.

$$m_a(\text{H}) \approx 1 \text{ а. о. м.}$$

Першу таблицю відносних атомних мас склав майже 200 років тому англійський учений Дж. Дальтон.

$$A_r(\text{H}) \approx 1$$

На підставі викладеного матеріалу можна дійти таких висновків:

- *відносні атомні маси пропорційні масам атомів;*
- *співвідношення мас атомів такі самі, що й відносних атомних мас.*

Значення відносних атомних мас хімічних елементів записані в клітинках періодичної систе-

**Джон Дальтон**  
(1766—1844)



Видатний англійський фізик і хімік. Член Лондонського королівського товариства (Англійської академії наук). Першим висловив гіпотезу про різні маси і розміри атомів, визначив відносні атомні маси багатьох елементів і склав таблицю їх значень (1803). Запропонував символи елементів і позначення хімічних сполук. Провівши понад 200 000 метеорологічних спостережень, вивчивши склад і властивості повітря, відкрив закони парціальних (часткових) тисків газів (1801), теплового розширення газів (1802), розчинності газів у рідинах (1803).

ми. Їх визначено з дуже високою точністю; відповідні числа здебільшого п'яти- або шестизначні (мал. 35).

У звичайних хімічних розрахунках значення відносних атомних мас прийнято округлювати до цілих чисел. Так, для Гідрогену і Урану

$$A_r(\text{H}) = 1,0079 \approx 1;$$

$$A_r(\text{U}) = 238,029 \approx 238.$$

Лише значення відносної атомної маси Хлору округлюють до десятих:

$$A_r(\text{Cl}) = 35,453 \approx 35,5.$$

► Знайдіть у періодичній системі значення відносних атомних мас Літію, Карбону, Оксигену, Неону й округліть їх до цілих чисел.

► У скільки разів маси атомів Карбону, Оксигену, Неону і Магнію більші за масу атома Гелію? Для обчислень використовуйте округлені значення відносних атомних мас.

Зверніть увагу: елементи розміщені в періодичній системі за зростанням атомних мас.

92	U
238,029	Уран

Відносна  
атомна маса

**Мал. 35.**  
Клітинка  
елемента  
Урану



## ВИСНОВКИ

**Атоми мають надзвичайно малу масу.**

**Для зручності обчислень використовують відносні маси атомів.**

**Відносна атомна маса елемента є відношенням маси його атома до  $\frac{1}{12}$  маси атома Карбону.**

**Значення відносних атомних мас містяться в періодичній системі хімічних елементів.**



48. У чому відмінність між поняттями «маса атома» і «відносна атомна маса»?
49. Що таке атомна одиниця маси?
50. Що означають записи  $A_r$  і  $A_r$ ?
51. Який атом легший — Карбону чи Титану? У скільки разів?
52. Що має більшу масу: атом Флуору чи два атоми Літію; два атоми Магнію чи три атоми Сульфуру?
53. Знайдіть у періодичній системі три-чотири пари елементів, відношення мас атомів яких становить: а) 1 : 2; б) 1 : 3.
54. Обчисліть відносну атомну масу Гелію, якщо маса атома цього елемента становить  $6,647 \cdot 10^{-24}$  г.
55. Обчисліть масу атома Берилію.

## 8

### Прості і складні речовини. Типи простих речовин: метали і неметали

**Матеріал параграфа допоможе вам:**

- розрізняти прості і складні речовини, органічні й неорганічні речовини;
- розпізнавати метали й неметали;
- визначати металічні й неметалічні елементи за їх розміщенням у періодичній системі Д. І. Менделєєва;
- зрозуміти, чому всі метали схожі за властивостями.

Атоми за звичайних умов не можуть довго існувати поодиночі. Вони здатні сполучатися із такими самими або іншими атомами, що і зумовлює велике розмаїття в світі речовин.

**Речовина, утворена одним хімічним елементом, називається простою, а речовина, утворена кількома елементами, — складною, або хімічною сполукою.**

## Прості речовини

### Цікаво знати

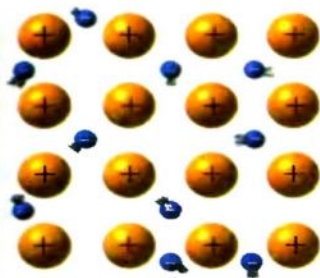
Із давніх часів відомі прості речовини 13 елементів — Au, Ag, Cu, Hg, Pb, Fe, Sn, Pt, S, C, Zn, Sb і As.

Прості речовини поділяють на *метали* і *неметали*. Таку класифікацію простих речовин запропонував видатний французький учений А.-Л. Лавуазьє наприкінці XVIII ст. Хімічні елементи, від яких походять метали, називають *металічними*, а ті, які утворюють неметали, — *неметалічними*. У довгому варіанті системи Д. І. Менделєєва (форзац II) вони розмежовані ламаною лінією. Металічні елементи перебувають ліворуч від неї, їх значно більше, ніж неметалічних елементів.

**Метали.** Кожний із вас може, не вагаючись, назвати кілька металів (мал. 36). Вони відрізняються від решти речовин особливим, «металічним» блиском. Ці речовини мають багато інших спільних властивостей. Метали за звичайних умов тверді (лише ртуть є рідиною), добре проводять електричний струм і теплоту, мають здебільшого високі

**Мал. 36.**  
Метали





температури плавлення (понад  $500^{\circ}\text{C}$ ). Вони пластичні; їх можна кувати, витягувати з них дріт.

Завдяки своїм властивостям метали впевнено увійшли в життя людей. Про їх величезне значення свідчать назви історичних епох: мідний вік, бронзовий<sup>1</sup> вік, залізний вік.

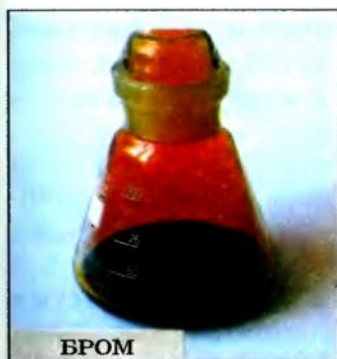
Подібність металів обумовлена їхньою внутрішньою будовою.

**Мал. 37.**  
Спрощена  
модель  
внутрішньої  
будови металу

**Будова металів.** Метали — кристалічні речовини. Кристали в металах значно дрібніші за кристали цукру або кухонної солі, і побачити їх неозброєним оком неможливо.

Атоми в металі розміщені дуже щільно, тому частина електронів постійно переходить від одних атомів до інших. Саме завдяки цим «вільним» електронам метали проводять електричний струм. Атоми, які втрачають електрони, перетворюються на позитивно заряджені частинки — йони (мал. 37).

**Мал. 38.**  
Неметали



**Неметали.** Простих речовин цього типу значно менше. До неметалів належать азот і кисень (компоненти повітря), графіт (основа олівців, матеріал електричних контактів), алмаз, сірка та ін. (мал. 38).

Зовні неметали відрізняються від металів передусім відсутністю металічного блиску. Лише графіт і йод мають слабкий блиск. Неметали не проводять електрич-



<sup>1</sup> Бронза — сплав міді з оловом.



ного струму (виняток — графіт). За звичайних умов половина неметалів перебуває в газоподібному стані, інші є твердими речовинами і тільки бром — рідиною. Жодного металу-газу не існує.

Між собою неметали істотно різняться.

**Будова неметалів.** Частина неметалів складається з атомів. В алмазі, графіті, червоному фосфорі всі атоми сполучені один з одним, а в інертних газах — гелії, неоні, аргоні, криптоні, ксеноні й радоні — роз'єднані.

Інші неметали утворені з молекул<sup>1</sup>.

**Молекула** — це електронейтральна частинка, яка складається із двох або більшої кількості сполучених атомів.

У кожній молекулі атоми з'єднані між собою міцно, а молекули одна з одною в речовині — дуже слабо. Тому речовини молекулярної будови мають невисокі температури плавлення і кипіння.

Кисень і озон є молекулярними речовинами. Це — прості речовини Оксигену. Молекула кисню містить два атоми Оксигену, а молекула озону — три (мал. 39).

Не тільки Оксиген, а й чимало інших елементів утворюють по дві чи навіть більше простих речовин. Тому *простих речовин у кілька разів більше, ніж хімічних елементів.*

**Назви простих речовин.** Більшість простих речовин називають так, як і відповідні елементи. Якщо назви різні, їх наведено у клітинках періодичної системи, причому назва простої речовини розміщена нижче назви елемента (мал. 40).



Молекула  
кисню



Молекула озону

**Мал. 39.**  
Моделі молекул

29	Cu
	Купрум
	Мідь

Назва елемента

Назва простої речовини

**Мал. 40.**  
Клітинка періодичної системи

<sup>1</sup> Термін «молекула» походить від латинського слова *moles* (маса), зменшувального суфікса *cula* і в перекладі означає «маленька маса».

- Назвіть прості речовини елементів Гідрогену, Літію, Магнію, Нітрогену.

Назви простих речовин записують всередині речення з малої літери; вони не є власними назвами.

## Складні речовини (хімічні сполуки)

Сполучення атомів різних хімічних елементів породжує надзвичайно велику кількість складних речовин (їх у десятки тисяч разів більше, ніж простих).

Існують складні речовини з *молекулярною, атомною і йонною будовою*. Тому їх властивості дуже різноманітні.

Молекулярні сполуки здебільшого леткі, нерідко мають запах. Температури їх плавлення і кипіння значно нижчі, ніж сполук із атомною або йонною будовою.

Молекулярною речовиною є вода. Молекула води складається із двох атомів Гідрогену і одного атома Оксигену (мал. 41).

Молекулярну будову мають чадний і вуглекислий гази, цукор, крохмаль, спирт, оцтова кислота та ін. Кількість атомів у молекулах складних речовин може бути різною — від двох атомів до сотень і навіть тисяч.

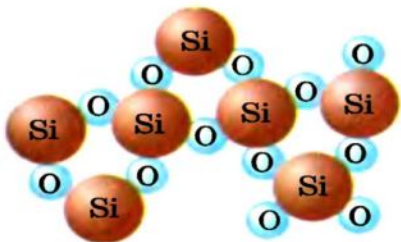
Деякі сполуки мають атомну будову. Однією з них є мінерал кварц — головна складова піску. У ньому містяться атоми Силіцію й Оксигену (мал. 42).

Існують і йонні сполуки. Це — кухонна сіль, крейда, сода, вапно, гіпс і багато інших.

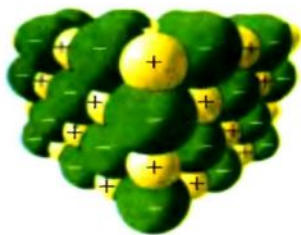
Кристали кухонної солі складаються із позитивно заряджених йонів Натрію і негативно заряджених йонів Хлору (мал. 43). Кожний такий йон утворюється із відповід-



**Мал. 41.**  
Модель молекули води



**Мал. 42.**  
Модель сполуки атомної будови (кварцу)



**Мал. 43.**  
Модель йонної сполуки (кухонної солі)

ного атома (§ 6). Взаємне притягування багатьох протилежно заряджених йонів зумовлює існування йонної сполуки.

*Йон, який утворюється з одного атома, називають простим, а той, який утворюється із кількох атомів, — складним.* Позитивно заряджені прості йони існують для металічних елементів, а негативно заряджені — для неметалічних елементів.

**Назви складних речовин.** У підручнику досі наводилися технічні або побутові назви складних речовин. Крім того, речовини мають і хімічні назви. Наприклад, хімічна назва кухонної солі — натрій хлорид, а крейди — кальцій карбонат. Кожна така назва складається із двох слів. Перше слово є назвою одного з елементів, якими утворена речовина (воно пишеться з малої літери), а друге походить від назви іншого елемента.

**Органічні і неорганічні речовини.** Раніше органічними речовинами називали ті, які містяться в живих організмах. Це білки, жири, цукор, крохмаль, вітаміни, сполуки, що зумовлюють колір, запах, смак овочів і фруктів, та ін. Згодом учені почали добувати в лабораторіях подібні за складом і властивостями речовини, яких немає у природі. Нині органічними речовинами називають сполуки Карбону (за винятком чадного і вуглекислого газів, крейди, соди, деяких інших).

Більшість органічних сполук здатні горіти, а при нагріванні за відсутності повітря обвуглюються (вугілля майже повністю складається з атомів Карбону).

До неорганічних речовин належить решта складних речовин, а також усі прості. Вони становлять основу мінерального світу, тобто містяться в ґрунті, мінералах, гірських породах, повітрі, природній воді. Крім того, неорганічні речовини є і в живих організмах.

Матеріал параграфа узагальнює схема 6.

**Цікаво знати**  
У молекулах органічних сполук, крім атомів Карбону, містяться, як правило, атоми Гідрогену, нерідко — атоми Оксигену, іноді — деяких інших елементів.



## Схема 6.

### Типи речовин



## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 2

### Ознайомлення з речовинами різних типів

Вам видано такі речовини (варіант укаже вчитель):

**варіант I** — цукор, кальцій карбонат (крейда), графіт, мідь;

**варіант II** — парафін, алюміній, сірка, натрій хлорид (кухонна сіль).

Речовини містяться в банках з етикетками.

Уважно розгляньте речовини, зверніть увагу на їхні назви. Ви-явіть серед них прості (метали, неметали) і складні речовини, а також органічні й неорганічні.

Внесіть у таблицю назву кожної речовини і вкажіть її тип, запи-савши у відповідних стовпчиках знак «+».

Назва речовини	Проста речовина		Складна речовина	Органічна речовина	Неорганічна речовина
	метал	неметал			

## ВИСНОВКИ

Речовини бувають простими і складними, органіч-ними і неорганічними.

Прості речовини поділяють на метали і неметали, а хімічні елементи — на металічні й неметалічні.

Метали, завдяки подібній внутрішній будові, мають чимало спільних властивостей.

Неметали складаються з атомів або молекул і відрізняються від металів за властивостями.

**Складні речовини (хімічні сполуки) мають атомну, молекулярну або йонну будову.**

**Майже всі сполуки Карбону належать до органічних речовин, а інші сполуки і прості речовини — до неорганічних речовин.**



56. Яку речовину називають простою, а яку — складною? Які типи простих речовин існують, як називають відповідні елементи?
57. За якими фізичними властивостями метал можна відрізнити від неметалу?
58. Дайте означення молекули. Чим відрізняється молекула простої речовини від молекули складної речовини?
59. Заповніть пропуски, вставивши у відповідних відмінках слова «Нітроген» або «азот», і поясніть свій вибір:
- а) ... — газ, якого в повітрі міститься найбільше;
  - б) молекула ... складається із двох атомів ... ;
  - в) сполуки ... потрапляють у рослини із ґрунту;
  - г) ... погано розчиняється у воді.
60. Заповніть пропуски, вставивши слова «елемент», «атом» чи «молекула» у відповідному відмінку та числі:
- а) ... білого фосфору містить чотири ... Фосфору;
  - б) у повітрі є ... вуглекислого газу;
  - в) золото — проста речовина ... Ауруму.
61. Якими елементами утворені прості речовини — фтор, золото, цинк, фосфор, ртуть? Які з названих елементів є металічними, а які — неметалічними?
62. Назвіть прості речовини елементів, символи яких — Pb, Ca, He, Ag, B.
63. Яку помилку допущено у вислові «У яблуках є залізо»? Запропонуйте свій варіант, правильний щодо назв елементів і простих речовин.
64. Знайдіть відповідність:
- |                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1) алмаз;                           | а) органічна речовина;   |
| 2) вода;                            | б) неорганічна речовина. |
| 3) крохмаль;                        |                          |
| 4) вітамін С (аскорбінова кислота); |                          |
| 5) халькозин (мідна руда);          |                          |
65. Якими елементами утворені складні речовини з такими хімічними назвами: алюміній оксид, силіцій нітрид, натрій гідрогенсульфід?

Матеріал параграфу допоможе вам:

- з'ясувати, що таке хімічна формула;
- читати формули речовин, атомів, молекул, йонів;
- правильно користуватися терміном «формульна одиниця»;
- складати хімічні формули йонних сполук;
- характеризувати склад речовини, молекули, йона за хімічною формулою.

**Хімічна формула.** Кожна речовина має назву. Проте за назвою не можна визначити, з яких частинок складається речовина, скільки і яких атомів міститься в її молекулах, йонах, які заряди мають йони. Відповіді на такі запитання дає особливий запис — хімічна формула.

**Хімічна формула — це позначення атома, молекули, йона або речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів.**

Al

Si

Хімічною формулою *атома* є символ відповідного елемента. Наприклад, атом Алюмінію позначають символом Al, атом Силіцію — символом Si. Такі формули мають і прості речовини — метал алюміній, неметал атомної будови силіцій.

Хімічна формула *молекули простої речовини* містить символ відповідного елемента і нижній індекс — маленьку цифру, записану нижче і праворуч. Індекс указує на кількість атомів у молекулі.

Молекула кисню складається із двох атомів Оксигену. Її хімічна формула —  $O_2$ . Цю формулу читають, вимовляючи спочатку символ елемента, потім — індекс: «о-два». Формулою  $O_2$  позначають не тільки молекулу, а й саму речовину кисень.



$\text{H}_2$  $\text{O}_2$  $\text{N}_2$  $\text{F}_2$  $\text{Cl}_2$  $\text{Br}_2$  $\text{I}_2$  $\text{CO}_2$  $\text{Na}^+, \text{Cl}^-$   
прості йони $\text{OH}^-, \text{CO}_3^{2-}$   
складні йони

Молекулу  $\text{O}_2$  називають двохатомною. Із подібних молекул (їхня загальна формула —  $\text{E}_2$ ) складаються прості речовини Гідрогену, Нітрогену, Флуору, Хлору, Броду, Йоду.

Озон містить трьохатомні молекули, білий фосфор — чотирьохатомні, а сірка — восьмиатомні. (Напишіть хімічні формули цих молекул.)

У формулі молекули складної речовини записують символи елементів, атоми яких містяться в ній, а також індекси. Молекула вуглекислого газу складається із трьох атомів: одного атома Карбону і двох — Оксигену. Її хімічна формула —  $\text{CO}_2$  (читається «це-о-два»). Запам'ятайте: якщо в молекулі міститься один атом елемента, то відповідний індекс, тобто 1, у хімічній формулі не пишуть. Формула молекули вуглекислого газу є також і формулою самої речовини.

У формулі йона додатково зазначають його заряд. Для цього використовують верхній індекс. У ньому цифрою вказують величину заряду (одиницю не пишуть), а потім — знак (плюс або мінус). Наприклад, йон Натрію із зарядом +1 має формулу  $\text{Na}^+$  (читається «натрій-плюс»), йон Хлору із зарядом  $-1$  —  $\text{Cl}^-$  («хлор-мінус»), гідроксид-йон із зарядом  $-1$  —  $\text{OH}^-$  («о-аш-мінус»), карбонат-йон із зарядом  $-2$  —  $\text{CO}_3^{2-}$  («це-о-три-два-мінус»).

У формулах йонних сполук спочатку записують, не вказуючи зарядів, позитивно заряджені йони, а потім — негативно заряджені (табл. 2). Якщо формула правильна, то сума зарядів усіх йонів у ній дорівнює нулю.

