

ВИДАВНИЦТВО  
**РАНОК**

О. В. Григорович

# ХІМІЯ

# 7

КЛАС



УДК [54:37.016](075)

ББК 24.1я721

Г 83

**Рекомендовано Міністерством освіти і науки України**  
(наказ Міністерства освіти і науки України від 20.07.2015 р. № 777)

**Рецензенти:**

*К. В. Ком*, кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри біохімії  
Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна;

*С. В. Шкумат*, учитель хімії Харківської гімназії № 116  
Харківської міської ради Харківської області, учитель вищої категорії,  
учитель-методист

**Григорович О. В.**

Г 83 Хімія : підруч. для 7 класу загальноосвіт. навч. закл. / О. В. Григорович. — Х. : Вид-во «Ранок», 2015. — 192 с. : іл.

ISBN 978-617-09-2490-2

УДК [54:37.016](075)

ББК 24.1я721

Підручник містить увесь теоретичний матеріал, передбачений чинною програмою з хімії для 7 класу, розробки практичних робіт, лабораторних дослідів і домашніх експериментів. До кожного параграфу є висновки, запитання для контролю знань та завдання для засвоєння матеріалу. Теоретичний матеріал доповнено рубриками з додатковою цікавою інформацією: захоплюючими фактами з історії хімії, відомостями про видатних учених та цікавими лінгвістичними задачами, які допоможуть запам'ятати певні терміни. У кінці підручника подано словник термінів, алфавітний покажчик, додатки з корисною інформацією та відповіді до розрахункових задач.

На сторінках підручника учні знайдуть посилання на сайт [interactive.ranok.com.ua](http://interactive.ranok.com.ua), де розміщено завдання для самоконтролю та демонстраційні відео хімічних дослідів.

Призначено для учнів 7 класів загальноосвітніх навчальних закладів.

<p><b>ІНТЕРНЕТ-ПІДТРИМКА</b> Для користування електронними додатками до підручника увійдіть на сайт <a href="http://interactive.ranok.com.ua">interactive.ranok.com.ua</a></p>		<p><b>Служба технічної підтримки:</b> тел. (098) 037-54-68 (понеділок–п'ятниця з 9.00 до 18.00) E-mail: <a href="mailto:interactive@ranok.com.ua">interactive@ranok.com.ua</a></p>
--	---	--

ISBN 978-617-09-2490-2

© О. В. Григорович, 2015

© ТОВ Видавництво «Ранок», 2015

[www.e-ranok.com.ua](http://www.e-ranok.com.ua)



Хіміки — це люди, які дійсно розуміють, як влаштовано світ.

*Лайнус Полінг,  
двічі лауреат Нобелівської премії*

## Знайомство з підручником

Ви починаєте вивчати одну з найчудовіших наук — хімію. Вона надає ключ до пізнання багатьох природних явищ і розгадок таємниць природи. Разом із біологією та фізикою хімія належить до числа наук, що вивчають природу та зміни в ній. Навколо нас відбувається безліч хімічних процесів, унаслідок яких одні речовини перетворюються на інші. Більшість хімічних реакцій майже непомітні, але деякі з них ви можете спостерігати: як горить багаття або газ у печі, як іржавіє залізний цвях або як жовтіє листя на деревах восени. Для того щоб зрозуміти сутність процесів, що відбуваються навколо, і навчитися ними керувати, людині необхідні знання з хімії.

Починаючи вивчати хімію, ознайомтеся зі своїм підручником. Зверніть увагу на його структуру і зміст. Підручник побудований таким чином, щоб вам було якомога легше з ним працювати. Весь теоретичний матеріал згрупований за чотирма розділами, які складаються з параграфів.

Кожний параграф поділено на частини. Невеликими порціями легше сприймати інформацію. Закінчується параграф висновками і практичним блоком, який складається з контрольних запитань, завдань для засвоєння матеріалу, розробок лабораторних дослідів та практичних робіт. Деякі запитання позначені зірочкою (\*). Це завдання проблемно-пошукового змісту. Можливо, що на них буде непросто одразу знайти відповідь. Обміркуйте ці запитання у вільний час, зверніться до додаткових джерел інформації або обговоріть з учителем на уроці.

У параграфах розміщено додаткову цікаву інформацію: захоплюючі факти з історії хімії, відомості про видатних учених та цікаві лінгвістичні задачі, які допоможуть вам запам'ятати певні терміни.

У підручнику є також розробки лабораторних дослідів і практичних робіт. У них детально прописаний порядок дій, що допоможе вам максимально точно їх виконати. Застосувати теоретичні знання у повсякденному житті вам допоможуть цікаві домашні експерименти. Виконуючи їх, обов'язково дотримуйтеся правил безпеки.

У кінці підручника є словник термінів, алфавітний покажчик, додатки з корисною інформацією та відповіді до розрахункових задач.