Таблиця 2

Формули деяких йонних сполук

Назва сполуки	Формули йонів, складових сполуки	Хімічна формула сполуки	Читання формули
Кухонна сіль	$\text{Na}^+, \text{Cl}^-$	$\text{NaCl}$	Натрій-хлор
Крейда	$\text{Ca}^{2+}, \text{CO}_3^{2-}$	$\text{CaCO}_3$	Кальцій-це-о-три
Кальцинована сода	$\text{Na}^+, \text{CO}_3^{2-}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Натрій-два-це-о-три

У деяких хімічних формулах групу атомів або складний йон записують у дужках. За приклад візьмемо формулу гашеного вапна  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Це йонна сполука. У ній на кожний йон  $\text{Ca}^{2+}$  припадають 2 йони  $\text{OH}^-$ . Формула сполуки читається «кальцій-о-аш-двічі», але не «кальцій-о-аш-два».

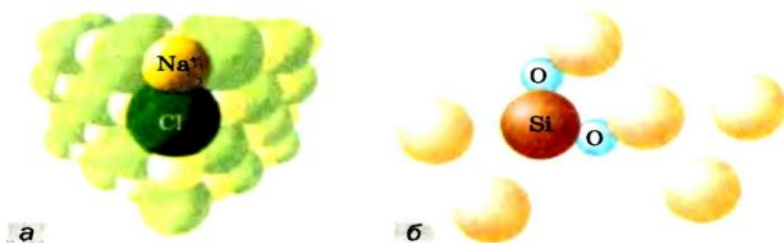
Іноді в хімічних формулах замість символів елементів записують «сторонні» літери, а також літери-індекси. Такі формули часто називають загальними. Приклади формул цього типу:  $\text{ECl}_n$ ,  $\text{E}_n\text{O}_m$ ,  $\text{Fe}_x\text{O}_y$ . Першою формулою позначають групу сполук елементів із Хлором, другою — групу сполук елементів з Оксигеном, а третю використовують, якщо хімічна формула сполуки Феруму з Оксигеном невідома і її належить встановити.

Якщо потрібно позначити два окремі атоми Неону, дві молекули кисню, дві молекули вуглекислого газу або два йони Натрію, використовують записи  $2\text{Ne}$ ,  $2\text{O}_2$ ,  $2\text{CO}_2$ ,  $2\text{Na}^+$ . Цифра перед хімічною формулою є коефіцієнтом. Коефіцієнт 1, як і індекс 1, не пишуть.

**Формульна одиниця.** А що означає запис  $2\text{NaCl}$ ? Молекул  $\text{NaCl}$  не існує; кухонна сіль — йонна сполука, яка складається з йонів  $\text{Na}^+$  і  $\text{Cl}^-$ . Пару цих йонів називають *формульною одиницею* речовини (її виділено на мал. 44, а). Отже, записом  $2\text{NaCl}$  подано дві формульні одиниці кухонної солі, тобто дві пари йонів  $\text{Na}^+$  і  $\text{Cl}^-$ .

Термін «формульна одиниця» використовують для складних речовин не тільки йонної, а й атомної будови. Наприклад, формульною одиницею для кварцу  $\text{SiO}_2$  є сукупність одного атома Силіцію і двох атомів Оксигену (мал. 44, б).

Мал. 44.  
Формульні  
одиниці  
у сполуках  
йонної (а)  
й атомної  
будови (б)



**Формульна одиниця** — це найменша «цеглинка» речовини, її найменший повторюваний фрагмент. Ним може бути атом (у простій речовині), молекула (у простій або складній речовині), сукупність атомів або йонів (у складній речовині).

**ВПРАВА.** Скласти хімічну формулу сполуки, в якій містяться йони  $\text{Li}^+$  і  $\text{SO}_4^{2-}$ . Назвати формульну одиницю цієї речовини.

#### Розв'язання

У йонній сполуці сума зарядів усіх йонів дорівнює нулю. Це можливо за умови, якщо на кожний йон  $\text{SO}_4^{2-}$  припадає два йони  $\text{Li}^+$ . Звідси формула сполуки —  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ .

Формульною одиницею речовини є три йони: два йони  $\text{Li}^+$  і один йон  $\text{SO}_4^{2-}$ .

**Якісний і кількісний склад речовини.** Хімічна формула містить інформацію про склад частинки або речовини. Характеризуючи *якісний склад*, називають елементи, якими утворена частинка або речовина, а характеризуючи *кількісний склад*, вказують:

- кількість атомів кожного елемента в молекулі або складному йоні;
- співвідношення атомів різних елементів або йонів у речовині.

**ВПРАВА.** Описати склад метану  $\text{CH}_4$  (молекулярна сполука) і кальцинованої соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (йонна сполука).

#### Розв'язання

Метан утворений елементами Карбоном і Гідроґеном (це якісний склад). Молекула метану містить один атом Карбону і чотири атоми Гідроґену; їх співвідношення в молекулі і в речовині —

$N(\text{C}) : N(\text{H}) = 1 : 4$  (кількісний склад).

(Літерою  $N$  позначають кількість частинок — атомів, молекул, йонів.)

Кальцинована сода утворена трьома елементами — Натрієм, Карбоном і Оксигеном. Вона містить позитивно заряджені йони  $\text{Na}^+$ , оскільки Натрій — металічний елемент, і негативно заряджені йони  $\text{CO}_3^{2-}$  (якісний склад).



Співвідношення атомів і йонів у речовині такі:

$$\left. \begin{array}{l} N(\text{Na}) : N(\text{C}) : N(\text{O}) = 2 : 1 : 3 \\ N(\text{Na}^+) : N(\text{CO}_3^{2-}) = 2 : 1 \end{array} \right\} \text{ кількісний склад.}$$

## ВИСНОВКИ

**Хімічна формула** — запис атома, молекули, йона, речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів. Кількість атомів кожного елемента вказують у формулі за допомогою нижнього індекса, а заряд йона — верхнім індексом.

**Формульна одиниця** — частинка чи сукупність частинок речовини, подана її хімічною формулою.

**Хімічна формула** відображає якісний і кількісний склад частинки або речовини.



66. Яку інформацію про речовину або частинку містить хімічна формула?
67. У чому полягає відмінність між коефіцієнтом і нижнім індексом у хімічних записах? Відповідь поясніть, навівши приклади. Для чого використовують верхній індекс?
68. Прочитайте формули:  $\text{P}_4$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{ClO}_4^-$ .
69. Що означають записи:  $3\text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{H}$ ,  $2\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Li}$ ,  $4\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $5\text{O}^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $2\text{CaCO}_3$ ?
70. Запишіть хімічні формули, які читаються так: ес-о-три; бор-два-о-три; аш-ен-о-два; хром-о-аш-тричі; натрій-аш-ес-о-чотири; ен-аш-чотири-двічі-ес; барій-два-плюс; пе-о-чотири-три-мінус.
71. Складіть хімічну формулу молекули, яка містить:
  - а) один атом Нітрогену і три атоми Гідрогену;
  - б) чотири атоми Гідрогену, два атоми Фосфору і сім атомів Оксигену.
72. Що є формульною одиницею:
  - а) для кальцинованої соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
  - б) для йонної сполуки  $\text{Li}_3\text{N}$ ;
  - в) для сполуки  $\text{B}_2\text{O}_3$ , яка має атомну будову?
73. Складіть формули усіх речовин, до складу яких можуть входити лише такі йони:  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ .
74. Охарактеризуйте якісний і кількісний склад:
  - а) молекулярних речовин — хлору  $\text{Cl}_2$ , гідроген пероксиду (перекису водню)  $\text{H}_2\text{O}_2$ , глюкози  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ;
  - б) йонної речовини — натрій сульфату  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;
  - в) йонів  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ .

# 10 Валентність хімічних елементів

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що таке валентність елемента;
- прогнозувати можливі значення валентності елемента за його розміщенням у періодичній системі;
- визначати валентність елементів за формулами бінарних сполук;
- складати формули бінарних сполук за значеннями валентності елементів.

**Валентність.** Числові індекси в хімічних формулах указують на те, що атоми з'єднуються один з одним не довільно, а в певних співвідношеннях.

**Здатність атома сполучатися з певною кількістю таких самих або інших атомів називають валентністю<sup>1</sup>.**

Валентність є важливою властивістю атома. Її визначають за тим, скільки атомів приєднує даний атом і яким елементам вони належать.

*Значення валентності атома Гідрогену незмінне і дорівнює 1.* Цей атом завжди сполучається тільки з одним атомом. У результаті утворюються, наприклад, молекули водню  $H_2$ , фтороводню  $HF$ , води  $H_2O$ :



*Гідроген — одновалентний елемент.*

У молекулі фтороводню  $HF$  атом Флуору з'єднаний з атомом Гідрогену. Тому значення валентності Флуору, як і Гідрогену, становить 1.

Атом Оксигену утримує в молекулі води  $H_2O$  два атоми Гідрогену. Звідси висновок: *Оксиген — дво-*

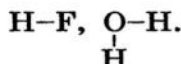
<sup>1</sup> Термін походить від латинського слова *valentia* — сила.

*валентний елемент.* Таку валентність Оксиген виявляє завжди — і в молекулі простої речовини ( $O_2$ ), і в молекулах складних речовин.

Значення валентності елемента за необхідності вказують у хімічній формулі римською цифрою над його символом:  $\overset{I}{H}\overset{I}{F}$ ,  $\overset{I}{H}_2\overset{II}{O}$ . У математичних розрахунках і тексті для цього використовують арабські цифри.

► Визначте валентність елементів у молекулах аміаку  $NH_3$  і метану  $CH_4$ .

Відомості про валентність елементів у речовині можна подати в інший спосіб. Спочатку записують на певній відстані один від одного символи кожного атома, що входить до складу молекули. Відтак одновалентний атом з'єднують з іншим однією рискою, від двовалентного атома проводять дві риси і т. д.:



Такі формули називають *графічними*. Вони показують порядок сполучення атомів у молекулах.



Молекула простої речовини водню має графічну формулу  $H-H$ . Аналогічними є графічні формули молекул фтору, хлору, броду, йоду. Графічна формула молекули кисню  $O=O$ , а молекули азоту  $N \equiv N$ .



Складаючи такі формули для молекул складних речовин, слід мати на увазі, що в них атоми одного елемента, як правило, не сполучені між собою.

► Зобразіть графічні формули молекул аміаку і метану.

За графічною формулою молекули легко визначити валентність кожного атома. Значення валентності дорівнює кількості рисок, які відходять від атома.

Для сполук йонної та атомної будови графічні формули не використовують.

**Валентність елемента і його розміщення в періодичній системі.** Деякі елементи мають сталу валентність. Гідроген і Флуор завжди одновалент-



ні, а Оксиген — двовалентний. Інші елементи зі сталою валентністю перебувають у I—III групах періодичної системи, причому значення валентності кожного елемента збігається з номером групи. Так, елемент I групи Літій одновалентний, елемент II групи Магній двовалентний, а елемент III групи Бор тривалентний. Винятками є елементи I групи Купрум (значення валентності — 1 і 2) і Аурум (1 і 3).

Більшість елементів мають змінну валентність. Наводимо її значення для деяких із них:

Плюмбум (IV група) — 2, 4;

Фосфор (V група) — 3, 5;

Хром (VI група) — 2, 3, 6;

Сульфур (VI група) — 2, 4, 6;

Манган (VII група) — 2, 4, 6, 7;

Хлор (VII група) — 1, 3, 5, 7.

Із цих відомостей випливає важливе правило: *максимальне значення валентності елемента збігається з номером групи, у якій він перебуває<sup>1</sup>*. Оскільки в періодичній системі вісім груп, то значення валентності елементів можуть становити від 1 до 8.

Існує ще одне правило: *значення валентності неметалічного елемента у сполуці з Гідрогеном або з металічним елементом становить 8 мінус номер групи, у якій розміщений елемент*. Підтвердимо його прикладами сполук елементів із Гідрогеном. Елемент VII групи Йод у йодоводні HI одновалентний ( $8 - 7 = 1$ ), елемент VI групи Оксиген у воді  $H_2O$  двовалентний ( $8 - 6 = 2$ ), елемент V групи Нітроген в аміаку  $NH_3$  тривалентний ( $8 - 5 = 3$ ).

**Визначення валентності елементів у бінарній сполуці за її формулою.** Бінарною<sup>2</sup> називають сполуку, утворену двома елементами. З'ясувати значення валентності елемента у сполуці потрібно

#### Цікаво знати

На початку XIX ст. у поглядах на склад хімічних сполук панував принцип «найбільшої простоти». Так, формулу води записували  $HO$ , а не  $H_2O$ .

<sup>1</sup> Існує кілька винятків.

<sup>2</sup> Термін походить від латинського слова *binarius* — подвійний; той, що складається із двох частин.

тоді, коли елемент має змінну валентність. Як виконують таке завдання, покажемо на прикладі.

Знайдемо значення валентності Йоду в його сполуці з Оксигеном, яка має формулу  $I_2O_5$ .

Ви знаєте, що Оксиген — двовалентний елемент. Запишемо значення його валентності над символом цього елемента в хімічній формулі сполуки:  $I_2O_5$ . На 5 атомів Оксигену припадає  $2 \cdot 5 = 10$  одиниць валентності. Їх слід «розподілити» між двома атомами Йоду ( $10 : 2 = 5$ ). Звідси випливає, що Йод у сполуці п'ятивалентний. Формула сполуки зі значеннями валентності елементів —  $I_2O_5$ .

► Визначте валентність елементів у сполуках із формулами  $CO_2$  і  $Cl_2O_7$ .

**Складання хімічних формул сполук за валентністю елементів.** Виконаємо завдання, протилежне попередньому, — складемо хімічну формулу сполуки Сульфору з Оксигеном, у якій Сульфур шестивалентний.

Спочатку запишемо символи елементів, якими утворена сполука, і вкажемо над ними значення валентності:  $S \dots O \dots$ . Відтак знаходимо найменше число, яке ділиться без залишку на обидва значення валентності. Це число 6. Ділимо його на значення валентності кожного елемента і дістаємо відповідні індекси в хімічній формулі сполуки:  $S_{6/6}O_{6/2}$ , або  $SO_3$ .

Для перевірки хімічної формули користуються правилом: *добутки значення валентності кожного елемента на кількість його атомів у формулі однакові*. Ці добутки для щойно виведеної хімічної формули:  $6 \cdot 1 = 2 \cdot 3$ .

Запам'ятайте, що у формулах сполук, у тому числі бінарних, спочатку записують символи металічних елементів, а потім — неметалічних. Якщо сполука утворена лише неметалічними елементами і серед них є Оксиген або Флуор, то ці елементи записують останніми.

#### Цікаво знати

Формули сполук, утворених більш ніж двома елементами, складають інакше.

#### Цікаво знати

Порядок запису елементів у формулі сполуки Оксигену із Флуором такий:  $OF_2$ .

- Складіть хімічні формули сполук Бору із Флуором і Оксигеном.

Причини сполучення атомів один з одним і значення валентності елементів пояснюються будовою атомів. Цей матеріал розглядатиметься у 8 класі.

## ВИСНОВКИ

**Валентність** — це здатність атома сполучатися з певною кількістю таких самих або інших атомів.

Існують елементи зі сталою і змінною валентністю. Гідроген і Флуор завжди одновалентні, Оксиген — двовалентний.

Значення валентності елементів відображають у графічних формулах молекул відповідною кількістю рисок біля атомів.

Добутки значень валентності кожного елемента на кількість його атомів у формулі бінарної сполуки однакові.

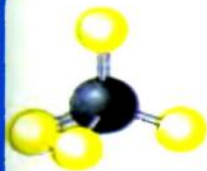


75. Що таке валентність? Назвіть максимальне і мінімальне значення валентності хімічних елементів.
76. Укажіть символи елементів, які мають сталу валентність: K, Ca, Cu, Cl, Zn, F, H.
77. Визначте валентність усіх елементів у сполуках, що мають такі формули:  
 $\overset{\text{IV}}{\text{S}}\text{Cl}_4$ ,  $\overset{\text{I}}{\text{P}}\text{Br}_5$ ,  $\overset{\text{I}}{\text{Ni}}_3$ ,  $\overset{\text{IV}}{\text{C}}\text{S}_2$ ,  $\overset{\text{III}}{\text{P}}_3\overset{\text{III}}{\text{N}}_5$ .
78. Визначте валентність елементів у сполуках, що мають такі формули:  
 а)  $\text{BaH}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MoS}_3$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{Li}_3\text{P}$ ;      б)  $\text{CuS}$ ,  $\text{TiCl}_4$ ,  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ .
79. Складіть формули сполук, утворених елементами зі сталою валентністю:  
 $\text{Na} \dots \text{H} \dots$ ,  $\text{Ba} \dots \text{F} \dots$ ,  $\text{Al} \dots \text{O} \dots$ ,  $\text{Al} \dots \text{F} \dots$ .
80. Складіть формули сполук за вказаними валентностями деяких елементів:  
 а)  $\text{Al} \dots \overset{\text{III}}{\text{S}} \dots$ ,  $\overset{\text{IV}}{\text{Si}} \dots \text{H} \dots$ ,  $\text{Zn} \dots \overset{\text{I}}{\text{Br}} \dots$ ,  $\overset{\text{VI}}{\text{W}} \dots \text{O} \dots$ ;    б)  $\overset{\text{III}}{\text{N}} \dots \text{O} \dots$ ,  $\overset{\text{V}}{\text{P}} \dots \text{O} \dots$ ,  $\overset{\text{IV}}{\text{C}} \dots \text{F} \dots$ ,  $\text{Li} \dots \overset{\text{II}}{\text{S}} \dots$ .
81. Напишіть формули сполук з Оксигеном таких елементів:  
 а) Літію; б) Магнію; в) Осмію (виявляє валентність 4 і 8).
82. Зобразіть графічні формули молекул  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{SO}_3$ .
83. Визначте валентність елементів за графічними формулами молекул:  
 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ;     $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{S}$ ;     $\text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{Se}}}-\text{O}-\text{H}$ .



НА ДОЗВІЛЛІ

### «Виготовляємо» молекули



**Мал. 45.**  
Модель  
молекули  
метану  $\text{CH}_4$

За графічними формулами можна виготовляти моделі молекул (мал. 45). Найзручнішим матеріалом для цього є пластилін. Із нього роблять кульки-атоми (для атомів різних елементів використовують пластилін різного кольору). Кульки з'єднують за допомогою сірників; кожний сірник замінює одну риску в графічній формулі молекули.

Виготовте моделі молекул  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  (має кутову форму),  $\text{NH}_3$  (має форму піраміди),  $\text{CO}_2$  (має лінійну форму).

# 11

## Відносна молекулярна і відносна формульна маси

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що таке відносна молекулярна маса і відносна формульна маса;
- правильно обчислювати відносні молекулярні і формульні маси.

**Відносна молекулярна маса.** Маси молекул, як і атомів, надзвичайно малі. Тому в хімії використовують відносні маси молекул. Їх ще називають відносними молекулярними масами.