## Електронний додаток до підручника

На сторінках підручника ви знайдете посилання на сайт, де розміщено відеоролики з хімічними дослідами та тестові завдання для контролю знань за вивченими темами. Тестування відбувається в онлайн-режимі. Відразу після виконання завдань ви отримаєте результат, який надасть вам можливість оцінити свій рівень засвоєння знань.

Для роботи з електронним додатком виконайте такі дії:

1. Зайдіть на сайт <http://interactive.ranok.com.ua>.
2. Знайдіть розділ «Електронні додатки до підручників. 7 клас».
3. Виберіть назву підручника «Хімія. 7 клас».
4. У розділі «Матеріали до підручника» виберіть потрібну тему та натисніть «Розпочати роботу».
5. Виберіть для перегляду відеоролик потрібного хімічного досліді або виконайте тестові завдання для перевірки знань.

### Умовні позначення



— важлива інформація, яку необхідно запам'ятати;



— висновки до параграфа;



— контрольні запитання;



— завдання для закріплення знань;



— посилання на сайт <http://interactive.ranok.com.ua>.

Щиро сподіваємося, що цей підручник розширить ваш світогляд, підштовхне вас до пошуку нової інформації та збагачення своїх знань, а можливо, спонукатиме до отримання майбутньої професії — хіміка.

*Бажаємо вам успіхів у навчанні!*



# ВСТУП

У цьому розділі ви дізнаєтесь...

- де використовують знання з хімії;
- коли виникла наука хімія;
- що означає слово «хімія»;
- який посуд використовують хіміки;
- чого не варто робити в хімічній лабораторії.

## § 1. Хімія — природнича наука

Широко простягає хімія  
руки свої у справи людські.

*М. В. Ломоносов*

### Що вивчає хімія?

Ви вже знаєте, що світ, який оточує нас, складається з різних речовин. Ми дихаємо киснем повітря, а видихаємо вуглекислий газ. Наше життя неможливе без води, яка наповнює моря та річки, нависає в небі грозовою хмарою і мерехтить у вигляді льоду на гірських шпильях. Ми живемо в будинках із цегли та бетону, а на пляжі будуємо палаци з піску. Ми користуємося милом, зубною пастою, парфумами, а в разі застуди приймаємо ліки та вітаміни. Усе це — приклади речовин, які трапляються в природі або створені людиною (мал. 1).



*а*



*б*



*в*

**Мал. 1.** Речовини в природі: *а* — вода; *б* — пісок; *в* — каміння



**Мал. 2.** Перетворення речовин у природі: *а* — скисання молока; *б* — перетворення дров на попіл при горінні багаття

У курсі природознавства ви ознайомилися з речовинами та деякими їхніми властивостями. Ви знаєте, що речовини в природі взаємодіють одна з одною. Унаслідок цього вони можуть змінюватися, перетворюючись на нові речовини. Залізо іржавіє у вологому повітрі, вкриваючись рудим нальотом; молоко скисає в теплі, утворюючи кисле молоко; дрова горять у печі, перетворюючись на попіл (мал. 2).

Речовинам притаманні різні властивості, і нам важливо їх знати, щоб застосовувати з користю для себе й не завдавати шкоди навколишній природі. Усе розмаїття речовин, їхні властивості та явища, що відбуваються з ними, вивчають хіміки.



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

*Предметом* вивчення хімії є речовини та перетворення, які з ними відбуваються.

*Основне завдання хімії* — дослідження властивостей, складу та будови речовин, а також умов, за яких речовини можуть перетворюватися на інші речовини.

Грунтуючись на відомостях про властивості речовин, науковці пропонують напрямки їх можливого використання в побуті або промисловості. Сучасні хіміки можуть добувати речовини із наперед заданими властивостями, наприклад, різні ліки та пластмаси. Використання вже відомих речовин, а також одержання нових речовин для задоволення потреб людини — ще одне завдання хімії.



**Мал. 3.** Малахіт (а) та вироби з нього: малахітова скринька (б); ювелірні прикраси (в)

Речовини та їх взаємоперетворення цікавлять не лише хіміків. Розглянемо, наприклад, малахіт — камінь зеленуватого кольору з темними прожилками (мал. 3а). Для хіміка це одна зі сполук хімічного елемента Купруму. Геолог зацікавиться ним через те, що в природі малахіт супроводжує родовища інших корисних мінералів. А для ювеліра малахіт є чудовим виробним каменем (мал. 3б, 3в). Такі речовини, як пеніцилін та гемоглобін, є об'єктами досліджень не лише хіміків, але й медиків і біологів. Метали як провідники електричного струму цікавлять фізиків та електротехніків, а як міцні конструкційні матеріали — архітекторів. Будівельнику важливі явища, які відбуваються в процесі твердіння бетону, а кухареві — процеси під час варіння або квашення овочів. Представникам багатьох професій важливо знати властивості речовин, які вони використовують, тому їм потрібні знання з хімії.

## Хімія — галузь природознавства

Хімія є однією з наук про природу, або *природничою наукою*. Природничими є й інші дисципліни, які ви вивчаєте в школі: і географія, і фізика, і біологія. Це — різні галузі природознавства.