**Відносна молекулярна маса — це відношення маси молекули до  $\frac{1}{12}$  маси атома Карбону.**

Відносну молекулярну масу скорочено позначають  $M_r$ . Ця величина, як і відносна атомна маса, не має розмірності. Математична формула для її обчислення за масою молекули:

$$M_r(\text{молекули}) = \frac{m(\text{молекули})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})}$$

Знайдемо відносну молекулярну масу кисню, використавши маси молекули кисню ( $5,32 \cdot 10^{-23}$  г) і атома Карбону ( $1,994 \cdot 10^{-23}$  г):

$$M_r(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{5,32 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{\frac{1}{12} \cdot 1,994 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 32.$$

Значно простіше обчислювати відносну молекулярну масу за відносними атомними масами.

**Відносна маса молекули дорівнює сумі відносних мас атомів, які містяться в ній.**

Знайдемо відносні молекулярні маси кисню і води, використавши значення відносних атомних мас Оксигену і Гідрогену, наведені в періодичній системі Менделєєва:

$$M_r(\text{O}_2) = 2A_r(\text{O}) = 2 \cdot 16 = 32;$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

► Обчисліть відносні молекулярні маси азоту  $\text{N}_2$  і аміаку  $\text{NH}_3$ .

**Відносна формульна маса.** Для йонів, а також речовин, які мають атомну та йонну будову (вони не містять молекул), замість терміна «відносна молекулярна маса» використовують інший — «відносна формульна маса». Позначення цієї фізичної величини та її розрахунок такі самі, як і відносної молекулярної маси.

**Відносна формульна маса йона.** Маса простого йона майже не відрізняється від маси відповідного атома, бо йон містить на один або кілька електронів більше або менше, ніж атом, а маса електрона в тисячі разів менша за масу атома. Так само збігаються відносні формульні маси простих йонів і відносні атомні маси елементів:

$$M_r(\text{K}^+) = A_r(\text{K});$$

$$M_r(\text{O}^{2-}) = A_r(\text{O}).$$

Відносні формульні маси складних йонів можна розрахувати в такий самий спосіб, що й відносні молекулярні маси:

#### Цікаво знати

Найменшу масу мають йони Гідрогену  $\text{H}^+$  і  $\text{H}^-$ .

$$M_r(\text{CO}_3^{2-}) = A_r(\text{C}) + 3A_r(\text{O}) = 12 + 3 \cdot 16 = 60.$$

- Обчисліть відносні формульні маси йонів  $\text{NH}_4^+$  і  $\text{NO}_2^-$ .

**Відносна формульна маса йонної речовини.** Обчислення відносної формульної маси кухонної солі здійснюють так:

$$M_r(\text{NaCl}) = A_r(\text{Na}) + A_r(\text{Cl}) = 23 + 35,5 = 58,5.$$

Для іншого прикладу візьмемо алюміній сульфат  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Ця сполука складається із простих йонів  $\text{Al}^{3+}$  і складних йонів  $\text{SO}_4^{2-}$ . Відносну формульну масу сполуки можна обчислити двома способами.

*1 спосіб.* Використовуємо відносні атомні маси:

$$\begin{aligned} M_r[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] &= 2A_r(\text{Al}) + 3A_r(\text{S}) + 3 \cdot 4A_r(\text{O}) = \\ &= 2 \cdot 27 + 3 \cdot 32 + 12 \cdot 16 = 342. \end{aligned}$$

*2 спосіб.* Використовуємо відносні формульні маси йонів:

$$\begin{aligned} M_r(\text{Al}^{3+}) &= A_r(\text{Al}) = 27; \\ M_r(\text{SO}_4^{2-}) &= A_r(\text{S}) + 4A_r(\text{O}) = 32 + 4 \cdot 16 = 96; \\ M_r[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] &= 2M_r(\text{Al}^{3+}) + 3M_r(\text{SO}_4^{2-}) = \\ &= 2 \cdot 27 + 3 \cdot 96 = 342. \end{aligned}$$

**Відносна формульна маса** — це відносна маса формульної одиниці речовини.

Поняття «відносна формульна маса» є універсальним. Воно може використовуватися щодо речовин будь-якої будови, а також щодо йонів — простих і складних.

## ВИСНОВКИ

Відносна молекулярна маса є відношенням маси молекули до  $\frac{1}{12}$  маси атома Карбону або сумою відносних мас атомів, які містяться в молекулі.

Для йонів, речовин атомної та йонної будови використовують відносну формульну масу. Її позначають і обчислюють так само, як і відносну молекулярну масу.

### Цікаво знати

Значення відносної формульної маси 100 мають сполуки із формулами  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ .





84. Що таке відносна молекулярна маса? Як її розрахувати: а) за масою молекули; б) за хімічною формулою молекули?
85. Яка речовина має найменшу відносну молекулярну масу?
86. Обчисліть (бажано усно) відносні молекулярні маси речовин, що мають такі формули: а)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{P}_4$ ; б)  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .
87. Знайдіть відносні формульні маси речовин, що мають такі формули: а)  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{AlH}_3$ ; б)  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ; в)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .
88. У скільки разів маса атома Оксигену більша чи менша за масу: а) молекули водню; б) молекули метану  $\text{CH}_4$ ; в) йона Купруму  $\text{Cu}^{2+}$ ; г) йона  $\text{SO}_4^{2-}$ ? Спробуйте виконати обчислення усно.
89. Відносна молекулярна маса сполуки Хлору з Оксигеном становить 183. Відомо, що в молекулі речовини міститься 7 атомів Оксигену. Знайдіть її формулу.
90. Відносна формульна маса сполуки елемента X із Флуором удвічі більша за відносну атомну масу Фосфору. Знайдіть елемент X і напишіть формулу сполуки.
91. Маса молекули води приблизно становить  $3 \cdot 10^{-23}$  г, а маса атома Карбону —  $2 \cdot 10^{-23}$  г. Знайдіть за цими даними відносну молекулярну масу води.

# 12

## Масова частка елемента у складній речовині

**Матеріал параграфа допоможе вам:**

- з'ясувати, що таке масова частка елемента у сполуці, та обчислювати її значення;
- розраховувати масу елемента в певній масі сполуки за його масовою часткою;
- раціонально оформлювати розв'язання хімічних задач.

Кожна складна речовина (хімічна сполука) утворена кількома елементами. Знати вміст елементів у сполуці необхідно для її ефективного використання. Наприклад, кращим азотним добривом є таке, в якому Нітрогену найбільше (цей елемент потрібний рослинам). Ана-

логічно оцінюють якість металічної руди, визначаючи, наскільки вона «багата» на металічний елемент.

Вміст елемента в сполуці характеризують його *масовою часткою*. Цю величину позначають латинською літерою  $w$  («дубль-ве»).

Виведемо формулу для обчислення масової частки елемента у сполуці за відомими масами сполуки і елемента. Нехай масова частка елемента становить  $x$ . Врахувавши, що маса сполуки — ціле, а маса елемента — частка від цілого, складаємо пропорцію:

$$\begin{aligned} m(\text{сполуки}) &= 1, \\ m(E) &= x; \\ \frac{m(\text{сполуки})}{m(E)} &= \frac{1}{x}. \end{aligned}$$

Звідси:

$$x = w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{сполуки})}.$$

**Масова частка елемента у сполуці — це відношення маси елемента до відповідної маси сполуки.**

Зауважимо, що маси елемента і сполуки потрібно брати в однакових одиницях вимірювання (наприклад, у грамах).

Масова частка не має розмірності. Її часто виражають у відсотках. У цьому разі формула має такий вигляд:

$$w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{сполуки})} \cdot 100 \%.$$

Очевидним є те, що сума масових часток усіх елементів у сполуці становить 1 (або 100 %).

Наведемо кілька прикладів розв'язування розрахункових задач. Умову задачі та її розв'язання подають у такий спосіб. Аркуш зошита або класну дошку ділять вертикальною лінією на дві не однакові частини. У лівій, меншій, частині скорочено записують умову задачі, проводять горизонтальну лінію і під нею зазначають те, що потрібно

#### Цікаво знати

У двох сполуках Сульфур —  $\text{SO}_2$  і  $\text{MoS}_3$  — масові частки елементів однакові й становлять по 0,5 (або 50 %).

знайти чи обчислити. У правій частині записують математичні формули, пояснення, розрахунки і відповідь.

**ЗАДАЧА 1.** У 80 г сполуки міститься 32 г Оксигену. Обчислити масову частку Оксигену в сполуці.

**Дано:**

$$m(\text{сполуки}) = 80 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 32 \text{ г}$$

$$w(\text{O}) = ?$$

**Розв'язання**

Розраховуємо масову частку Оксигену за відповідною формулою:

$$w(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{сполуки})} = \frac{32 \text{ г}}{80 \text{ г}} = 0,4,$$

$$\text{або } 0,4 \cdot 100 \% = 40 \ \%.$$

**Відповідь:**  $w(\text{O}) = 0,4$ , або 40 %.

Масову частку елемента у сполуці також обчислюють, використовуючи хімічну формулу сполуки. Оскільки маси атомів і молекул пропорційні відносним атомним і молекулярним масам, то

$$w(E) = \frac{N(E) \cdot A_r(E)}{M_r(\text{сполуки})},$$

де  $N(E)$  — кількість атомів елемента у формулі сполуки.

**ЗАДАЧА 2.** Обчислити масові частки елементів у метані  $\text{CH}_4$ .

**Дано:**



$$w(\text{C}) = ?$$

$$w(\text{H}) = ?$$

**Розв'язання**

1. Обчислюємо відносну молекулярну масу метану:

$$M_r(\text{CH}_4) = A_r(\text{C}) + 4A_r(\text{H}) = 12 + 4 \cdot 1 = 16.$$

2. Розраховуємо масову частку Карбону в метані:

$$w(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M_r(\text{CH}_4)} = \frac{12}{16} = 0,75, \text{ або } 0,75 \cdot 100 \% = 75 \ \%.$$

3. Обчислюємо масову частку Гідрогену в метані:

$$w(\text{H}) = \frac{4A_r(\text{H})}{M_r(\text{CH}_4)} = \frac{4 \cdot 1}{16} = 0,25, \text{ або } 0,25 \cdot 100 \% = 25 \ \%.$$

Інший варіант розрахунку масової частки Гідрогену:

$$w(\text{H}) = 1 - w(\text{C}) = 1 - 0,75 = 0,25,$$

$$\text{або } w(\text{H}) = 100 \% - w(\text{C}) = 100 \% - 75 \% = 25 \ \%.$$

**Відповідь:**  $w(\text{C}) = 0,75$ , або 75 %;  $w(\text{H}) = 0,25$ , або 25 %.



За відомою масовою часткою елемента можна знайти масу елемента, яка міститься в певній масі сполуки. Із математичної формули для масової частки елемента випливає:

$$m(E) = w(E) \cdot m(\text{сполуки}).$$

**ЗАДАЧА 3.** Яка маса Нітрогену міститься в аміачній селітрі (азотне добриво) масою 1 кг, якщо масова частка цього елемента у сполуці становить 0,35?

**Дано:**

$$m(\text{сполуки}) = 1 \text{ кг}$$

$$w(\text{N}) = 0,35$$

$$m(\text{N}) = ?$$

**Розв'язання**

Обчислюємо масу Нітрогену:

$$m(\text{N}) = w(\text{N}) \cdot m(\text{сполуки}) = 0,35 \cdot 1 \text{ кг} = 0,35 \text{ кг},$$

або 350 г.

**Відповідь:**  $m(\text{N}) = 350 \text{ г}$ .

Поняття «масова частка» використовують для характеристики кількісного складу сумішей речовин. Відповідна математична формула має такий вигляд:

$$w(\text{речовини}) = \frac{m(\text{речовини})}{m(\text{суміші})} (\cdot 100 \%).$$

## ВИСНОВКИ

Масова частка елемента у сполуці — це відношення маси елемента до відповідної маси сполуки.

Масову частку елемента у сполуці обчислюють за відомими масами елемента і сполуки або за її хімічною формулою.

За масовою часткою елемента можна знайти його масу, яка міститься в певній масі сполуки.



92. Як обчислити масову частку елемента у сполуці, якщо відомі: а) маса елемента і відповідна маса сполуки; б) хімічна формула сполуки?
93. У 20 г речовини міститься 16 г Брому. Знайдіть масову частку цього елемента в речовині, виразивши її звичайним дробом, десятковим дробом і у відсотках.

94. Обчисліть (бажано усно) масові частки елементів у сполуках, що мають такі формули:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{LiH}$ ,  $\text{CrO}_3$ .
95. Зіставляючи формули речовин, а також значення відносних атомних мас, визначте, у якій з речовин кожної пари масова частка першого у формулі елемента більша: а)  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ; б)  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ; в)  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{B}_2\text{S}_3$ .
96. Виконайте необхідні обчислення для оцтової кислоти  $\text{CH}_3\text{COOH}$  та гліцерину  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  і заповніть таблицю:

$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$	$M_r(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z)$	$w(\text{C})$	$w(\text{H})$	$w(\text{O})$

97. Масова частка Нітрогену в певній сполуці становить 28 %. У якій масі сполуки міститься 56 г Нітрогену?
98. Масова частка Кальцію в його сполуці з Гідрогеном становить 0,952. Яка маса Гідрогену міститься в 20 г сполуки?
99. Змішали 100 г цементу і 150 г піску. Яка масова частка цементу у виготовленій суміші?

## 13 Фізичні і хімічні явища (хімічні реакції)

Матеріал параграфа допоможе вам з'ясувати:

- чим відрізняються фізичні і хімічні явища (хімічні реакції);
- які зовнішні ефекти супроводжують хімічні реакції.

На уроках природознавства ви дізналися, що в природі відбуваються різні фізичні та хімічні явища.

**Фізичні явища.** Кожний із вас неодноразово спостерігав за тим, як плавиться лід, кипить або замерзає вода. Лід, вода і водяна пара складаються з одних і тих самих молекул, тому вони є однією речовиною (в різних агрегатних станах).

**Явища, під час яких речовина не перетворюється на іншу, називають фізичними.**

До фізичних явищ належать не тільки зміни агрегатного стану речовин, а й світіння розжаре-

них тіл, проходження електричного струму в металах, поширення запаху речовин у повітрі, розчинення жиру в бензині, притягання заліза до магніту. Такі явища вивчає наука фізика.

### Хімічні явища (хімічні реакції).

Одним із хімічних явищ є горіння.

Розглянемо процес горіння спирту (мал. 46). Він відбувається за участю кисню, який міститься в повітрі. Згоряючи, спирт ніби переходить у газуватий стан подібно до того, як вода при нагріванні перетворюється на водяну пару. Проте це не так. Якщо газ, добутий у результаті згорання спирту, охолодити, то частина його сконденсується в рідину, але не в спирт, а у воду. Решта газу залишиться. За допомогою спеціального дослі-



**Мал. 46.**

Горіння спирту

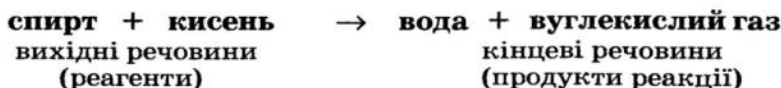
ду можна довести, що цим залишком є вуглекислий газ.

Отже, спирт, який горить, і кисень, за участю якого відбувається горіння, перетворюються на воду і вуглекислий газ.

**Явища, під час яких одні речовини перетворюються на інші, називають хімічними явищами, або хімічними реакціями.**

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

Суть розглянутої хімічної реакції передає такий запис:



Реагенти і продукти цієї реакції складаються із молекул. Під час горіння створюється висока температура. За цих умов молекули реагентів розпадаються на атоми, які, сполучаючись, утворюють молекули нових речовин — продуктів. Отже, *всі атоми під час реакції зберігаються*.



Якщо реагентами є дві йонні речовини, то вони обмінюються своїми йонами. Відомі й інші варіанти взаємодії частинок речовин.

#### Мал. 47.

Деякі зовнішні ефекти під час хімічних реакцій:

а — поява забарвлення;  
б — виділення газу;  
в — поява осаду

Зовнішні ефекти, що супроводжують хімічні реакції. Спостерігаючи за перебігом хімічних реакцій, можна зафіксувати такі ефекти:

- зміну забарвлення (мал. 47, а);
- виділення газу (мал. 47, б);
- утворення чи зникнення осаду (мал. 47, в);
- появу, зникнення чи зміну запаху;
- виділення чи поглинання теплоти;
- появу полум'я (мал. 46), іноді — світіння.



### ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 3

#### Поява забарвлення в результаті реакції

Чи мають забарвлення розчини кальцинованої соди і фенолфталеїну? Додайте до порції розчину соди 1—2 краплі розчину фенолфталеїну. Яке забарвлення виникає?

### ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 4

#### Виділення газу в результаті реакції

До розчину кальцинованої соди додайте трохи хлоридної кислоти. Що спостерігаєте?

### ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 5

#### Поява осаду в результаті реакції

До розчину кальцинованої соди додайте 1 мл розчину мідного купоросу. Що відбувається?

Виникнення полум'я є ознакою хімічної реакції, тобто свідчить саме про хімічне явище. Інші зовнішні ефекти можна спостерігати й під час фізичних явищ. Наведемо кілька прикладів.

*Приклад 1.* Порошок срібла, добутий у пробірці внаслідок хімічної реакції, має сірий колір. Якщо його розплавити, а потім розплав охолодити, то отримаємо шматочок металу, але не сірого, а білого, із характерним блиском.

*Приклад 2.* Якщо нагрівати природну воду, то з неї задовго до кипіння почне виділятися газ. Це розчинене повітря; його розчинність у воді зі збільшенням температури зменшується.

*Приклад 3.* Неприємний запах у холодильнику зникає, якщо в нього помістити гранули силікагелю — однієї зі сполук Силіцію. Силікагель вбирає молекули різних речовин без їх руйнування. Аналогічно діє активоване вугілля у протигазі.

*Приклад 4.* При перетворенні води на пару поглинається теплота, а при замерзанні води — виділяється.

Щоб визначити, яке перетворення відбулося — фізичне чи хімічне, слід уважно спостерігати за ним, а також всебічно дослідити речовини до і після експерименту.

**Хімічні реакції в природі, повсякденному житті та їх значення.** У природі постійно відбувається безліч хімічних реакцій. Багато речовин, розчинених у річках, морях і океанах, взаємодіють між собою, деякі реагують із киснем. Рослини вбирають з атмосфери вуглекислий газ і кисень, із ґрунту — воду, розчинені в ній речовини і переробляють їх на білки, жири, глюкозу, крохмаль, вітаміни, інші сполуки, а також на кисень. Надзвичайно важливими є реакції за участю кисню, який потрапляє в живі організми при диханні.

Багато хімічних реакцій можна спостерігати і в побуті. Вони відбуваються під час смаження м'яса, овочів, випікання хліба, скисання молока, бродіння виноградного соку, вибілювання тка-

#### **Цікаво знати**

Внаслідок фотосинтезу щороку з атмосфери поглинається приблизно 300 млрд т вуглекислого газу, виділяється 200 млрд т кисню і утворюється 150 млрд т органічних речовин.

нин, горіння різних видів палива, тверднення цементу й алебастру, почорніння з часом срібних прикрас тощо.