У природі все взаємозв'язане, і вивчати її слід у всій різноманітності. Комплексний підхід до вивчення природи дуже складний, він вимагає знань з найрізноманітніших галузей. Як виникають гірські породи? Чому з часом руйнуються підземні трубопроводи? Чому збільшення кількості вуглекислого газу в атмосфері призводить до потепління клімату на планеті? Неможливо уявити людину, яка однаково добре знала б відповіді на всі подібні запитання.



а

б

в

г

**Мал. 4.** Природничі науки та об'єкти їхнього дослідження: *а* — Всесвіт, галактики та зорі досліджує астрономія; *б* — окремі планети досліджують як фізика, так і біологія; *в* — хімічний склад ґрунтів і води досліджує хімія; *г* — частинки, з яких складаються речовини, — атоми — досліджують хімія та ядерна фізика

Тому вже давно відбувся розподіл природознавства на окремі галузі: географію, геологію, біологію, фізику, астрономію, хімію тощо. Кожна з цих наук має свої об'єкти дослідження (мал. 4), свої особливості, свої методи дослідження та способи застосування набутих знань на практиці.

Хімія тісно пов'язана з іншими науками про природу, особливо з фізикою та біологією. На межі цих дисциплін виникають суміжні галузі. Наприклад, фізична хімія, яка вивчає хімічні процеси з погляду фізики, або, навпаки, хімічна фізика, що розглядає хімічні основи фізичних явищ. Дослідженням речовин і процесів, що відбуваються в живих організмах, займається біохімія. Відомі й інші суміжні галузі хімії, що пов'язують її з біологією, медициною і сільським господарством, — це фармацевтична хімія (хімія ліків), токсикологічна хімія (хімія отрут), агрохімія. Хімія пов'язана з астрономією (астрохімія та космохімія), із геологією та географією (геохімія). Хімія має також самостійні розділи: органічна хімія, неорганічна хімія та інші. На уроках хімії в школі ви переважно вивчатимете загальну хімію, а також хімію органічних і неорганічних речовин.

## Хімія в промисловості

Хімія — не лише галузь природознавства, але й сфера виробничої діяльності людини. Де б ми не були: вдома чи на заводі, на пароплаві чи в потязі, глибоко під землею чи далеко в космосі — скрізь ми маємо справу з результатом використання хімічних знань, із продуктами хімічної промисловості.

## МЕТАЛУРГІЙНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Технічний прогрес неможливий без металів. Але більшість із них у природі в чистому вигляді не трапляються. Їх добувають з металічних руд у результаті хімічних перетворень.

## ХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Нас оточують матеріали, які не трапляються в природі: гуми та пластмаси, клеї та синтетичні смоли, лаки, шампуні, мийні засоби тощо. Якби не відкриття хіміків, то ці матеріали залишилися б для нас невідомими.

## ЛАКОФАРБОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Природа навколо нас багата на яскраві барви. І все, що ми виготовляємо, також намагаємося прикрасити. Але барвники, стійкі до прання, освітлення та впливу часу, без хімічних знань створити неможливо.

## АГРОХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Зростити багатий урожай допомагають добрива, захистити рослини від шкідників — пестициди, а це також продукти, створені з використанням хімічних знань.

## ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Для приготування харчових продуктів використовуються різні речовини: смакові домішки та есенції, барвники й розпушувачі для тіста.

## ФАРМАЦЕВТИЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Без хімії не може обійтися й сучасна медицина. Людині потрібні різні ліки — від простого аспірину до складних препаратів проти СНІДу та раку.

## ЦЕЛЮЛЗНО-ПАПЕРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Ми повсякденно маємо справу з продукцією целюльно-паперової промисловості: зошити, плакати, брошури, шпалери, підручник, який ви тримаєте в руках.





## Хімія та навколишнє середовище

Досить часто люди ставляться до хімії без належної поваги. Вони згадують не її досягнення, а занапащену рибу в річці, випалену рослинність біля хімічних заводів та алергію на пральні порошки. Звичайно ж, ця наука не винна в тому, що її досягнення часто використовуються неправильно і завдають шкоди здоров'ю людини та навколишньому середовищу. Будь-які знання можуть як завдати шкоди, так і бути корисними. Усе залежить від того, як цими знаннями користуватися.

Отже, ще одним важливим завданням хімії є раціональне використання речовин людиною. Для цього необхідно знати властивості речовин, можливі галузі їх застосування, сприятливий і негативний вплив на організм людини та природу.



### Висновки:

1. Хімія — наука про речовини та їх взаємоперетворення. Основне завдання хімії — дослідження властивостей, складу та будови речовин, а також умов, за яких речовини можуть перетворюватися на інші речовини.
2. Хімія — одна з наук про природу. Разом із фізикою, біологією, географією та іншими науками вона є галуззю науки — природознавства. Усі ці науки досліджують природу, але по-різному.
3. Хімічні знання використовуються людиною майже в усіх сферах діяльності: у промисловості, побуті тощо.