Хімічні реакції становлять основу багатьох технологічних процесів — добування металів, виробництва добрив, пластмас, синтетичних волокон, ліків, інших важливих речовин. Спалюючи паливо, люди забезпечують себе теплом і електрикою. Завдяки хімічним реакціям знешкоджують токсичні речовини, переробляють промислові та побутові відходи.

Перебіг деяких реакцій призводить до негативних наслідків. Іржавіння заліза скорочує термін роботи різних механізмів, обладнання, транспортних засобів, зумовлює великі втрати цього металу. Пожежі знищують житло, промислові та культурні об'єкти, історичні цінності. Більшість харчових продуктів псується внаслідок їх взаємодії з киснем, який є в повітрі; при цьому утворюються речовини, що мають неприємний запах, смак і є шкідливими для людини.

## ВИСНОВКИ

**Фізичними явищами називають явища, під час яких кожна речовина зберігається.**

**Хімічні явища, або хімічні реакції, — це перетворення одних речовин на інші. Вони можуть супроводжуватися різними зовнішніми ефектами.**

**Безліч хімічних реакцій відбувається в навколишній природі, в рослинах, організмах тварин і людини.**



100. Знайдіть відповідність:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1) вибух динаміту;                                 | а) фізичне явище; |
| 2) тверднення розплавленого парафіну;              | б) хімічне явище. |
| 3) підгоряння їжі на сковороді;                    |                   |
| 4) утворення солі при випаровуванні морської води; |                   |
| 5) розшарування струшеної суміші води та олії;     |                   |



- 6) вицвітання забарвленої тканини на сонці;  
7) перебіг електричного струму в металі;
101. Вкажіть, якими зовнішніми ефектами супроводжуються такі хімічні перетворення:  
а) горіння сірника;  
б) іржавіння заліза;  
в) бродіння виноградного соку.
102. Як ви думаєте, чому одні харчові продукти (цукор, крохмаль, оцет, сіль) можуть зберігатися протягом необмеженого часу, а інші (сир, вершкове масло, молоко) швидко псуються?

#### ЕКСПЕРИМЕНТУЄМО ВДОМА

##### Зовнішні ефекти під час хімічних реакцій

1. Приготуйте невеликі кількості водних розчинів лимонної кислоти і питної соди. Злийте разом порції обох розчинів в окрему склянку. Що відбувається?

До залишку розчину лимонної кислоти додайте трохи кристаликів соди, а до залишку розчину соди — трохи кристаликів лимонної кислоти. Які ефекти спостерігаєте — такі самі чи інші?

2. У три невеликі склянки налейте трохи води і в кожену додайте 1—2 краплі спиртового розчину брильянтового зеленого (побутова назва — «зеленка»). У першу склянку долийте кілька крапель нашатирного спирту, у другу — розчину лимонної кислоти. Чи змінився колір барвника у цих склянках? Якщо так, то як саме?

Результати дослідів занотуйте у зошит і зробіть висновки.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

### Дослідження фізичних і хімічних явищ

Перед виконанням практичної роботи уважно прочитайте правила роботи і техніки безпеки в хімічному кабінеті (с. 14—15, 22). Ви повинні чітко їх дотримуватися.

**Працюючи з вогнем,  
будьте обережними.**

#### ДОСЛІД 1

Насипте у пробірку трохи кристаликів мідного купоросу (речовина має вкрити дно пробірки) і додайте до них 2 мл води (шар у 2—3 см). Вміст пробірки перемішуйте скляною паличкою до повного

розчинення речовини. Чи відбулася зміна кольору речовини під час утворення розчину? Про що це свідчить?

Половину розчину перелийте у маленьку порцелянову чашку. Запаліть спиртівку чи сухе пальне. Візьміть чашку пробіркотримачем за верхню частину, внесіть її в полум'я і обережно випаруйте розчин до виділення з нього перших кристаликів речовини. Зіставте їх і мідний купорос за кольором. Зробіть висновок.

Випарте розчин досуха і продовжуйте нагрівати твердий залишок до зміни його кольору.

Після досліду гарячу чашку покладіть на керамічну підставку.

Які фізичні явища ви спостерігали під час проведення експерименту? Чи відбулося хімічне явище? Якщо так, то на якому етапі?

## ДОСЛІД 2

У пробірку із другою частиною розчину додайте кілька залізних ошурків<sup>1</sup>. Якого кольору набуває поверхня заліза? Який метал має такий колір? Чи змінюється забарвлення розчину? Як саме? Вміст пробірки періодично перемішуйте скляною паличкою до повної зміни кольору розчину.

Повільно перелийте розчин у маленьку порцелянову чашку (тверді речовини мають залишитись у пробірці). Обережно випарте розчин досуха<sup>2</sup>. Який колір твердого залишку? Про що він свідчить?

Чи відбулося хімічне явище під час виконання досліду? Відповідь обґрунтуйте.

Під час виконання кожного досліду записуйте в таблицю свої дії, спостереження, а після його завершення — висновки.

№ досліду	Послідовність дій	Спостереження	Висновок
1	Розчиняю у воді трохи мідного купоросу. ...	Утворюється розчин ... кольору. ...	...
2			

?

103. Чи відбувалися фізичні явища під час виконання досліду 2? Якщо так, то які саме?
104. Як можна довести за допомогою магніту, що в досліді 2 на поверхні заліза утворюється інший метал?

<sup>1</sup> Замість ошурків можна взяти залізні кнопки, скріпки, цвяхи.

<sup>2</sup> Можна випарити кілька крапель розчину на предметному склі.

# 14

## Схема хімічної реакції. Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції. Хімічне рівняння

Матеріал параграфа допоможе вам:

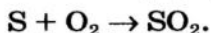
- з'ясувати, що таке схема хімічної реакції;
- зрозуміти суть закону збереження маси речовин під час хімічної реакції;
- перетворювати схеми реакцій на хімічні рівняння.

**Схема хімічної реакції.** Існує кілька способів запису хімічних реакцій. Зі *«словесною» схемою реакції* ви ознайомилися в § 13. Наводимо ще один приклад:

сірка + кисень  $\rightarrow$  сірчистий газ.

Такий запис дає мало інформації; він не вказує на хімічний склад реагентів і продуктів.

Цього недоліку позбавлений інший спосіб запису — хімічна схема реакції. У ній замість назв речовин містяться хімічні формули<sup>1</sup>:



Хімічну схему далі називатимемо просто *схемою реакції*.

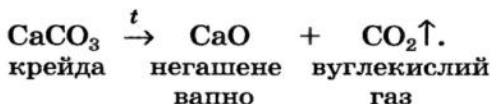
Над стрілкою часто вказують умови, за яких відбувається реакція: нагрівання ( $\xrightarrow{t}$ ), підвищений тиск ( $\xrightarrow{P}$ ), опромінення ( $\xrightarrow{h\nu}$ ), наявність додаткових речовин ( $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ ). Якщо продуктом реакції є газ, то після його формули записують стрілку, направлену вгору ( $\uparrow$ ), а якщо утворюється осад, — стрілку, спрямовану донизу ( $\downarrow$ ). У тих випадках, коли і продукт, і реагент — гази або нерозчинні речовини, вертикальні стрілки не

<sup>1</sup> Для сірки тут і далі використовуватимемо формулу S, а не S<sub>8</sub>, яку насправді мають молекули речовини.



ставляють. Іноді під формулами реагентів і продуктів пишуть їх назви.

Приклад схеми реакції з додатковими позначками і назвами речовин:



Вам необхідно навчитися не тільки записувати схеми реакцій, а й коментувати їх. Щойно наведену схему реакції коментують так: при нагріванні крейди утворюються негашене вапно і вуглекислий газ.

#### Цікаво знати

Схеми реакцій у алхіміків виглядали так:



► Якими хімічними елементами утворені вихідна речовина та продукти цієї реакції?

Схема реакції дає змогу зробити важливий висновок: *усі хімічні елементи під час реакції зберігаються.*

**Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції.** Загальновідомо, що після спалювання паперу залишається набагато менша маса попелу. Якщо ж сильно нагрівати (прожарювати) порошок міді або мідний предмет на повітрі, то виявимо протилежне — маса речовини зростатиме (метал покриватиметься чорним нальотом).

Здійснимо обидва хімічні перетворення в закритих посудинах. Результати дослідів будуть іншими. Зваживши закриті посудини з речовинами до і після кожного експерименту, виявимо, що *сумарна маса речовин у результаті реакцій не змінюється.* Це першим встановив у середині XVIII ст. російський учений М. В. Ломоносов. Не знаючи про відкриття Ломоносова, аналогічного висновку дійшов у 1789 р. французький учений А.-Л. Лавуазьє.

Ломоносов і Лавуазьє відкрили **закон збереження маси речовин під час хімічної реакції**. Він формулюється так:



Видатний російський учений, перший російський академік Петербурзької академії наук. Розробив одну з теорій будови речовин (40-ві роки XVIII ст.). Відкрив і сформулював закони збереження маси речовин і руху (1748—1760). Вивчав хімічні властивості металів, аналізував склад мінералів, розробив способи добування мінеральних фарб, кольорового скла. Зробив вагомий внесок у розвиток «хімічної мови». Автор книжок з історії Росії, поет, художник, геолог, географ, інженер, педагог. Один із засновників першого в Росії Московського університету.

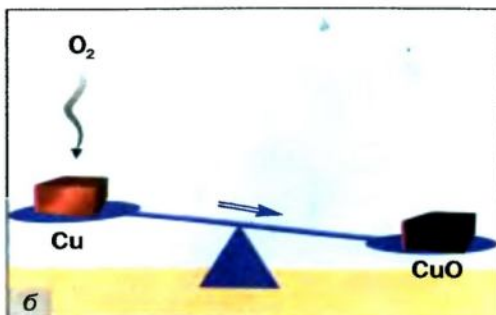
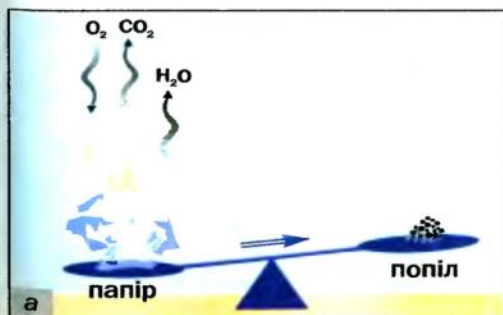
**маса речовин, що вступили в хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, які утворилися в результаті реакції.**

Пояснимо, чому маси попелу і прожареної міді відрізняються від мас паперу і міді до її нагрівання.

У процесі горіння паперу бере участь кисень, який є в повітрі (мал. 48, а). Отже, в реакцію вступають дві речовини. Крім попелу, утворюються вуглекислий газ і вода (у вигляді пари), які потрапляють у повітря і розсіюються. Їх маса перевищує масу кисню. Тому маса попелу менша за масу паперу.

При нагріванні міді кисень повітря «сполучається» з нею (мал. 48, б). Метал перетворюється на речовину чорного кольору (її формула —  $\text{CuO}$ , а

**Мал. 48.**  
Реакції  
паперу (а)  
і міді (б)  
з киснем





Видатний французький хімік, один із засновників наукової хімії. Академік Паризької академії наук. Започаткував кількісні (точні) методи дослідження в хімії. Експериментально визначив склад повітря і довів, що горіння — це реакція речовини з киснем, а вода — сполука Гідрогену з Оксигеном (1774—1777). Склав першу таблицю простих речовин (1789), запропонувавши фактично класифікацію хімічних елементів. Незалежно від М. В. Ломоносова відкрив закон збереження маси речовин під час хімічних реакцій.

назва — купрум(II) оксид). Зрозуміло, що маса продукту реакції має перевищувати масу міді.

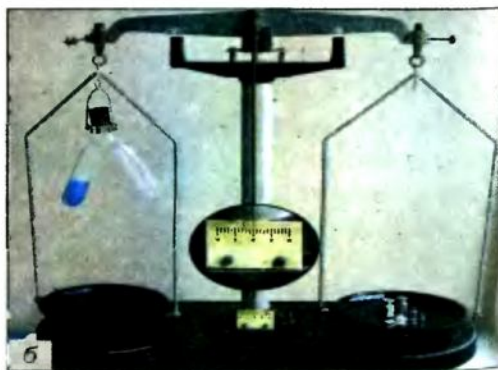
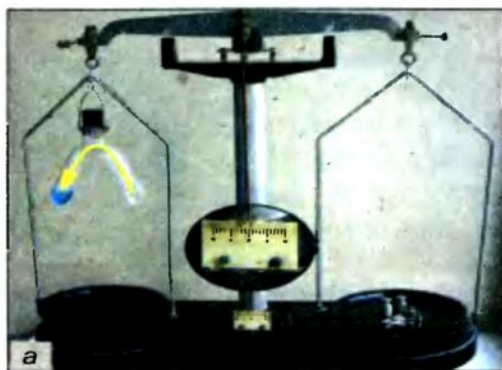
► Прокоментуйте дослід, зображений на малюнку 49, і зробіть висновок.

**Мал. 49.**  
Дослід із підтвердження закону Ломоносова — Лавуазьє:  
а — початок дослід;  
б — закінчення дослід

**Закон як форма наукових знань.** Відкриття законів у хімії, фізиці, інших науках відбувається після здійснення вченими багатьох експериментів і аналізу добутих результатів.

*Закон — це узагальнення об'єктивних, незалежних від людини зв'язків між явищами, властивостями тощо.*

Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції — найважливіший закон хімії. Він





поширюється на всі перетворення речовин незалежно від того, відбуваються вони в лабораторії чи в природі.

Хімічні закони дають змогу передбачати властивості речовин, перебіг хімічних реакцій, керувати процесами в хімічній технології.

Для того щоб пояснити закон, висувають гіпотези, які перевіряють за допомогою відповідних експериментів. Якщо одна з гіпотез підтверджується, на її основі створюють теорію. У старших класах ви ознайомитеся із кількома теоріями, які розробили вчені-хіміки.

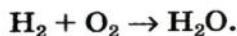
**Хімічне рівняння.** Загальна маса речовин під час хімічної реакції не змінюється внаслідок того, що *атоми хімічних елементів під час реакції не виникають і не зникають, а відбувається лише їх перегрупування*. Іншими словами, кількість атомів кожного елемента до реакції дорівнює кількості його атомів після реакції. На це вказують схеми реакцій, наведені на початку параграфа. Замінімо в них стрілки між лівими і правими частинами на знаки рівності:



Такі записи називають *хімічними рівняннями*.

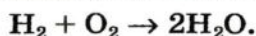
**Хімічне рівняння — це запис хімічної реакції за допомогою формул реагентів і продуктів, який відповідає закону збереження маси речовин.**

Існує багато схем реакцій, які не узгоджуються із законом Ломоносова — Лавуазьє. Наприклад, схема реакції утворення води:



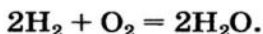
В обох частинах схеми міститься однакова кількість атомів Гідрогену, але різна — атомів Оксигену.

Перетворимо цю схему на хімічне рівняння. Для того щоб у правій частині було 2 атоми Оксигену, поставимо перед формулою води коефіцієнт 2:



Тепер праворуч атомів Гідрогену стало чотири. Щоб така сама кількість атомів Гідрогену була і в

лівій частині, запишемо перед формулою водню коефіцієнт 2. Отримуємо хімічне рівняння:



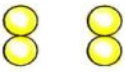
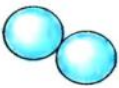

Отже, щоб перетворити схему реакції на хімічне рівняння, потрібно дібрати коефіцієнти для кожної речовини (у разі необхідності), записати їх перед хімічними формулами і замінити стрілку на знак рівності.

#### Цікаво знати

Хімічне рівняння має багато спільного з математичним.

Можливо, хтось із вас складе таке рівняння:  $4\text{H}_2 + 2\text{O}_2 = 4\text{H}_2\text{O}$ . У ньому ліва і права частини містять однакові кількості атомів кожного елемента, але всі коефіцієнти можна зменшити, поділивши на 2. Це і слід зробити.

Нижче подано різні способи запису розглянутої реакції.

Словесна схема:	водень	+	кисень	→	вода
Хімічна схема:	$\text{H}_2$	+	$\text{O}_2$	→	$\text{H}_2\text{O}$
Хімічне рівняння:	$2\text{H}_2$	+	$\text{O}_2$	=	$2\text{H}_2\text{O}$
Зображення реакції за допомогою моделей молекул:		+		=	
	дві молекули водню		молекула кисню		дві молекули води

► Перетворіть схему реакції  $\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$  на хімічне рівняння.

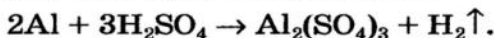
Виконаємо складніше завдання: перетворимо на хімічне рівняння схему реакції



У лівій частині схеми — 1 атом Алюмінію, а у правій — 2. Поставимо перед формулою металу коефіцієнт 2:

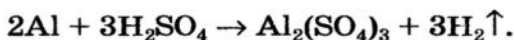


Атомів Сульфуру праворуч утричі більше, ніж ліворуч. Запишемо в лівій частині перед формулою сполуки Сульфуру коефіцієнт 3:

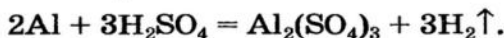


Тепер у лівій частині кількість атомів Гідрогену становить  $3 \cdot 2 = 6$ , а у правій — лише 2. Щоб їх і

праворуч було 6, поставимо перед формулою водню коефіцієнт 3 ( $6 : 2 = 3$ ):



Зіставимо кількість атомів Оксигену в обох частинах схеми. Вони однакові:  $3 \cdot 4 = 4 \cdot 3$ . Замінімо стрілку на знак рівності:



## ВИСНОВКИ

Хімічні реакції записують за допомогою схем реакцій і хімічних рівнянь.

Схема реакції містить формули реагентів і продуктів, а хімічне рівняння — ще й коефіцієнти.

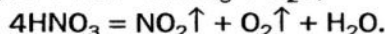
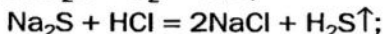
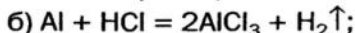
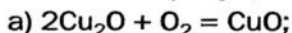
Хімічне рівняння узгоджується із законом збереження маси речовин Ломоносова — Лавуазьє: маса речовин, що вступили в хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, які утворилися внаслідок реакції.

Атоми хімічних елементів під час реакцій не виникають і не зникають, відбувається лише їх перегрупування.

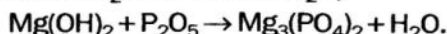
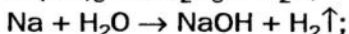
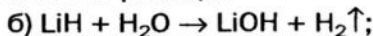
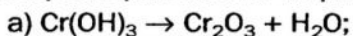


105. Чим відрізняється хімічне рівняння від схеми реакції?

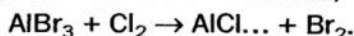
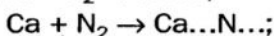
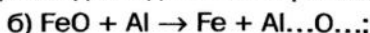
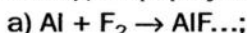
106. Розставте пропущені коефіцієнти в записах реакцій:



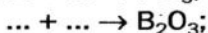
107. Перетворіть на хімічні рівняння такі схеми реакцій:



108. Складіть формули продуктів реакцій і відповідні хімічні рівняння:



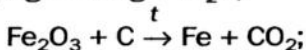
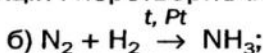
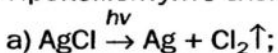
109. Замість крапок запишіть формули простих речовин і складіть хімічні рівняння:





Візьміть до уваги, що бор і вуглець складаються з атомів; фтор, хлор, водень і кисень — із двохатомних молекул, а фосфор (білий) — із чотирьохатомних молекул.

110. Прокоментуйте схеми реакцій і перетворіть їх на хімічні рівняння:



111. Яка маса негашеного вапна утворилася при тривалому прожарюванні 25 г крейди, якщо виділилося 11 г вуглекислого газу?

## 15 Як досліджують речовини і хімічні реакції

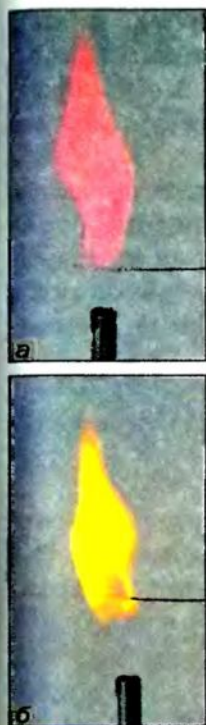
Матеріал параграфа допоможе вам:

- підготуватися до експерименту з вивчення речовини або хімічної реакції;
- з'ясувати, які властивості речовини називають хімічними.

Хімія — експериментальна наука. Вона не може існувати й розвиватися без здійснення різноманітних дослідів з речовинами.

**Хімічний експеримент.** *Перед виконанням експерименту* хімік повинен усвідомити його мету, знайти в науковій літературі і проаналізувати відомості про відповідні речовини та хімічні реакції. Потім він складає план експерименту, визначає умови його проведення, за необхідності обчислює маси або об'єми речовин, які потрібно взяти для роботи. *Під час дослідів* вчений проводить спостереження, вимірювання, а їх результати і обчислення записує в лабораторний журнал. *Після експерименту* він аналізує і пояснює отримані результати, робить висновки.

**Дослідження речовин.** На уроках хімії ви працюватимете з різними речовинами. Вам необхідно вміти описувати їх зовнішній вигляд, порівнювати з іншими речовинами, відрізнити



**Мал. 50.**  
Забарвлення  
полум'я  
хімічними  
елементами:  
а — Літієм;  
б — Натрієм

одну речовину від іншої. Деяких навичок ви вже набули, виконавши практичну роботу і лабораторні досліди.

Хіміки вивчають передусім нові, щойно добуті речовини. Якщо речовина містить домішки, то її очищують. Іноді досліджують відомі речовини, щоб підтвердити або уточнити відомості про них.

Вивчаючи речовину, визначають:

- її фізичні властивості;
- якісний і кількісний склад;
- внутрішню будову;
- хімічні властивості.

► Які фізичні властивості речовин визначають візуально, а які — відповідними вимірюваннями?

Як вам відомо, встановити якісний склад речовини означає виявити хімічні елементи, якими вона утворена.

Деякі відповідні досліди можна здійснити в хімічному кабінеті чи навіть удома. Якщо сполука містить йони Літію, Натрію, Калію, Кальцію, Барію, Купруму, то вона забарвлює полум'я в характерний колір (мал. 50). Це використовують у піротехніці для створення видовищних феєрверків.

## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 6

### Виявлення елемента в речовині за кольором полум'я

Запаліть спиртівку. Занурте у розчин кухонної солі скляну паличку і внесіть її в полум'я. У який колір воно забарвлюється?

Після охолодження палички промийте її у склянці з водою, занурте в розчин купрум(II) хлориду  $\text{CuCl}_2$  і знову внесіть у полум'я. Що спостерігаєте?

Загасіть полум'я спиртівки ковпачком.

Які елементи виявлено вами у сполуках?

Внутрішню будову речовини, тобто те, якими частинками (атомами, молекулами, йонами) вона утворена, а для твердої речовини — ще й розміщення частинок у ній досліджують за допомогою спеціальних приладів.

На підставі добутих знань про речовину хімік передбачає її здатність вступати в ті чи інші реакції, а потім свої припущення перевіряє експериментально. Він з'ясовує, чи взаємодіє речовина з водою, металами, неметалами, іншими речовинами, як поводить себе при нагріванні.

**Властивості речовини, які виявляються в її здатності вступати в певні реакції, називають *хімічними*.**

*Отже, вивчення хімічних властивостей речовини є завершальним етапом її дослідження.*

Деякі речовини (наприклад, метал натрій, неметал фтор) називають хімічно активними. Вони бурхливо взаємодіють з багатьма іншими речовинами. Такі реакції можуть супроводжуватися займанням або вибухом. Існують і хімічно пасивні речовини. Золото за жодних умов не взаємодіє з водою, киснем, кислотами, а гелій взагалі не вступає в реакції.

*Хімічні властивості речовини залежать від її складу і внутрішньої будови.*

Для багатьох речовин вивчають їхню дію на живі організми і визначають, шкідливими чи корисними є вони для рослин, тварин, людини.

**Дослідження хімічних реакцій.** Уявімо, що ви отримали завдання — здійснити хімічну реакцію між двома речовинами. Зазвичай для цього достатньо змішати речовини, тобто забезпечити *контакт їхніх частинок*. Тверді речовини попередньо *подрібнюють*, щоб збільшити поверхню контакту реагентів. Якщо тверда речовина реагує з розчином іншої, то їх суміш бажано *перемішувати*. Тоді частинки речовин частіше стикатимуться і речовини активніше взаємодіятимуть.

Вивчаючи хімічну реакцію, визначають:

- за яких умов вона відбувається;
- швидким чи повільним є її перебіг;

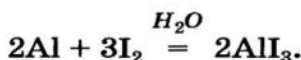


- чи повністю реагенти перетворюються на продукти;
- чи відбуваються одночасно інші (побічні) реакції;
- виділяється чи поглинається теплота під час реакції;
- який склад мають продукти реакції.

Хімічні перетворення відбуваються за різних умов. Одні речовини беруть участь у них як у чистому вигляді, так і в розчині, інші — тільки в певному стані. Чимало реакцій розпочинається лише при нагріванні, а деякі гази взаємодіють між собою при створенні достатнього тиску.

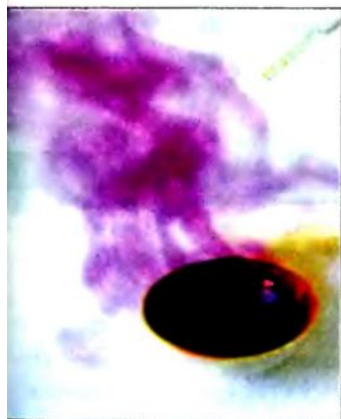
Іноді, щоб здійснити реакцію або пришвидшити її, до реагентів додають сторонню речовину —

*каталізатор*<sup>1</sup>. Дію каталізатора можна продемонструвати за допомогою такого досліду. Якщо змішати порошки алюмінію і йоду, то ніяких змін ми не помітимо. Додавання краплі води (каталізатор) до суміші викликає бурхливу реакцію між простими речовинами (мал. 51):



Вам потрібно навчитися уважно спостерігати за перебігом хімічної реакції, описувати все, що відбувається з речовинами.

Під час експериментів трапляються помилки. Вони бувають *випадковими* і *систематичними*. Випадкові помилки виникають через неточність записів у лабораторному журналі, через неуважність при зважуванні речовини, визначенні її об'єму. Систематичні помилки пов'язані з похибками приладів, наявністю домішок у реактивах і зазвичай не впливають на результат експерименту.



**Мал. 51.**  
Взаємодія  
алюмінію  
з йодом

<sup>1</sup> Термін походить від грецького слова *katalysis* — руйнування.

## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 7

### Дослідження хімічної реакції

Насипте у пробірку трохи порошку купрум(II) оксиду  $\text{CuO}$  і додайте 1—2 мл хлоридної кислоти  $\text{HCl}$ . Поставте пробірку в штатив. Чи набуває рідина забарвлення після осідання купрум(II) оксиду? Через 5—7 хв. повторіть спостереження.

Запаліть спиртівку, закріпіть пробірку в пробіркотримачі і обережно нагрійте спочатку всю пробірку, а потім — ту її частину, в якій містяться речовини. Що спостерігаєте?

Зробіть висновок щодо впливу нагрівання на перебіг реакції.

Напишіть рівняння реакції, якщо її продуктами є купрум(II) хлорид  $\text{CuCl}_2$  і вода.

Підсумком низки дослідів буває виявлення певної закономірності. На підставі багатьох закономірностей вчені створюють теорію. Сукупність теорій становить основу кожної науки.

### ВИСНОВКИ

Перед тим як дослідити речовину або хімічну реакцію, потрібно усвідомити мету експерименту і ретельно підготуватися до його здійснення.

Під час хімічного експерименту проводять спостереження за речовинами, за перебігом реакції, здійснюють вимірювання. Результати спостережень і вимірювань, усі обчислення, а також хімічні рівняння записують у лабораторному журналі.

Після завершення експерименту формулюють висновки і планують наступні експерименти.

Кожна речовина має хімічні властивості, які визначаються її здатністю вступати в певні хімічні реакції.



112. Якими мають бути ваші дії та їх послідовність перед проведенням хімічного експерименту?
113. Що визначає хімік, вивчаючи: а) речовину; б) хімічну реакцію?

114. Чи варто вченому досліджувати реакцію за участю розчину, якщо він приготовлений на водопровідній воді, а не на дистильованій? Відповідь обґрунтуйте.
115. Студент записував спостереження під час хімічного експерименту не в лабораторному журналі, а на аркушиках паперу, вилучених із записничка. Викладач визнав це за недолік роботи студента. Як ви думаєте, чому?
116. Хіміку не вдалося добути речовину. Він вирішив здійснити дослід ще раз, причому за таких самих умов. Інший хімік порадив йому змінити умови експерименту. Як би ви пояснили дії першого хіміка і пораду другого?
117. Які помилки трапляються під час хімічних експериментів і з чим вони пов'язані?
118. Назвіть спільну хімічну властивість парафіну і бензину.
119. При освітленні газів водню і хлору ніяких змін з речовинами не відбувається, а їхня суміш за таких умов миттєво вибухає. Як це пояснити? Напишіть відповідне хімічне рівняння.
120. У результаті нагрівання 16 г міді з 4 г кисню в закритій посудині утворилося 18 г купрум(II) оксиду  $\text{CuO}$ . Який висновок можна зробити за цими даними?

#### ЕКСПЕРИМЕНТУЄМО ВДОМА

##### Дослідження речовини

Розгляньте питну соду. Який агрегатний стан цієї речовини за звичайних умов, колір, характер часточок?

Перевірте, чи розчиняється питна сода в холодній воді.

Внесіть трохи питної соди на кінчику ножа або сталевій дротині у полум'я газової плити. Чи є горючою ця речовина? У який колір забарвлюється полум'я? Про наявність якого елемента в речовині свідчить цей колір?

Насипте невелику кількість питної соди у склянку і додайте трохи оцту. Що спостерігаєте?

##### Вивчення хімічної реакції

Візьміть два однакові кусочки крейди. Один із них розітріть у порошок. Помістіть в одну склянку кусочок крейди, а в іншу — порошок. Обережно налейте в обидві склянки однакові об'єми оцту. Що спостерігаєте?

Який чинник впливає на перебіг цієї реакції і як саме?

Результати дослідів, а також висновки запишіть у зошит.



# 2 розділ

## Елементи Оксиген і Ферум. Прості речовини кисень і залізо

У цьому розділі розглядатимемо неметалічний елемент Оксиген і металічний елемент Ферум. Їх обрано не випадково; ці елементи дуже важливі. Без кисню (простої речовини Оксигену) і води (сполуки цього елемента з Гідроеном) не можуть існувати ні рослини, ні тварини, ні людина. Проста речовина Феруму — залізо — є металом, незамінним для нашої цивілізації.

---

# 16

## Оксиген. Кисень

---

У цьому параграфі йдеться:

- про хімічний елемент Оксиген;
- про поширеність Оксигену в природі;
- про кисень — просту речовину Оксигену;
- про повітря і його склад.

**Оксиген.** Це перший елемент, який ви докладно вивчатимете. Із періодичної системи Д. І. Менделєєва можна дістати такі відомості про нього:

- символ Оксигену — O;
- порядковий номер елемента — 8;
- Оксиген розміщений у 2-му періоді, VI групі;
- відносна атомна маса елемента — 16 (точне значення — 15,999).

Значення порядкового номера елемента вказує на те, що атом Оксигену містить 8 електронів, а заряд ядра атома становить +8.

Оксиген — неметалічний елемент, оскільки його прості речовини кисень  $O_2$  і озон  $O_3$  є неметалами.

Вам відомо, що Оксиген має постійне значення валентності, яке дорівнює 2. Атом цього елемента легко приєднує 2 електрони і перетворюється на простий йон  $O^{2-}$ . Такі йони містяться в бінарних сполуках Оксигену з металічними елементами.

► Напишіть формули сполук Оксигену з Натрієм, Кальцієм, Фосфором. Вкажіть сполуки, які складаються з йонів.

**Поширеність Оксигену в природі.** Оксиген — один із найпоширеніших елементів на нашій планеті. У земній корі його атомів більше, ніж атомів будь-якого іншого елемента (§ 6). Атоми Оксигену містяться в піску, глині, вапняку, багатьох мінералах. Оксиген — другий за поширеністю в атмосфері (після Нітрогену) і в гідросфері (після Гідрогену).

Атоми Оксигену входять до складу молекул багатьох речовин, які є в живих організмах (білків, жирів, крохмалю тощо). У тілі дорослої людини масова частка цього елемента становить приблизно 65 %.

**Кисень.** Найважливіша проста речовина Оксигену — кисень. Цей газ необхідний для дихання; він також підтримує горіння.

Формула кисню вам відома —  $O_2$ . Ця речовина містить молекули, які складаються із двох атомів Оксигену.

Молекула кисню досить стійка. Але при температурі понад  $2000^\circ C$  або під дією електричного розряду чи ультрафіолетових променів вона може розкластися на атоми:



Кисень є компонентом повітря — природної суміші газів. На нього припадає приблизно  $1/5$  об'єму повітря. Склад сухого повітря<sup>1</sup>, що не містить випадкових домішок, наведено в таблиці 3.

#### Цікаво знати

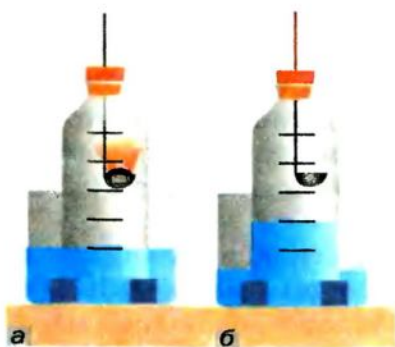
Організм дорослого чоловіка щодоби споживає приблизно 900 г кисню, а жінки — 600 г.

<sup>1</sup> Повітря містить ще й домішку водяної пари, яка зумовлює його вологість.

## Склад повітря

Газ, компонент повітря		Частка в повітрі, %	
Назва	Формула	об'ємна*	масова
Азот	$N_2$	78,09	75,51
Кисень	$O_2$	20,95	23,15
Аргон	Ar	0,93	1,28
Вуглекислий газ	$CO_2$	0,037	0,056
Інші гази		менше від 0,002	менше від 0,003

\* Об'ємна частка речовини в суміші — відношення об'єму речовини до об'єму суміші. Об'ємну частку позначають грецькою літерою  $\phi$  (фі).



Мал. 52.

Визначення об'ємної частки кисню в повітрі спалюванням фосфору:

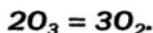
а — початок досліду;

б — завершення досліду

Визначити об'ємну частку кисню в повітрі можна експериментально. Для цього потрібні скляна пляшка без дна із пробкою і кристалізатор з водою. У пробку вставляють ложку для спалювання, в яку набирають трохи червоного фосфору. Його підпалюють, швидко поміщають у пляшку і щільно закривають її пробкою (мал. 52). Коли горіння фосфору припиниться, вода займе приблизно  $1/5$  частину об'єму пляшки. Цей об'єм займав у повітрі кисень, який вступив у реакцію з фосфором.

Кисень міститься не тільки в атмосфері. Невелика кількість його разом з іншими газами повітря розчинена в природній воді.

Існує ще одна проста речовина Оксигену — озон  $O_3$ . Це безбарвний сильнотоксичний газ із різким запахом. Він дуже нестійкий і поступово перетворюється на кисень:



Озон міститься в атмосфері в незначній кількості; його об'ємна частка не перевищує 0,0004 %. Розкладаючись, він поглинає частину ультрафіолетових променів сонячного світла, шкідливу для рослин і тварин, і тим самим оберігає живу природу.



**Цікаво знати**  
Рідкий кисень, як і залізо, притягується до магніту.

**Фізичні властивості кисню.** За звичайних умов кисень — безбарвний газ, який не має запаху і смаку. При охолодженні до  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$  перетворюється на блакитну рідину, яка за температури  $-219\text{ }^{\circ}\text{C}$  твердне, утворюючи сині кристали. Кисень в 1,1 раза важчий за повітря. Він слабо розчиняється у воді, але цього достатньо для існування у природних водоймах риб, інших живих істот, які дихають розчиненим киснем.

## ВИСНОВКИ

**Оксиген — неметалічний елемент.** У природі поширена його проста речовина кисень, а також вода та інші сполуки. На кисень припадає трохи більше  $1/5$  об'єму повітря.

**Кисень — газ без запаху і смаку, необхідний для дихання; він підтримує горіння.**



121. Складіть речення, вставивши замість крапок слова «Оксиген» або «кисень» у відповідних відмінках:  
а) ... — проста речовина ...;  
б) вода утворена Гідрогеном і ...;  
в) молекула ... складається із двох атомів ...;  
г) у результаті фотосинтезу рослини поглинають вуглекислий газ, а виділяють ... .
122. Скільки всього електронів містить йон  $\text{O}^{2-}$ ?
123. У яких природних речовинах міститься Оксиген? Чи є серед них прості, складні речовини? Які з них входять до складу атмосфери, гідросфери, літосфери?
124. Складіть формули сполук Оксигену за вказаними валентностями елементів:  $\overset{\text{I}}{\text{Cl}}\dots\overset{\text{III}}{\text{O}}\dots$ ,  $\overset{\text{III}}{\text{As}}\dots\overset{\text{IV}}{\text{O}}\dots$ ,  $\overset{\text{IV}}{\text{N}}\dots\overset{\text{VI}}{\text{O}}\dots$ ,  $\overset{\text{VI}}{\text{Se}}\dots\overset{\text{VII}}{\text{O}}\dots$ ,  $\overset{\text{VII}}{\text{I}}\dots\overset{\text{VII}}{\text{O}}\dots$  .
125. Складіть формулу сполуки елемента з Оксигеном, яка містить йони:  
а)  $\text{Cr}^{3+}$ ; б)  $\text{Li}^{+}$ ; в)  $\text{Mg}^{2+}$  .
126. Знайдіть масову частку Оксигену: а) у вуглекислому газі  $\text{CO}_2$ ; б) у метиловому спирті  $\text{CH}_3\text{OH}$ ; в) у гашеному вапні  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; г) у глюкозі  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  .