### Контрольні запитання

1. Що вивчає хімія?
2. Які науки належать до природничих наук?
3. Назвіть основні завдання хімії.
4. У яких галузях промисловості використовуються знання з хімії, і що є продуктами виробництва цих галузей?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Із наведеного переліку випишіть окремо об'єкти, що трапляються в природі, та об'єкти, створені людиною: вода, парфуми, скло, крейда, сметана, нафта, пісок, сталь, мармур, гума, цукор, молоко.



2. Користуючись малюнком 4 на с. 8 і знаннями, отриманими раніше, назвіть, що є об'єктом дослідження: а) астрономії; б) біології; в) географії; г) фізики. У чому виявляється зв'язок між предметами вивчення цих наук і тим, що вивчає хімія?
3. Що, на вашу думку, вивчають біохімія, космохімія, геохімія, агрохімія, кристалохімія й аналітична хімія?
4. Назвіть продукти хімічних виробництв, які використовуються вами або вашими знайомими та родичами в повсякденному житті.
5. Наведіть приклади несприятливого впливу хімії на навколишнє середовище або людину та приклади, коли знання з хімії допомагають розв'язувати складні проблеми природокористування.
6. Опишіть, яким було б ваше життя, якби в ньому не було продуктів хімічного виробництва. Схарактеризуйте роль хімії в сучасному світі.
- 7\*. Дізнайтеся в дорослих, чи є у вашому місті, селищі або області хімічні підприємства. Які? Що вони виготовляють? Як вони впливають на навколишнє середовище? Чи може людина відмовитися від продуктів цих виробництв? Відповідь обґрунтуйте.

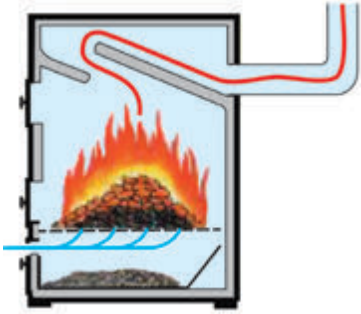
## § 2. Короткі відомості з історії хімії

### Реміснича хімія

Перші хімічні знання виникли ще біля витоків цивілізації — у ті часи, коли людина навчилася розпалювати й підтримувати вогонь, коли зароджувалися ремесла та мистецтва. Люди навчилися здійснювати хімічні перетворення для задоволення своїх потреб



**Мал. 5.** Такий простий, але дуже зручний посуд виготовляли ремісники ще 5 тис. років тому



**Мал. 6.** Піч із нижньою подачею повітря. За рахунок такої конструкції температура полум'я стає значно вищою і дозволяє виплавляти метали та випікати кераміку

у теплі, одязі, їжі. Перші прості перетворення були пов'язані з використанням вогню. Спійману дичину можна було зварити — і вона змінювала колір і смак. Глиняний посуд можна було обпалити — і він ставав міцнішим (мал. 5, с.11). У попелі, що залишався після багаття, людина могла знайти скляні кульки, які утворилися з піску при високій температурі.

Полум'я в середині багаття розігріває предмети до температури близько 700–800 °С. При такій температурі неможливо було варити скло, плавити метали, випікати кераміку. Найдавніші ремесла — фарбування тканин, виготовлення парфумерії та ліків — не вимагали сильного нагрівання.

Винахід печі з нижньою подачею повітря (мал. 6) дозволив отримувати температуру близько 1000–1200 °С. Після цього почали активно розвиватися металургія та виробництво кераміки — горщиків, ваз (мал. 7), кахлю, цегли, скла (мал. 8).

Поступово, століття за століттям, накопичувалися знання та досвід. Люди опановували ремесла, що значно сприяло розвиткові



**Мал. 7.** Стародавні вироби з порцеляни. Порцеляну вперше почали виготовляти китайські ремісники в III столітті до н. е.

**Мал. 8.** Стародавні вироби зі скла. Скло варили в Месопотамії ще в III–IV тисячоліттях до н. е.



Мал. 9. Вироби трипільської культури

цивілізації. Історія людства нерозривно пов'язана з виготовленням потрібних людині речей — пороху, паперу, фарб, палива, цементу, сталі, скла та багатьох інших речовин, які не існують у природі в готовому вигляді.

Із появою ремесел виник і найдавніший з різновидів хімії — *реміснична хімія*. Вона ще не була наукою в сучасному розумінні, а була лише певним набором знань про речовини та їх перетворення. Проте ремісничий період можна назвати першим етапом становлення хімії.

Розвиток ремесел відбувався й на території України. Близько 6 тис. років тому в центральній частині України існувала так звана трипільська культура, для якої було характерним виготовлення виробів з міді, розвиток гончарного та чинбарного (вичинка та обробка шкір) ремесел (мал. 9).

### Хімія в античному світі

Найзначніший внесок у розвиток ремесел зробили стародавні цивілізації — міста-держави Межиріччя, Стародавній Єгипет і Стародавня Греція.

Стародавній Єгипет вважався загально визнаним центром ремісничої хімії. Найпотрібнішими хімічними ремеслами були виготовлення, вибілювання та фарбування тканин, виготовлення прикрас зі скляних намистин і, звичайно ж, виплавляння металів: міді, бронзи, заліза. У Стародавньому Єгипті неабияку увагу приділяли косметичі. Єгиптянки користувалися милом і кремами, фарбували



**Мал. 10.** Малюнки на стінах єгипетських палаців і храмів, виконані червоними, жовтими та коричневими фарбами. Ці фарби досі не втратили своєї яскравості

нігті, губи, брови та волосся. Фарби, які виробляли в Стародавньому Єгипті, збереглися донині та вражають своєю стійкістю і яскравістю (мал. 10). Єгипетські жерці збирали, записували та зберігали інформацію про ремесла, оберігаючи її від сторонніх.

Перші спроби надати знанням ремісників наукового обґрунтування було зроблено в Стародавній Греції. Саме там виникла наука *антична філософія*. Її розділ про внутрішню будову речей і перетворення одних речовин на інші іноді називають *античною хімією*. Давньогрецькі філософи першими запропонували теорію будови речовини, згідно з якою всі предмети складаються з найдрібніших неподільних частинок — атомосів.

### Виникнення слова «хімія»

Оскільки хімічні знання у стародавніх народів зазвичай асоціювалися з Єгиптом, їх почали називати єгипетськими. Можливо, слово «хімія» (латин. *khemeia*) походить від стародавньої назви Єгипту (давньоєгипетською мовою воно звучало як «хам» — *Kham*), отже,

Давньогрецький філософ-матеріаліст. Народився в м. Абдера у Фракії. Його детальна біографія не відома, за деякими джерелами відомо тільки, що він багато подорожував (до Єгипту, Вавилону, Персії, Ефіопії та Індії) та мав енциклопедичні знання з багатьох наук. Демокріт вивчав усі відомі на той час науки: етику, математику, фізику, астрономію, медицину, теорію музики тощо. Із численних праць Демокріта до наших часів збереглося лише 300 фрагментів. Ці роботи відзначаються простотою, ясністю викладу та поетичністю. Демокріт першим висунув гіпотезу, що всі тіла складаються з найдрібніших неподільних частинок — атомосів.



**Демокріт**  
(470–360 рр. до н. е.)

воно має означати «єгипетське мистецтво». Проте сьогодні популярнішим є припущення, що слово «хімія» походить від грецького «хімос», що означає «сік рослини». Тоді «хімія» означає «мистецтво виділення соків».

У грецькій мові сік, про який ідеться, міг означати й розплавлений метал, тож «хімія» може означати й «мистецтво металургії». Також існує версія, що слово «хімія» походить від «Хемес» — імені легендарного мудреця Гермеса Трисмегіста. За легендами, на його могильній плиті був записаний рецепт виготовлення філософського каменя — засобу, що перетворює будь-який метал на золото.

### Алхімічний період

Минали століття, згасла давньогрецька цивілізація, під тиском варварів занепав Давній Рим. У Європі почала поширюватись нова релігія — християнство. Християнська церква вважала хімічні знання породженням темних сил. Учені переслідувалися священнослужителями й були змушені займатися наукою потайки, а результати своїх робіт кодувати або записувати символами (мал. 11).



**Мал. 11.** Гравюра з трактату відомого алхіміка Василя Валентина, де зашифрована одна зі стадій добування філософського каменя: дівчина з квіткою — це мідь; старий із горном означає сильне нагрівання; лев — ртуть; реторта позаду й амур означають, що лева необхідно «змішати» з дівчиною в реторті. (Реторта — круглодонна скляна посудина з довгою вигнутою шийкою.)





**Мал. 12.** Учений та його учні в середньовічній алхімічній лабораторії

Але хімія не зникла: знання частково збереглися на Близькому Сході та в Середній Азії, де до наук у той час ставилися прихильніше. У перші століття нашої ери східна цивілізація вступила в стадію розквіту і сприяла подальшому розвитку наук.

У VIII столітті нашої ери араби почали завоювання Європи. Разом із завойовниками на окуповані землі прийшла їхня культура та наука, а разом із ними й хімія, але вже під новою назвою — *алхімія*. І хоча сьогодні слово «алхімія» асоціюється з обманом і шарлатанством, насправді алхіміки були дуже освіченими людьми свого часу. Їхній внесок у розвиток хімії, медицини, біології та інших наук важко переоцінити. За 800–900 років вони відкрили більше нових речовин, ніж усе людство за попередні 5 тис. років. Алхіміки довели до досконалості методи добування й очищення металів, розробили нові способи виготовлення ліків, винайшли декоративні сорти скла. Майже весь сучасний хімічний посуд було придумано алхіміками (мал. 12).

Алхімія займалася не лише ремісничими проблемами. Учені-алхіміки намагалися розкрити секрети походження життя і людини (теорія гомункулуса), винайти засіб від старості (еліксир молодості), створити ліки від усіх хвороб (панацею), знайти універсальний розчинник (алкагест) і навіть винайти речовину, що перетворює метали на золото (філософський камінь). Усі ці грандіозні проекти закінчилися невдало, але зробили великий внесок у науку й сприяли розвитку хімії.