127. Обчисліть масу кисню в 10 л повітря, якщо густина повітря становить 1,29 г/л. Додаткові відомості, які потрібні для розв'язання задачі, візьміть із таблиці 3.
128. Відносна молекулярна маса сполуки Сульфуру з Оксигеном удвічі більша за відносну молекулярну масу кисню. Знайдіть формулу сполуки.

## 17 Добування кисню

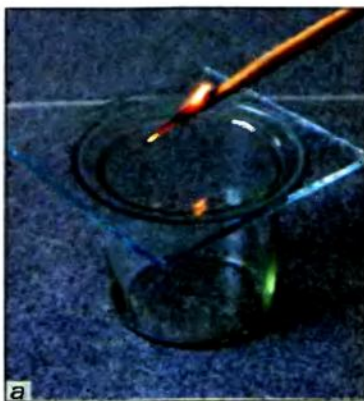
Із матеріалу цього параграфу ви дізнаєтесь:

- про відкриття кисню;
- про добування кисню в промисловості та лабораторії;
- про реакції розкладу.

**Відкриття кисню.** Кисень було відкрито у другій половині XVIII ст. кількома вченими різних країн. Першим цей газ добув шведський хімік К.-В. Шееле в 1772 р., а через два роки, не знаючи про досліди попередника, — англійський хімік Дж. Прістлі. У 1775 р. французький учений А.-Л. Лавуазьє дослідив кисень і дав йому назву охуген.

Кисень можна виявити за допомогою жевріючої скіпки. Скіпка, вміщена в посудину із цим газом, яскраво спалахує (мал. 53).

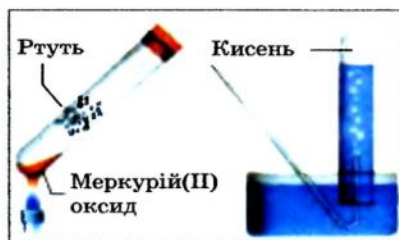
**Мал. 53.**  
Виявлення  
кисню:  
а — жевріюча  
скіпка  
на повітрі;  
б — спалахування скіпки  
в кисні



**Добування кисню в промисловості.** Невичерпним джерелом кисню є повітря. Щоб добути з нього кисень, слід відокремити цей газ від азоту та інших газів. На такій ідеї ґрунтується промисловий метод добування кисню. Його реалізують, використовуючи спеціальну, досить громіздку апаратуру. Спочатку повітря сильно охолоджують до перетворення його на рідину. Відтак температуру зрідженого повітря поступово підвищують. Першим із нього починає виділятися газ азот (температура кипіння рідкого азоту становить  $-196^{\circ}\text{C}$ ), а рідина збагачується на кисень (температура кипіння кисню  $-183^{\circ}\text{C}$ ).

**Добування кисню в лабораторії.** Лабораторні методи добування кисню ґрунтуються на хімічних реакціях.

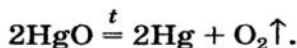
Дж. Прістлі добував цей газ зі сполуки, назва якої — меркурій(II) оксид. Учений використовував скляну лінзу, за допомогою якої фокусував сонячне світло на речовині.



**Мал. 54.**  
Добування  
кисню  
нагріванням  
меркурій(II)  
оксиду

У сучасному виконанні цей дослід зображено на малюнку 54. Під час нагрівання меркурій(II) оксид (порошок жовтого кольору) перетворюється на ртуть і кисень. Ртуть виділяється в газоподібному стані і конденсується на стінках пробірки у вигляді сріблястих крапель. Кисень накопичується над водою у другій пробірці.

Відповідне хімічне рівняння:



Нині метод Прістлі не використовують через токсичність парів ртуті. Кисень добувають за допомогою інших реакцій, подібних до розглянутої. Вони, як правило, відбуваються при нагріванні.

**Реакції, під час яких із однієї речовини утворюються кілька інших, називають реакціями розкладу.**

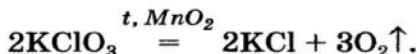
Для добування кисню в лабораторії найчастіше використовують такі оксигеновмісні сполуки:



• калій перманганат  $\text{KMnO}_4$  (побутова назва — марганцівка; речовина є поширеним дезінфікуючим засобом)



• калій хлорат  $\text{KClO}_3$  (тривіальна назва — бертолетова сіль, на честь французького хіміка кінця XVIII — початку XIX ст. К. Л. Бертолле)



Невелику кількість каталізатора — манган(IV) оксиду  $\text{MnO}_2$  — додавають до калій хлорату для того, щоб розклад сполуки відбувався з виділенням кисню<sup>1</sup>.

## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 8

### Добування кисню розкладом гідроген пероксиду $\text{H}_2\text{O}_2$

Налийте у пробірку 2 мл розчину гідроген пероксиду (інша назва цієї речовини — перекис водню). Запаліть довгу дерев'яну скіпку і загасіть її (як ви це робите із сірником), щоб вона ледве жевріла. Насипте у пробірку з розчином гідроген пероксиду трохи каталізатора — чорного порошку манган(IV) оксиду. Спостерігайте бурхливе виділення газу. За допомогою жевріючої скіпки переконайтесь у тому, що цей газ — кисень.

Складіть рівняння реакції розкладу гідроген пероксиду, якщо другим продуктом реакції є вода.

У лабораторії кисень можна також добути розкладом натрій нітрату  $\text{NaNO}_3$  або калій нітрату  $\text{KNO}_3$ <sup>2</sup>. Сполуки під час нагрівання спочатку плавляться, а потім розкладаються:



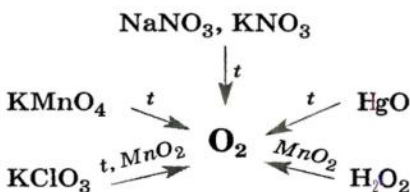
<sup>1</sup> Під час нагрівання сполуки без каталізатора відбувається інша реакція:  
 $4\text{KClO}_3 \xrightarrow{t} \text{KCl} + 3\text{KClO}_4.$

<sup>2</sup> Ці речовини використовують як добрива. Їх спільна назва — *селітри*.

► Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння.

Відомості про те, як добувають кисень у лабораторії, узагальнює схема 7.

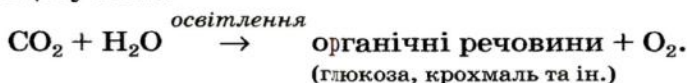
**Схема 7.**  
Лабораторні  
методи  
добування  
кисню



Кисень разом із воднем є продуктами розкладу води під дією електричного струму:



У природі кисень утворюється внаслідок фотосинтезу в зеленому листі. Спрощена схема цього процесу така:



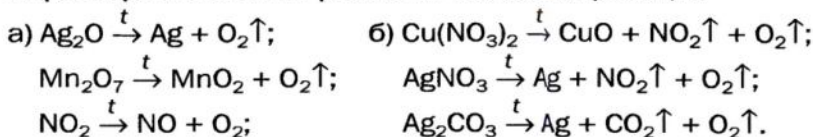
## ВИСНОВКИ

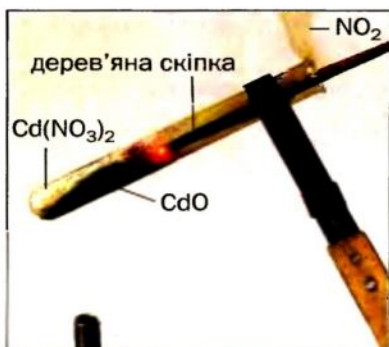
Кисень було відкрито наприкінці XVIII ст. кількома вченими.

Кисень добувають у промисловості з повітря, а в лабораторії — за допомогою реакцій розкладу деяких оксигеновмісних сполук. Під час реакції розкладу з однієї речовини утворюється щонайменше дві.



129. Як добувають кисень у промисловості? Чому для цього не використовують калій перманганат або гідроген пероксид?
130. Які реакції називають реакціями розкладу?
131. Перетворіть на хімічні рівняння такі схеми реакцій:





**Мал. 55.**

Розкладання речовини  
під час нагрівання

132. Що таке каталізатор? Як він може впливати на перебіг хімічних реакцій? (Для відповіді використайте також матеріал § 15.)

133. На малюнку 55 відображено момент розкладу білої твердої речовини, яка має формулу  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ . Уважно розгляньте малюнок і опишіть, що відбувається під час реакції. Чому спалахує жевріюча скіпка? Складіть відповідне хімічне рівняння.

134. Масова частка Оксигену в залишку після нагрівання калій нітрату  $\text{KNO}_3$  становила 40 %. Чи повністю розклалися ця сполука?

## 18 Хімічні властивості кисню. Оксиди

У цьому параграфі йдеться:

- про реакції кисню з простими і складними речовинами;
- про реакції сполучення;
- про сполуки, які називають оксидами.

Хімічні властивості кожної речовини виявляються в хімічних реакціях за її участю.

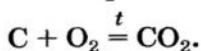
Кисень — один із найактивніших неметалів. Але за звичайних умов він реагує з небагатьма речовинами. Його реакційна здатність істотно зростає з підвищенням температури.

**Реакції кисню з простими речовинами.** Кисень реагує, як правило при нагріванні, з більшістю неметалів і майже з усіма металами.

**Реакція з вугіллям (вуглецем).** Відомо, що вугілля, нагріте на повітрі до високої температури, загоряється. Це свідчить про перебіг хімічної реакції речовини з киснем. Теплоту, яка виділяється при цьому, використовують, наприклад, для обігріву будинків у сільській місцевості.



Основним продуктом згоряння вугілля є вуглекислий газ. Його хімічна формула —  $\text{CO}_2$ . Вугілля — суміш багатьох речовин. Масова частка Карбону в ньому перевищує 80 %. Вважаючи, що вугілля складається лише з атомів Карбону, напишемо відповідне хімічне рівняння:

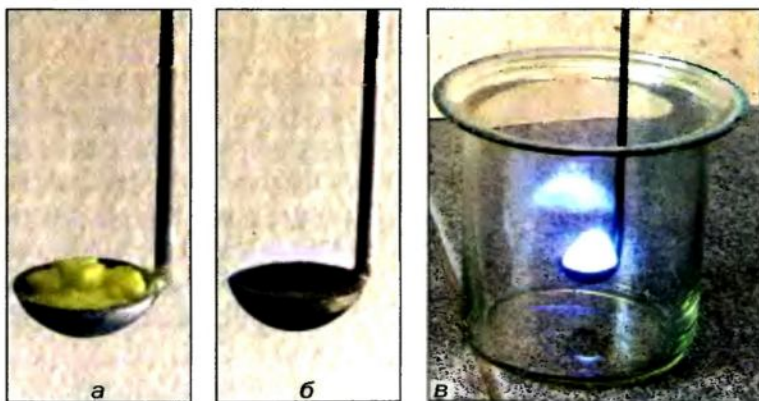


Карбон утворює прості речовини — графіт і алмаз. Вони мають загальну назву *вуглець* і взаємодіють із киснем при нагріванні згідно з наведеним хімічним рівнянням<sup>1</sup>.

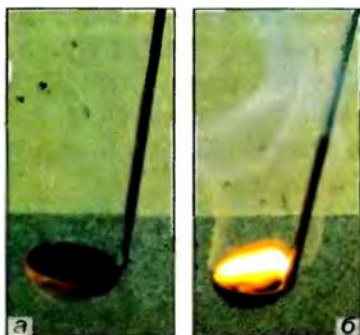
**Реакції, під час яких із кількох речовин утворюється одна, називають реакціями сполучення.**

**Реакція із сіркою.** Це хімічне перетворення здійснює кожний, коли запалює сірник; сірка входить до складу його головки. У хімічній лабораторії реакцію сірки з киснем проводять у витяжній шафі. Невелику кількість сірки (світло-жовтий порошок або кристали) нагрівають у залізній ложці. Речовина спочатку плавиться, а потім горить ледь помітним синім полум'ям внаслідок взаємодії з киснем повітря (мал. 56, б). З'являється різкий запах продукту реакції — сірчистого

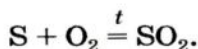
**Мал. 56.**  
Сірка (а)  
та її горіння  
на повітрі (б)  
й у кисні (в)



<sup>1</sup> У разі недостатньої кількості кисню утворюється інша сполука Карбону з Оксигеном — чадний газ  $\text{CO}$ :  $2\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} 2\text{CO}$ .

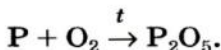


газу (цей запах ми відчуваємо в момент загоряння сірника). Хімічна формула сірчастого газу —  $\text{SO}_2$ , а рівняння реакції —



Якщо ложку із сіркою, що горить, помістити в посудину з киснем, то сірка горітиме яскравішим полум'ям, ніж на повітрі (мал. 56, в). Це можна пояснити тим, що молекул  $\text{O}_2$  в чистому кисні більше, ніж у повітрі.

**Реакція із фосфором.** Фосфор, як і сірка, горить у кисні інтенсивніше, ніж на повітрі (мал. 57). Продуктом реакції є біла тверда речовина — фосфор(V) оксид (її дрібні часточки утворюють дим):



► Перетворіть схему реакції на хімічне рівняння.



**Мал. 57.** Червоний фосфор (а) та його горіння на повітрі (б) й у кисні (в)

**Реакція з магнієм.** Раніше цю реакцію використовували фотографи для створення потужного освітлення («магнієвий спалах») під час фотозйомки. У хімічній лабораторії відповідний дослід проводять так. Металевим пінцетом беруть магнієву стрічку і підпалюють її на повітрі. Магній згоряє сліпучо-білим полум'ям (мал. 58, б); *дивитися на нього не можна!* Внаслідок реакції утворюється біла тверда речовина. Це сполука Магнію з Оксигеном; її назва — магній оксид.

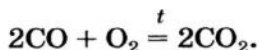
► Складіть рівняння реакції магнію з киснем.



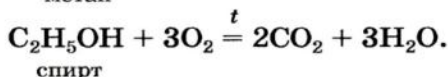
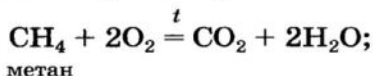
**Мал. 58.** Магній (а) та його горіння на повітрі (б)

**Реакції кисню зі складними речовинами.** Кисень може взаємодіяти із

деякими сполуками елементів з Оксигеном. Наприклад, чадний газ CO горить на повітрі з утворенням вуглекислого газу:



Чимало реакцій кисню зі складними речовинами людина здійснює в повсякденному житті, спалюючи природний газ (метан), спирт, деревину, папір, гас тощо. Під час їх горіння утворюються вуглекислий газ і водяна пара:



**Оксиди.** Продуктами всіх реакцій, розглянутих у параграфі, є бінарні сполуки елементів з Оксигеном.

**Сполука, утворена двома елементами, одним із яких є Оксиген, називається оксидом.**

Загальна формула оксидів —  $E_n\text{O}_m$ .

Кожний оксид має хімічну назву, а деякі — ще й традиційні, або тривіальні<sup>1</sup>, назви (табл. 4). Хімічна назва оксиду складається із двох слів. Першим словом є назва відповідного елемента, а другим — слово «оксид». Якщо елемент має змінну валентність, то він може утворювати кілька оксидів. Їхні назви мають відрізнятися. Для цього після назви елемента вказують (без відступу) римською цифрою в дужках значення його валентності в оксиді. Приклад такої назви сполуки: купрум(II) оксид (читається «купрум-два-оксид»).

Таблиця 4

Формули і назви деяких оксидів

Формула	Назва	
	традиційна (тривіальна)	хімічна
CaO	Негашене вапно	Кальцій оксид
CO <sub>2</sub>	Вуглекислий газ	Карбон(IV) оксид
CO	Чадний газ	Карбон(II) оксид

<sup>1</sup> Термін походить від латинського слова *trivialis* — звичайний.



**Кисень — хімічно активна речовина. Він взаємодіє з більшістю простих речовин, а також зі складними речовинами. Продуктами таких реакцій є сполучки елементів з Оксигеном — оксиди.**

**Реакції, внаслідок яких із кількох речовин утворюється одна, називають реакціями сполучення.**



135. Чим відрізняються реакції сполучення і розкладу?
136. Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:
 

а)  $\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{O}$ ;  
 $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$ ;

б)  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ ;  
 $\text{CrO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3$ .
137. Виберіть серед наведених формул ті, що відповідають оксидам:  $\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{I}_2\text{O}_5$ ,  $\text{FeO}$ .
138. Дайте хімічні назви оксидам із такими формулами:  $\text{NO}$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CrO}_3$ . Зважте на те, що елементи, які утворюють ці оксиди, мають змінну валентність.
139. Запишіть формули: а) плюмбум(IV) оксиду; б) хром(III) оксиду; в) хлор(I) оксиду; г) нітроген(IV) оксиду; г) осмій(VIII) оксиду.
140. Допишіть формули простих речовин у схемах реакцій і складіть хімічні рівняння:
 

а)  $\dots + \dots \rightarrow \text{CaO}$ ;  
 $\dots + \dots \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3$ ;

б)  $\text{NO} + \dots \rightarrow \text{NO}_2$ ;  
 $\text{Mn}_2\text{O}_3 + \dots \rightarrow \text{MnO}_2$ .
141. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі «ланцюжки» перетворень, тобто із першої речовини добути другу, із другої — третю:
 

а)  $\text{C} \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ ;  
 б)  $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$ ;  
 в)  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow \text{CuO}$ .
142. Складіть рівняння реакцій, що відбуваються під час горіння на повітрі ацетону  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$  та ефіру  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ . Продуктами кожної реакції є вуглекислий газ і вода.
143. Масова частка Оксигену в оксиді  $\text{EO}_2$  становить 26 %. Визначте елемент E.
144. Дві колби заповнені киснем. Після їх герметизації в одній колбі спалили надлишок магнію, а в іншій — надлишок сірки. У якій колбі утворився вакуум? Відповідь поясніть.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

### Добування кисню і вивчення його властивостей

Перед виконанням роботи уважно прочитайте правила роботи і техніки безпеки в хімічному кабінеті (с. 14—15, 22). Пригадайте, як слід поводитися зі спиртівкою, сухим пальним, як нагрівати речовини в пробірках. У разі потреби прочитайте відповідний текст на с. 18—19, 21 підручника.

**Працюючи з вогнем, будьте обережними.**

#### ДОСЛІД 1

#### Добування кисню нагріванням калій перманганату



**Мал. 59.**

Прилад для добування газу



**Мал. 60.** Перевірка приладу  
на герметичність

**Складання приладу.** Прилад для добування газу складається із пробірки та гумової пробки з отвором, у який вставлена зігнута скляна трубка (її називають газовідвідною). Зберіть його (мал. 59). Для цього щільно закрийте пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, ніби вкручуючи її. Не докладайте надмірних зусиль, щоб не тріснуло скло.