Видатний англійський учений, займався проблемами біології, медицини, фізики, хімії, філософії та теології. Бойль першим відкинув префікс аль- у слові «алхімія», відтоді наука почала називатися хімією. Його праці ознаменували перехід від середньовічної алхімії до тієї хімії, яку ми знаємо зараз, отже, його можна назвати засновником сучасної хімії. Розробив першу теорію хімічного зв'язку (спорідненості речовин), першим відзначив тонізуючий смак водного розчину вуглекислого газу (газованої води), запропонував використання певних речовин для виявлення в розчині кислот та лугів (кислотно-основних індикаторів).



**Роберт Бойль**  
(1627–1691)

## Сучасна хімія

Хімія як наука в сучасному розумінні почала розвиватися в XVII столітті. Багато хто вважає основоположником сучасної хімії англійського вченого Роберта Бойля, експерименти якого започаткували хімію як самостійну науку. Становлення хімії пов'язане із запровадженням практики вимірювань під час експериментів. Для хіміків стало важливим знати не тільки, як речовини реагують, але й якими є маса продукту, що утворюється, або об'єм газу, що виділяється. Вимірювання допомогли встановити кількісні закони хімії: закон збереження маси речовини (М. В. Ломоносов, 1748 р. і А. Лавуазьє, 1789 р.), закон об'ємних відношень (Ж. Гей-Люссак, 1808 р.) тощо.

Дуже бурхливо розвивалася хімія в XIX столітті. На початку століття англійський учений Джон Дальтон заклав основні принципи, які згодом були сформульовані як атомно-молекулярне вчення. Шведський хімік Ян Берцеліус розробив систему хімічних символів. У галузі хімії почали працювати сотні вчених у всьому світі. Вони сформулювали десятки законів і принципів. У цей період було відкрито вдвічі більше хімічних елементів, ніж за попередні тисячоліття.

У середині XIX століття видатним російським ученим Дмитром Івановичем Менделєєвим був сформульований періодичний закон, який надав сильного поштовху розвитку неорганічної хімії. Саме в цей час його співвітчизник Олександр Михайлович Бутлеров сформулював теорію будови органічних речовин, яка стала основою розвитку органічної хімії.



**Мал. 13.** Учений у сучасній хімічній лабораторії

За останні двісті років хімія пройшла величезний шлях і перетворилася на розвинену науку, що ґрунтується на фундаментальних теоретичних засадах, і стала могутнім зряддям в умілих руках учених (мал. 13).

Звичайно ж, на сторінках підручника неможливо детально розповісти про становлення та розвиток хімії, сповненої цікавих історій і легенд. Але в міру вивчення цієї науки ми неодноразово повертатимемося до історії розвитку окремих ідей або понять.

### Лінгвістична задача

Слово «антична» означає те, що стосується епохи стародавніх греків і римлян, «філо» — означає люблю, а «софія» — мудрість. Що, на вашу думку, означає вираз «антична філософія»?

У багатьох мовах застосовуються спеціальні частини мови — артиклі. Хімія англійською мовою — *the chemistry*, французькою — *la chimie*, німецькою — *die Chemie*. В арабській мові використовується префікс аль-. Як називатиметься хімія арабською?



### Висновки:

1. Історію розвитку хімії можна розділити на декілька основних етапів — ремісничу та античну хімію, алхімічний та сучасний періоди. Зміна цих періодів тісно пов'язана з температурою полум'я, якої можна було досягнути та підтримувати впродовж тривалого часу.

2. Для ремісничого періоду характерним було застосування хімічних знань для виготовлення певних корисних предметів: горщиків, скла, порцеляни, виплавляння металів тощо. В античній хімії почали з'являтися перші наукові теорії, які розвинулися в алхімічному періоді. Становлення сучасної хімії пов'язане насамперед з використанням вимірювання маси та об'ємів речовин при проведенні хімічних реакцій.



### Контрольні запитання

1. Які основні етапи розвитку хімії як науки ви знаєте?
2. Яке походження слова «хімія»?
3. Якими ремеслами володіли стародавні люди?
4. У чому полягають досягнення давньогрецьких філософів, які здобували хімічні знання в античний період?
5. У чому полягає заслуга алхіміків?
6. Перелічіть відомі вам основні закони хімії.
7. Які основні рушійні сили розвитку хімічних знань можна виділити?
- 8\*. Проект № 1 «Основні хімічні знання (факти, теорії, концепції або навички), відомі людству в різні епохи».