**Перевірте прилад на герметичність.** У невисоку посудину налейте води до половини її об'єму. Кінець газовідвідної трубки занурте у воду і зігрійте пробірку рукою (мал. 60). Якщо з'єднання пробірки, пробки і газовідвідної трубки герметичні, то за кілька секунд із трубки виходитимуть бульбашки повітря. (Поясніть цей ефект.) Якщо повітря з трубки не виділяється, то слід роз'єднати частини приладу, а потім знову з'єднати. Можна замінити пробірку або пробку з газовідвідною трубкою на інші — більшого або меншого розміру.

Насипте в пробірку кристалічний порошок калій перманганату шаром у



**Мал. 61.**

**Добування кисню**

1,5—2 см. Помістіть у неї, ближче до отвору, жмуток вати, щоб тверда речовина під час досліду залишалась у пробірці. Закрийте пробірку пробкою з газовідвідною трубкою і закріпіть її у штативі за допомогою лапки. Поставте біля приладу невелику хімічну склянку й опустіть вільний кінець газовідвідної трубки майже до її дна (мал. 61).

**Здійснення реакції.** Почніть нагрівати пробірку з калій перманганатом. Спочатку рівномірно нагрійте всю пробірку, а потім — ту її частину, де міститься речовина. Періодич-

но перевіряйте повноту заповнення склянки киснем за допомогою жевріючої скіпки. Коли посудина заповниться киснем, накрийте її скляною або керамічною пластинкою.

## ДОСЛІД 2

### Реакція між киснем і вуглецем

Візьміть пінцетом шматочок деревного вугілля і розжарте його в полум'ї. Потім швидко внесіть вуглинку в склянку з киснем. Що спостерігаєте?

Свої дії, спостереження, висновки, а також рівняння реакцій розкладу калій перманганату і взаємодії кисню з вуглецем запишіть у таблицю:

№ досліду	Послідовність дій	Спостереження	Висновок
Рівняння реакцій:			

?

145. На малюнку 62 зображено способи збирання кисню. Завдяки яким властивостям кисню можна здійснити кожний спосіб?



**Мал. 62.**

**Збирання кисню:**

*а* — витісненням повітря;  
*б* — витісненням води



146. Поясніть, чому розжарена вуглинка неоднаково поводить ся на повітрі та в кисні.

## 19

### Горіння. Окиснення

У цьому параграфі йдеться:

- про горіння й окиснення;
- про умови виникнення і припинення горіння.

**Горіння.** Розглянуті в попередньому параграфі реакції за участю кисню супроводжуються однаковими зовнішніми ефектами.

**Хімічну реакцію, під час якої виділяється теплота і з'являється полум'я, називають *горінням*.**

Полум'я виникає внаслідок світіння розжарених часточок речовин, які згоряють або утворюються під час реакції.

Для того щоб горюча речовина загорілася, необхідні такі умови:

- наявність кисню (повітря);
- нагрівання речовини до температури самозаймання (для бензину вона становить 220 °С,

**Цікаво знати**

Кисень підтримує горіння речовин, але сам не горить.

сухої деревини — 250—300 °С, паперу — 440 °С, вугілля — понад 600 °С).

Якщо не виконується хоча б одна із цих умов, то горіння не відбувається. Це беруть до уваги під час роботи з вогнебезпечними речовинами, а також при гасінні пожеж.

Загасити полум'я можна, заливши речовину або предмет водою, засипавши піском або землею, накривши ковдрою чи спрямувавши на неї струмінь вуглекислого газу (він не підтримує горіння і важчий за повітря) (мал. 63).



**Мал. 63.**

Гасіння полум'я:

а — водою;

б — піском;

в — вуглекислим газом

У лабораторіях, на підприємствах із цією метою використовують вогнегасники (мал. 64).



**Мал. 64.**

Вогнегасник (а) і його використання (б)

► Які умови, необхідні для горіння, будуть усунені в кожному способі гасіння вогню?

**Окиснення.** Взаємодія речовин із киснем не завжди супроводжується їх горінням. Більшість та-

ких реакцій відбуваються повільно, іноді — непомітно. Речовина, взаємодіючи з киснем, зазнає окиснення, тобто змінюється за участі кисню.

## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 9

### Реакція кисню з міддю

Нагрійте на повітрі за допомогою спиртівки мідну дротинку (або пластинку) з очищеною до блиску поверхнею. Спостерігайте зміну темно-червоного («мідного») кольору металу на темно-сірий або чорний внаслідок утворення на металі плівки продукту реакції міді з киснем. Це сполука Купруму та Оксигену; її назва — купрум(II) оксид.

Складіть формулу сполуки й напишіть відповідне хімічне рівняння.

На відміну від міді алюміній реагує з киснем навіть без нагрівання з утворенням на його поверхні дуже тонкої безбарвної плівки сполуки Алюмінію з Оксигеном — алюміній оксиду.

► Складіть відповідне хімічне рівняння.

Ця реакція швидко й непомітно відбувається під час виплавляння металу чи його механічної обробки, але одразу припиняється, оскільки плівка оксиду захищає поверхню алюмінію від подальшої дії кисню. Наявність оксидної плівки можна підтвердити експериментально. Якщо кінець алюмінієвої дротини нагріти до температури, що перевищує температуру плавлення металу ( $660^{\circ}\text{C}$ ), то алюміній, розплавившись, не потече, а зависне в «мішечку» із плівки оксиду (мал. 65).

Повільним окисненням речовин зумовлене ржавіння заліза, скисання молока, фруктових і ягідних соків, прогоркання масла, псування багатьох інших продуктів харчування.

Реакції речовин із киснем, які не супроводжуються горінням, використовують у кольоровій металургії, хімічній промисловості.

Кисень, потрапляючи через легені в організм тварини або людини, окиснює різні сполуки, у тому числі й ті, які постійно надходять із їжею.



**Мал. 65.**  
Сильно нагріта  
алюмінієва  
дротина



При взаємодії деяких речовин із киснем відбувається їх горіння — хімічне перетворення з виділенням теплоти і появою полум'я.

Умовами, необхідними для горіння, є наявність кисню і досягнення речовиною певної температури. Для того щоб загасити полум'я, потрібно усунути хоча б одну із цих умов.

Будь-яку реакцію речовини з киснем називають окисненням. Багато таких реакцій відбуваються повільно й не супроводжуються появою полум'я.



147. Яке явище називають горінням? Назвіть умови, необхідні для перебігу цього процесу.
148. Чи можна вважати, що в електролампочці відбувається горіння металевий (вольфрамовий) нитки? Чому?
149. У який спосіб можна загасити полум'я?
150. З поданого переліку властивостей речовини виберіть ті, які роблять її придатною для гасіння полум'я: а) рідкий стан за звичайних умов; б) негорючість; в) безпечність для довкілля.
151. Зіставте терміни «горіння» та «окиснення» і скажіть, який із них є більш загальним. Відповідь поясніть.
152. Розставте пропущені коефіцієнти в записах реакцій горіння:  
 а)  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 б)  $4\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
153. У трьох посудинах без етикеток містяться повітря, кисень і вуглекислий газ. Як можна визначити вміст кожної посудини?

### ЕКСПЕРИМЕНТУЄМО ВДОМА

#### Гасіння полум'я

На дно склянки насипте чайну ложку питної соди і додайте 2—3 столові ложки оцту. Одразу почнеться реакція з бурхливим виділенням вуглекислого газу. Після того як вона закінчиться (через 2—3 хв.), запаліть закріплений на дротині сірник і повільно опускайте у склянку. Що спостерігаєте?

У цьому параграфі йдеться:

- про кругообіг Оксигену в природі;
- про використання кисню;
- про біологічну роль кисню.

Кожної миті на Землі відбувається безліч фізичних і хімічних перетворень. Ці зміни в природі є циклічними, тобто такими, що періодично повторюються.

Частина змін, що відбуваються з речовинами на планеті, зумовлена хімічними реакціями.

**Сукупність процесів у природі, під час яких атоми або йони елемента внаслідок реакцій переходять від одних речовин до інших, називають *кругообігом елемента*.**

**Кругообіг Оксигену.** Якщо головною речовиною в кругообігу Оксигену обрати кисень, то можна виділити такі ланки кругообігу (схема 8):

- витрачання, або зв'язування, кисню (процеси дихання, згоряння палива і пального, окиснення різних речовин у природі, в технологічних процесах);
- взаємоперетворення оксигеновмісних сполук;
- утворення кисню (процес фотосинтезу, розклад води у верхніх шарах атмосфери).



**Схема 8.**  
Кругообіг  
Оксигену  
(основні  
ланки)

Незмінність вмісту кисню в атмосфері свідчить про те, що процеси зв'язування й виділення кисню компенсують один одного.

Оксиген сприяє кругообігу інших елементів, оскільки утворює з ними численні сполуки.

**Застосування кисню.** Кисень використовують у різних галузях, причому у великих кількостях (схема 9). У металургії він прискорює процес виплавляння сталі і покращує її якість. Цей газ необхідний у виробництві багатьох хімічних сполук, використовується у спеціальних пристроях для різання і зварювання металів (воднево-кисневий, ацетиленово-кисневий пальники). Балони, наповнені киснем (мал. 66) або його сумішшю з інертним газом гелієм, використовують космонавти, військові льотчики, пожежники, водолази. Кисневі подушки застосовують при деяких захво-

**Схема 9.**  
Використання  
кисню



**Мал. 66.**  
Балон  
із киснем

рюваннях для полегшення дихання. За допомогою зрідженого кисню створюють необхідні умови для згоряння пального в космічних ракетах.

Широке використання має й кисень, який входить до складу повітря. За його участі згоряє паливо на теплоелектростанціях, пальне у двигунах автомобілів, випалюють металічні руди на заводах кольорової металургії.

Під час спалювання палива та пального утворюється й потрапляє в повітря значна кількість чад-



**Цікаво знати**  
Отруєння  
чадним газом  
CO настає  
тому, що  
він реагує з  
гемоглобіном,  
і надходжен-  
ня кисню  
до організму  
припиняється.

ного (CO) і сірчистого (SO<sub>2</sub>) газів. Ці речовини негативно впливають на рослини, спричиняють виникнення і загострення хвороб у людей. Тому в кожній країні роботу промисловості, енергетики, транспорту організовують так, щоб зменшити кількість шкідливих викидів в атмосферу. Охорона повітря від техногенних забруднень є важливою державною справою.

**Біологічна роль кисню.** Кисень необхідний живим істотам для дихання. Потрапляючи через легені в організм, цей газ сполучається з гемоглобіном (компонент крові) і надходить до всіх органів і тканин. За участю кисню відбуваються різноманітні реакції. Деякі з них супроводжуються виділенням теплоти; завдяки цьому підтримується постійна температура тіла.

## ВИСНОВКИ

У природі атоми Оксигену внаслідок хімічних реакцій постійно переходять від одних речовин до інших; відбувається кругообіг цього елемента.

Кисень широко використовують у промисловості, техніці, медицині, а в складі повітря — в теплоенергетиці, автотранспорті, інших галузях.

Кисень необхідний живим організмам. Він споживається при диханні, бере участь у багатьох реакціях в організмі. Кисень також є продуктом фотосинтезу.



154. Як ви розумієте термін «кругообіг»?
155. Напишіть два-три рівняння реакцій, що ілюструють зв'язування кисню.
156. Які заходи має здійснювати людство для збереження балансу кисню в атмосфері?
157. Відомо, що замість певного об'єму кисню, який споживається при диханні, у повітря надходить такий самий об'єм вуглекислого газу. Визначте об'ємну частку кисню в повітрі, що видихає людина, якщо об'ємна частка вуглекислого газу в ньому становить 5 %.

У параграфі йдеться:

- про хімічний елемент Ферум і його поширеність у природі;
- про залізо і його властивості;
- про захист заліза від корозії;
- про застосування заліза.

**Ферум.** Це один із найважливіших металічних елементів. Його просту речовину — метал залізо — людина використовує вже кілька тисячоліть. Без заліза і його сплавів не можна уявити сучасного життя. Сполуки Феруму відіграють особливу роль у живій природі.

- Охарактеризуйте розміщення Феруму в періодичній системі, вкажіть відносну атомну масу елемента, порядковий номер, заряд ядра атома та кількість електронів в атомі.

Атом Феруму здатний втрачати 2 електрони й перетворюватися на йон  $\text{Fe}^{2+}$ . Можливою є втрата атомом ще й третього електрона. У такому разі утворюється йон  $\text{Fe}^{3+}$ . Йони  $\text{Fe}^{2+}$  містяться у сполуках Феруму(II), а  $\text{Fe}^{3+}$  — у сполуках Феруму(III).

- Складіть формули відповідних оксидів Феруму.

**Поширеність Феруму в природі.** За поширеністю в *земній корі* Ферум поділяє із Кальцієм 6—7-ме місце (у кожній тисячі атомів міститься по 18 атомів цих елементів).

Відомо багато природних сполук Феруму. Сполуки Феруму з Оксигеном — червоний, магнітний і бурий залізняка — є сировиною для добування заліза; це залізні руди. Понад 14 % їх запасів, розвіданих на планеті, знаходиться в Україні. Криворізьке родовище — одне із найбільших у світі.

**Цікаво знати**  
За твердженнями вчених, залізо разом із нікелем утворюють ядро нашої планети.

Крім сполук Феруму, в природі іноді трапляється метеоритне залізо.

Невелика кількість Феруму міститься в *природній воді* (у вигляді йонів  $\text{Fe}^{2+}$ ). При її кип'ятінні на стінках посудини утворюється накип, який має жовтуватий відтінок завдяки домішкам сполук Феруму.

У *живих істотах* Феруму дуже мало. Йони  $\text{Fe}^{2+}$  є у складі гемоглобіну крові. Ця сполука «переносить» кисень від легенів до живих тканин, а частину вуглекислого газу — від тканин до легенів. Завдяки Феруму гемоглобін, а отже й кров, мають червоний колір. Недостатня кількість цього елемента в організмі спричиняє анемію. Тому рекомендують частіше споживати багаті на Ферум гречку, яблука, буряк, зелені овочі.

**Цікаво знати**  
В організмі дорослої людини міститься 3—5 г Феруму.

**Залізо.** Ферум утворює просту речовину — залізо. Із цього металу виробляли знаряддя праці та зброю ще за кілька тисяч років до нашої ери. Тоді людина використовувала метеоритне залізо, а пізніше навчилася добувати метал із руди.

**Фізичні властивості заліза.** Залізо — сірувато-сріблястий пластичний метал, який плавиться за температури  $1539\text{ }^{\circ}\text{C}$ , притягується магнітом. Утворює багато сплавів з різними металами.

## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 10

### Вивчення фізичних властивостей заліза

Розгляньте видані вам залізні предмети — цвяхи, скріпки або кнопки. Опишіть зовнішній вигляд металу.

Помістіть залізний предмет у склянку з водою. Легше чи важче залізо за воду? Чи розчиняється цей метал у воді?

З'ясуйте, чи притягується залізо магнітом.

Затисніть залізний предмет у щипцях або пробіркодержачі і нагрівайте в полум'ї спиртівки (сухого пального). Чи вдається розплавити залізо за таких умов?

Запишіть результати експериментів.

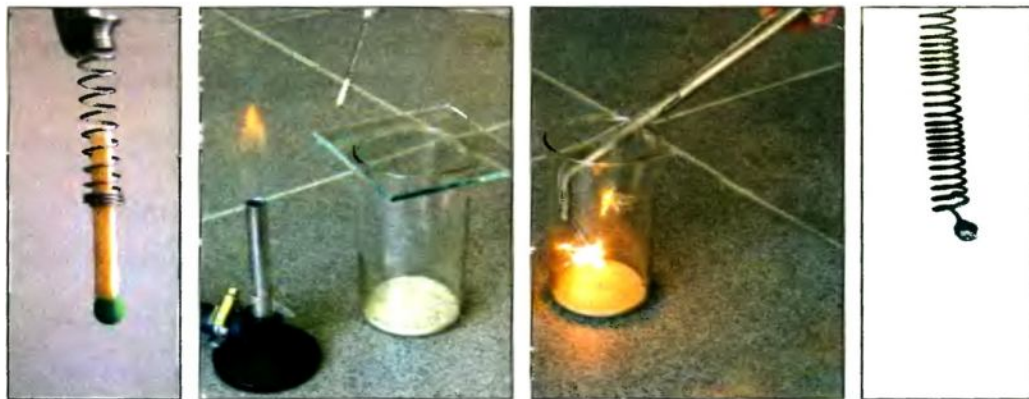
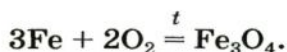
**Хімічні властивості.** Залізо виявляє в хімічних реакціях достатню активність, але змінює її залежно від розміру часточок і наявності домішок.



Так, у дуже подрібненому стані цей метал самозаймається на повітрі. Досить чисте залізо (наприклад, метеоритне) не ржавіє.

На відміну від кисню, який реагує майже з усіма простими речовинами, залізо взаємодіє лише з неметалами<sup>1</sup>.

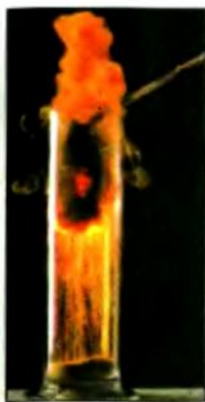
**Реакції з неметалами.** При сильному нагріванні на повітрі залізо розжарюється і повільно окиснюється, а в чистому кисні горить. Дуже ефектним є дослід зі спалювання леза або сталевий пружинки (мал. 67). На пружинці закріплюють сірник (напроти його головки) і затискують її у лабораторних щипцях. Сірник, опущений головою донизу, підпалюють. Коли полум'я досягне пружинки, її відразу переносять у склянку з киснем. Дно посудини заздалегідь засипають шаром піску, щоб на скло не потрапили краплі розплавленого металу. Пружинка згоряє в кисні, розкидаючи іскри на всі боки (це нагадує процес зварювання металу):



**Мал. 67.**  
Горіння  
сталевий  
пружинки  
в кисні

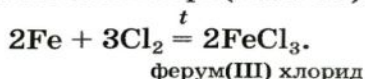
Формулу продукту реакції можна записати й так:  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ . Цей запис свідчить про те, що речовина є сполукою двох оксидів Феруму, а не їхньою сумішшю. Хімічна назва сполуки — ферум(II, III) оксид, а тривіальна — залізна окалина.

<sup>1</sup> Реакції між металами не відбуваються.

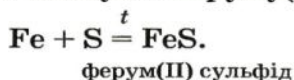


**Мал. 68.**  
Горіння заліза  
у хлорі

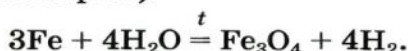
Залізо згоряє і в газі хлорі (мал. 68):



Якщо нагріти суміш порошоків заліза і сірки, то за певної температури починається реакція, яка триває з виділенням значної кількості теплоти. Продуктом реакції є сполука Феруму(II):



**Реакція з водою.** Залізо за високої температури може взаємодіяти з водою (розжарений метал реагує з водяною парою):



Раніше за цією реакцією в промисловості добували водень.

**Іржавіння (корозія) заліза.** З водою залізо реагує й за звичайних умов, але дуже повільно й за участю кисню. Результатом цього є поява на поверхні металу коричневого або жовто-бурого нальоту — іржі. Руйнування заліза під дією води і кисню називають *іржавінням*, або *корозією*.

Використавши для іржі формулу  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , запишемо рівняння реакції:



Щороку від корозії втрачається приблизно 1/5 всього виробленого металу (мал. 69, а). Для запобігання руйнуванню заліза його покривають фарбами, лаками, керамічними емаллями; змащують спеціальними мастилами; вкривають шаром іншого металу, стійкішого до корозії — нікелю, хрому, цинку (мал. 69, б).



**Мал. 69.**  
Корозія заліза:  
а — бочка,  
яку «з'їла» іржа;  
б — іржавий дріт,  
на якому закріплено  
оцинковану залізну  
сітку

Унеможливилює корозію заміна заліза нержавіючою сталлю — сплавом заліза із хромом і нікелем.

**Застосування заліза.** Мабуть, немає такої галузі виробництва або споживання, де б не використовували чавун і сталь — найважливіші сплави на основі заліза. Із чавуну відливають металеві вироби різного призначення, а зі сталі виготовляють арматуру, рейки, труби, інструменти, транспорт, зброю, військову техніку, промислове обладнання тощо (схема 10).

**Схема 10.**  
Використання заліза



## ВИСНОВКИ

Ферум — металічний елемент; його проста речовина — метал залізо.

Крім атомів Феруму, існують йони  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$ , які входять до складу сполук Феруму(II) і Феруму(III).

Ферум досить поширений у літосфері. Природні сполуки цього елемента з Оксигеном є залізними рудами.

Залізо — тугоплавкий метал, який притягується магнітом, вступає в реакції з активними неметалами, реагує з водою, зокрема за наявності кисню.



**Хімічне перетворення заліза за участю кисню і води називають іржавінням, або корозією.**

**Для запобігання корозії вироби із заліза покривають фарбами, лаками, мастилами або шаром іншого металу. Часто замість заліза використовують нержавіючу сталь — сплав заліза із хромом і нікелем.**

**Сплави на основі заліза, передусім чавун і сталь, широко використовують у промисловості, техніці, інших галузях.**



158. Підготуйте коротку доповідь на одну із таких тем: а) «Біологічна роль Феруму»; б) «Елемент Ферум на планеті Земля»; в) «Найважливіші сплави заліза».
159. Скільки електронів містять йони  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$ ?
160. Напишіть формули сполук Феруму із Флуором, які містять йони  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$ .
161. Обчисліть масові частки Феруму в сполуках: а)  $\text{FeO}$ ; б)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; в)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .
162. Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:
- $$\text{FeO} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3; \quad \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} \xrightarrow{t} \text{Fe}_3\text{O}_4.$$
163. Замініть назви речовин на хімічні формули і перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:
- а) ферум(II) оксид + кисень  $\xrightarrow{t}$  ферум(II, III) оксид;
- б) ферум(II, III) оксид + залізо  $\xrightarrow{t}$  ферум(II) оксид.
164. Яка маса заліза вступила в реакцію із 8 г сірки, якщо утворилося 22 г сполуки  $\text{FeS}$ ?
165. У сплаві заліза з манганом масова частка мангану становить 10 %, а домішок — 2 %. Яка маса заліза міститься в 20 г сплаву?
166. Під час нагрівання 11,2 г заліза із 6,4 г сірки утворилося 13,2 г ферум(II) сульфід. Який висновок можна зробити за результатами експерименту?
167. У нержавіючій сталі на кожні 10 атомів Феруму припадає 3 атоми Хрому і один атом Нікелю. Обчисліть масові частки металів у цій сталі.

ЕКСПЕРИМЕНТУЄМО ВДОМА

### Іржавіння заліза

Доведемо, що іржавіння заліза відбувається за одночасної участі води (водяної пари) і кисню, а також прискорюється в розчині кухонної солі.

Для досліду візьміть п'ять однакових чистих цвяхів завдовжки 2—3 см, ґніпок або скріпок і чотири аптечні пляшечки місткістю 100 мл із пробками.

У першу пляшечку налійте водопровідної води до половини об'єму, у другу — стільки ж щойно прокип'яченої й охолодженої води, у третю — такий самий об'єм розчину кухонної солі у водопровідній воді, а в четверту — води шаром у 2—3 мм.

У рідину в перших трьох пляшечках занурте по одному залізному предмету, а в четвертій підвісьте предмет на нитці, щоб він не торкався води. Усі пляшечки закрийте пробками. П'ятий предмет покладіть біля пляшечок на чистий аркуш паперу.

Двічі щодня розглядайте залізні предмети. Який із них починає іржавіти першим, а який — останнім? Чи на всіх предметах з'являється іржа?

Поясніть результати експерименту і зробіть висновки. Зважте на те, що під час кип'ятіння з води виділяється розчинене повітря, а над водою завжди існує водяна пара.

для допитливих

### Про чавун і сталь



**Мал. 70.**  
Розлив сталі

І чавун, і сталь можна спрощено вважати залізом, яке має домішки. Обидві речовини відрізняються насамперед зовнішнім виглядом (порівняйте чавунну сковорідку зі сталевую). Чавун — сіруватий, зі слабким металічним блиском, а сталь — світла й блискуча.

Домішок у чавуні більше, ніж у звичайній сталі. Вони надають чавуну твердості, крихкості. А сталь некрихка й піддається механічній обробці.

Чавун добувають із залізної руди за допомогою хімічних реакцій, а сталь — переплаваю чавуну за певних умов (мал. 70). Галузь промисловості з виробництва чавуну і сталі називають чорною металургією. За обсягами її продукції Україна посідає одне з провідних місць у світі.

# Післямова

Ось і завершився навчальний рік. Сподіваємось, вам було цікаво вивчати новий предмет — хімію.

Ознайомлення із цією наукою розширило ваші уявлення про природу. Ви дізналися, що речовини зазнають перетворень, які називали хімічними реакціями. Усі речовини утворені хімічними елементами — певними видами атомів. Нині відомо 115 елементів.

Протягом навчального року ви здійснили чимало дослідів із речовинами у шкільному хімічному кабінеті, а можливо, і вдома, спостерігали за перебігом хімічних реакцій, навчилися розв'язувати найпростіші задачі з хімії, записувати хімічні формули і рівняння.

Уроків хімії у 8-му класі буде вдвічі більше. Це сприятиме опануванню нових знань, формуванню нових умінь і навичок.

Бажаємо вам, тепер уже восьмикласникам, успіхів у вивченні хімії, незабутніх вражень і задоволення від проведених хімічних дослідів.



# Відповіді до задач і вправ

## 1 розділ

### Початкові хімічні поняття

30. Чистих речовин — 4, однорідних сумішей — 2, неоднорідних — 4.
32. Кава — розчинна або мелена.
33. Можна. Потрібно випарити з розчину воду, але не повністю.
47. 3; 9.
55.  $m_a(\text{Be}) = 1,5 \cdot 10^{-23}$  г.
72. а) сукупність двох йонів  $\text{Na}^+$  і одного йона  $\text{CO}_3^{2-}$ ;  
в) сукупність двох атомів Бору і трьох атомів Оксигену.
90.  $\text{MgF}_2$ .
97.  $m(\text{сполуки}) = 200$  г.
98.  $m(\text{H}) = 0,96$  г.

## 2 розділ

### Елементи Оксиген і Ферум.

### Прості речовини кисень і залізо

126. г)  $w(\text{O}) = 53,3 \%$ .
127.  $m(\text{O}_2) = 2,99$  г.
134. Ні.
143. Е — Цирконій.
144. У першій посудині.
158.  $\varphi(\text{O}_2) = 16 \%$ .
165.  $m(\text{Fe}) = 17,6$  г.
167.  $w(\text{Fe}) = 72,3 \%$ ;  $w(\text{Cr}) = 20,1 \%$ ;  $w(\text{Ni}) = 7,6 \%$ .

# Словничок термінів

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

*Атомна одиниця маси* (скорочено — *а. о. м.*) — одиниця вимірювання маси найдрібніших частинок речовини, яка становить  $\frac{1}{12}$  маси атома Карбону.

*Бінарна сполука* — речовина, утворена двома елементами.

*Валентність* — здатність атома сполучатися з певною кількістю таких самих або інших атомів.

*Відносна атомна маса елемента* — відношення маси атома елемента до атомної одиниці маси ( $\frac{1}{12}$  маси атома Карбону).

*Відносна молекулярна маса* — відношення маси молекули до атомної одиниці маси ( $\frac{1}{12}$  маси атома Карбону).

*Відносна формульна маса* — відносна маса формульної одиниці речовини.

*Властивості речовини* — ознаки, за якими речовина відрізняється від іншої або подібна до неї.

*Горіння* — хімічна реакція, під час якої виділяється теплота і з'являється полум'я.

*Графічна формула* — формула, в якій за допомогою рисок показано порядок сполучення атомів у молекулі.

*Група* — стовпчик у періодичній системі.

*Електрон* — негативно заряджена частинка, складова атома.

*Іржавіння* — хімічна реакція заліза з киснем і водою.

*Йон* — заряджена частинка, утворена внаслідок втрати атомом або приєднання до нього одного чи кількох електронів.

*Каталізатор* — речовина, яка прискорює хімічну реакцію.

*Компонент* — речовина, складова суміші.

*Кристал* — природне фізичне тіло, що має плоскі грані (поверхні) та прямі ребра (стики граней).

*Кругообіг елемента* — сукупність процесів у природі, під час яких атоми або йони елемента в результаті хімічних реакцій переходять від одних речовин до інших.

*Масова частка елемента у сполуці* — відношення маси елемента до відповідної маси сполуки.

*Матеріал* — речовина, яку використовують для виготовлення різних предметів, обладнання, будівельних конструкцій, художніх виробів тощо.

*Молекула* — електронейтральна частинка, яка складається із двох або більшої кількості сполучених атомів.

*Неоднорідна суміш* — суміш, у якій речовини можна виявити спостереженням.

*Однорідна суміш* — суміш, у якій речовини не можна виявити спостереженням.

*Окиснення* — хімічна реакція речовини з киснем.

*Оксид* — сполука, утворена двома елементами, одним із яких є Оксиген.

*Органічні речовини* — сполуки Карбону (за деякими винятками).

*Перегонка, або дистиляція*, — метод розділення рідких сумішей за допомогою нагрівання до температур кипіння речовин у спеціальному приладі.

*Період* — рядок у періодичній системі.

*Періодична система хімічних елементів* — таблиця, в якій елементи розміщені за зростанням заряду ядер атомів.

*Порядковий номер хімічного елемента* — номер клітинки періодичної системи, де розміщений елемент.

*Проста речовина* — речовина, утворена одним хімічним елементом.

*Реагент* — речовина, яка вступає в хімічну реакцію.

*Реакція розкладу* — реакція, в результаті якої з однієї речовини утворюється кілька інших речовин.

*Реакція сполучення* — реакція, в результаті якої з кількох речовин утворюється одна речовина.



*Речовина* — те, з чого складається фізичне тіло (предмет).

*Складна речовина, або хімічна сполука*, — речовина, утворена кількома хімічними елементами.

*Схема хімічної реакції* — запис реакції за допомогою хімічних формул реагентів і продуктів.

*Фізичне явище* — явище, під час якого речовина не перетворюється на іншу.

*Фізичні властивості речовини* — властивості, які можна визначити спостереженням або вимірюванням, без перетворення речовини на іншу.

*Формульна одиниця* — найменший повторюваний фрагмент будови речовини, її найдрібніша «цеглинка».

*Фотосинтез* — процес перетворення вуглекислого газу і води в листях рослин на органічні речовини і кисень під дією сонячного світла.

*Хімічна формула* — позначення атома, молекули, йона або речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів.

*Хімічне рівняння* — запис хімічної реакції за допомогою формул реагентів і продуктів, який відповідає закону збереження маси речовин.

*Хімічне явище, або хімічна реакція*, — явище, під час якого речовина (кілька речовин) перетворюється на іншу (інші).

*Хімічний елемент* — вид атомів із певним зарядом ядра.

*Хімічні властивості речовини* — властивості, які виявляються в її здатності вступати в певні реакції.

*Хімія* — наука про речовини та їх перетворення.

*Ядро атома* — позитивно заряджена складова атома, розміщена в його центрі.

# Предметний покажчик

## А

Агрегатні стани 29  
Атом 42  
Атомна одиниця маси 51

## Б

Бінарна сполука 68

## В

Валентність 66  
Відносна атомна маса 51  
Відносна маса йона 72  
Відносна молекулярна маса 71  
Відносна формульна маса 72  
Властивості речовини 30  
    фізичні 31  
    хімічні 94

## Г

Горіння 113  
Група (періодичної системи) 45

## Д

Дистиляція *див.* Перегонка

## Е

Екологія 7  
Електрон 42

## З

Закон збереження маси речовин  
    під час хімічної реакції 86—87

Залізо 121

    застосування 124  
    фізичні властивості 121  
    хімічні властивості 121

## І

Індекс 61  
Іржавіння 123

## Й

Йон 42

## К

Каталізатор 95, 104  
Кисень 99  
    біологічна роль 119  
    відкриття 102  
    виявлення 102  
    добування 103  
    застосування 118  
    фізичні властивості 101  
    хімічні властивості 106

Коефіцієнт 63  
Компонент 35  
Корозія *див.* Іржавіння  
Кристал 30  
Кругообіг елемента 117

## М

Масова частка елемента  
    у сполуці 75  
Матеріал 29  
Метали 54

Металічні елементи 54

Молекула 56

## Н

Неметали 55

Неметалічні елементи 54

## О

Озон 99, 100

Окиснення 115

Оксиген 98

    кругообіг 117

    поширеність 47, 99

Оксид 109

## П

Перегонка 38

Період 37

Періодична система

    хімічних елементів 45

Повітря 99—100

Порядковий номер

    хімічного елемента 45

Поширеність хімічних

    елементів 45

## Р

Реакція

    розкладу 103

    сполучення 107

Речовина 28

    аморфна 30

    кристалічна 30

    неорганічна 58

    органічна 58

    проста 54

    складна 54, 57

Розчин 36

## С

Склад речовини (частинки)

    кількісний 64

    якісний 64

Сталь 124, 126

Суміш

    неоднорідна 36

    однорідна 35

Схема хімічної реакції 85

## Ф

Ферум 120

    біологічна роль 121

    поширеність 120

Фізичне тіло 28

Формула

    графічна 67

    хімічна 61

Формульна одиниця 63

Фотосинтез 6, 105

## Х

Хімічна реакція 79

Хімічна сполука 54, 57

Хімічне рівняння 89

Хімічний елемент 43

Хімія 5

## Ч

Чавун 124, 126

## Я

Явище

    фізичне 78

    хімічне *див.* Хімічна реакція

Ядро атома 42



# Зміст

Дорогі семикласники! .....	3
----------------------------	---

## Вступ

§ 1. Що таке хімія .....	5
§ 2. Як виникла і розвивалася наука хімія .....	10
§ 3. Правила роботи і техніки безпеки в хімічному кабінеті. Лабораторний посуд, обладнання та їх використання .....	13
Практична робота № 1. Будова полум'я. Найпростіші операції в хімічному експерименті .....	24

## 1 розділ

### Початкові хімічні поняття

§ 4. Речовини та їхні властивості .....	27
<i>Експериментуємо вдома. Властивості деяких продуктів харчування .....</i>	34
§ 5. Чисті речовини і суміші .....	34
<i>Експериментуємо вдома. Відстоювання. Розділення суміші трьох твердих речовин .....</i>	41
§ 6. Атоми. Йони. Хімічні елементи .....	41
<i>Для допитливих. Хімічні елементи в живій природі .....</i>	49
§ 7. Маса атома. Відносна атомна маса .....	50
§ 8. Прості і складні речовини. Типи простих речовин: метали і неметали .....	53
§ 9. Хімічні формули .....	61
§ 10. Валентність хімічних елементів .....	66
<i>На дозвіллі. «Виготовляємо» молекули .....</i>	71

§ 11. Відносна молекулярна і відносна формульна маси.....	71
§ 12. Масова частка елемента у складній речовині .....	74
§ 13. Фізичні та хімічні явища (хімічні реакції) .....	78
<i>Експериментуємо вдома. Зовнішні ефекти під час хімічних реакцій .....</i>	83
Практична робота № 2. Дослідження фізичних і хімічних явищ .....	83
§ 14. Схема хімічної реакції. Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції. Хімічне рівняння .....	85
§ 15. Як досліджують речовини і хімічні реакції .....	92
<i>Експериментуємо вдома. Дослідження речовини. Вивчення хімічної реакції .....</i>	97

## 2 розділ

### Елементи Оксиген і Ферум.

### Прості речовини кисень і залізо

§ 16. Оксиген. Кисень.....	98
§ 17. Добування кисню .....	102
§ 18. Хімічні властивості кисню. Оксиди.....	106
Практична робота № 3. Добування кисню і вивчення його властивостей .....	111
§ 19. Горіння. Окиснення .....	113
<i>Експериментуємо вдома. Гасіння полум'я .....</i>	116
§ 20. Кругообіг Оксигену в природі. Використання кисню .....	117
§ 21. Ферум. Залізо .....	120
<i>Експериментуємо вдома. Іржавіння заліза .....</i>	125
<i>Для допитливих. Про чавун і сталь .....</i>	126
Післямова .....	127
Відповіді до задач і вправ .....	128
Словничок хімічних термінів .....	129
Предметний покажчик.....	132

**Попель П. П., Крикля Л. С.**

**Хімія: Підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. — ВЦ «Академія», 2007. — 136 с.: іл.**

**ISBN 978-966-580-237-2**

Підручник підготовлено за програмою з хімії для 7—11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. У ньому розглянуто матеріал із розділів «Початкові хімічні поняття» та «Елементи Оксиген і Ферум. Прості речовини кисень і залізо». Містять практичні роботи, лабораторні досліди, запитання, вправи, завдання для домашнього експерименту, додатковий матеріал для допитливих, а також словничок хімічних термінів і предметний покажчик.

**ББК 24. 1я**

Навчальне видання

ПОПЕЛЬ Павло Петрович

КРИКЛЯ Людмила Сергіївна

## **ХІМІЯ**

Підручник для 7 класу

загальноосвітніх навчальних закладів

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Редактор А. А. Даниленко

Технічний редактор Т. І. Семченко

Коректор В. П. Мусійченко

Художнє оформлення В. М. Штогриня

Комп'ютерна верстка В. П. Богуславця

Підписано до друку

з оригінал-макета 26.06.2007.

Формат 60×90/16. Папір офс. № 1.

Гарнітура Шкільна. Друк офсетний.

Ум.-друк. арк. 8,5. Ум. фарбовідб. 35,5.

Обл.-вид. арк. 6,1. Зам. 7 602.

Видавничий центр «Академія»

04119, м. Київ-119, а/с 37.

Тел./факс: (044) 483-12-11; 456-84-63.

E-mail: [academia-pc@svitonline.com](mailto:academia-pc@svitonline.com)

Свідоцтво: серія ДК № 555 від 03.08.2001 р.

ВАТ «Поліграфкнига»

03057, м. Київ, вул. Довженка, 3.