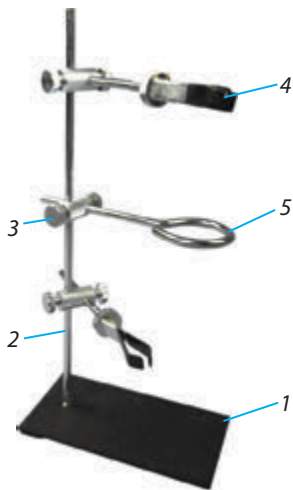
- Людина навчилася виплавляти мідь майже 6 тис. років тому, а залізо — тільки 3 тис. років тому. Перші металеві дзеркала з бронзи та срібла почали виготовляти в III тисячолітті до н. е.
- У сучасних мовах залишилося багато слів з арабської: аль-калі — луг (від нього походить слово «алкалоїд»), аль-коголь — спирт, аль-іксір — еліксир, аль-нушатир — нашатир.
- Великий англійський фізик Ісаак Ньютон у вільний час проводив численні хімічні експерименти в пошуках філософського каменя.

Цікаво, що...

## § 3. Робота в хімічній лабораторії. Маркування небезпечних речовин. Спостереження й експеримент у хімії

### Лабораторне обладнання та хімічний посуд

Робота в хімічній лабораторії для необізнаних людей іноді нагадує чаклунство чарівника, а для інших вона нічим не відрізняється від звичайних дій господині на кухні. І дійсно, хімік у лабораторії — це все одно, що кухар на кухні. Але хімік орудує не звичайним посудом, а спеціальним — хімічним — і змішує не харчові продукти, а хімічні реактиви.



**Мал. 14.** Лабораторний стрижневий штатив: 1 — підставка, 2 — стрижень, 3 — затискачі (муфти), 4 — тримачі, 5 — кільця

Для того щоб успішно впоратися з виконанням хімічних експериментів, необхідно чітко знати, яке обладнання є в хімічній лабораторії, який посуд використовується хіміками і для чого він потрібний. А також необхідно вміти правильно виконувати прості хімічні дії.

На малюнку 14 зображено найпоширеніший пристрій у хімічній лабораторії — *лабораторний штатив*. На його стрижні за допомогою *муфти* кріпляться *кільця* й *тримачі*, у яких закріплюється хімічний посуд. У такий спосіб на лабораторному штативі збираються найрізноманітніші установки для дослідів.

На малюнку 15 зображено найнеобхідніший хімічний посуд, з яким працює кожний хімік. Прості досліди проводять у *пробірках* — скляних трубках, запаєних з одного кінця. Якщо необхідне нагрівання,



**Мал. 15.** Хімічний посуд та інше лабораторне обладнання

пробірку закріплюють у пробіркотримачі. Для роботи з речовинами використовують хімічні *склянки* та *колби* різної ємності.

Щоб пробірки та колби можна було нагрівати, їх роблять зі спеціального тонкого та термостійкого скла. Але такі тонкостінні посудини легко розбити, тому поводитися з ними слід набагато обережніше, ніж зі звичайним кухонним посудом.

Для визначення об'ємів рідин використовують спеціальний вимірвальний посуд: *мірний циліндр*, *мірну склянку*, *мірну піпетку* та *мірну колбу*.

Якщо необхідно відібрати невелику кількість порошкоподібної речовини, користуються *шпателем*.

Трапляється так, що під час зберігання сипка речовина злежалася й перетворилася на тверду грудку. Щоб перетворити її знову на порошок, слід скористатися *ступкою* — товстостінною керамічною чашею із шорсткуватою внутрішньою поверхнею. Невеликий шматочок твердої речовини поміщається на дно ступки й коловими рухами розтирається *товкачиком* до внутрішніх стінок (мал. 16).

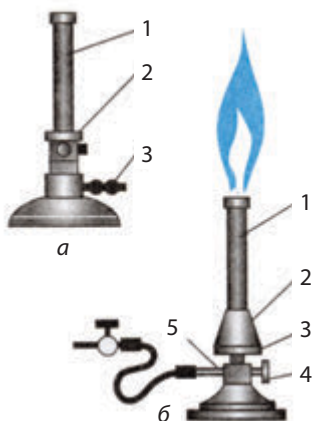
Для роботи при високих температурах використовують порцеляновий посуд. *Порцелянова чашка* — це тонкостінний керамічний посуд, призначений спеціально для випарювання рідин. Її можна нагріти й не боятися, що вона трісне. Якщо ж необхідно дуже сильно нагрівати речовину в закритій посудині, використовують *порцеляновий тигель*. Його можна нагрівати в спеціальних печах до температури 1200 °С. Щоб пересунути гарячі порцелянову чашку або порцеляновий тигель, використовують *тигельні щипці*.

### Нагрівальні прилади. Будова полум'я

Багато хімічних дослідів потребують нагрівання. У хімічних лабораторіях найчастіше використовують *газові пальники* (мал. 17, с. 22). У газових пальниках горить природний газ, який змішується з повітрям у спеціальній камері. Зазвичай газ, змішаний із достатньою кількістю повітря, згоряє блакитнуватим полум'ям, що не світиться, температура якого може досягати 1500 °С. Якщо повітря недостатньо, то полум'я пальника стає яскраво-жовтим і чадить.



**Мал. 16.** Подрібнення речовин у ступці товкачиком

**Мал. 17.** Газові пальники:

*a* — пальник Бунзена:

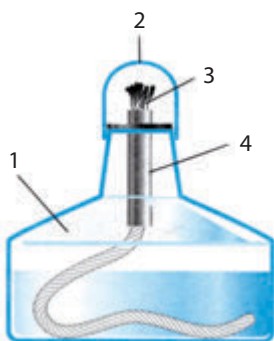
1 — трубка з отворами, 2 — заслінка з отворами для надходження повітря, 3 — трубка для подачі газу;

*б* — пальник Теклю:

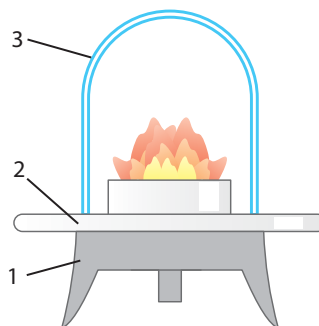
1 — трубка, 2 — змішувач, 3 — диск для регулювання притоку повітря, 4 — гвинт для регулювання подачі газу, 5 — трубка для подачі газу

У шкільних лабораторіях частіше використовують спиртові пальники — *спиртівки* (мал. 18). У них горить етиловий спирт. Полум'я спиртівки «холодніше» за полум'я газового пальника, його температура не перевищує 1200 °С. Іноді для нагрівання користуються спресованим сухим паливом — «сухим спиртом» (мал. 19). Його полум'я ще «холодніше» й до того ж дуже чадить.

Якщо уважно подивитися на полум'я, то можна помітити декілька зон, які відрізняються за кольором, а отже, й за температурою (мал. 20, 21). У внутрішній, найхолоднішій, частині полум'я повітря тільки змішується з газом або випарами спирту, там ще не відбувається горіння. Середня частина полум'я, що світиться, — зона неповного згорання. Найбільш гарячою є зовнішня частина полум'я — зона повного згорання пального, вона майже безбарвна.

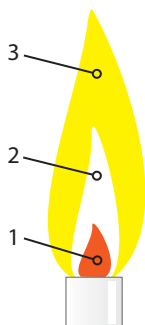
**Мал. 18.** Спиртівка:

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

**Мал. 19.** Пристрій для спалювання сухо-

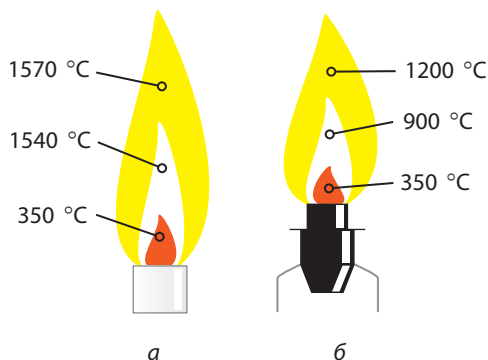
го спирту: 1 — тринога, 2 — підставка;  
3 — ковпачок для гасіння полум'я





**Мал. 20.** Будова полум'я:

1 — найхолодніша зона; 2 — середня зона; 3 — найгарячіша, зовнішня зона



**Мал. 21.** Порівняння температури полум'я:  
а — газовий пальник; б — спиртівка

Якщо необхідно нагріти предмет, то його слід помістити у верхню частину полум'я — туди, де температура найвища.

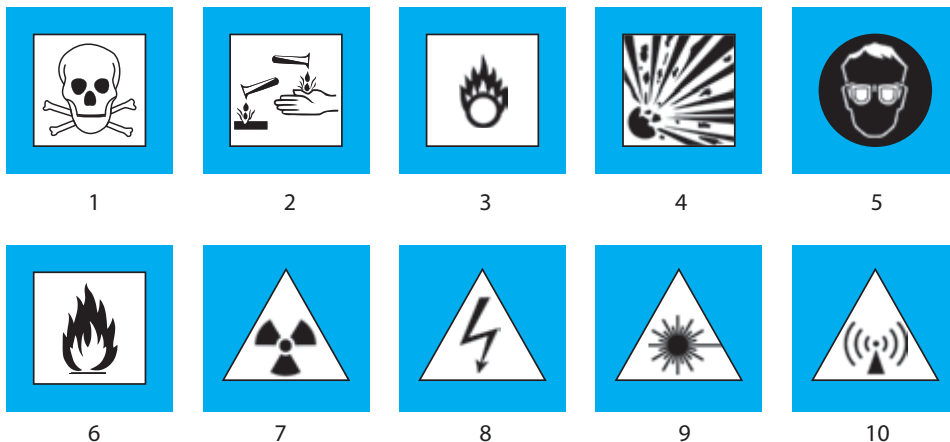
Легкозаймісті рідини (ЛЗР) — спирт, бензин, ацетон — у жодному разі не можна нагрівати на відкритому полум'ї! Вони за таких умов можуть зайнятися. Такі рідини нагрівають **тільки(!)** на електричних плитках із закритою спіраллю.

Навіть у верхній частині полум'я неможливо нагріти предмет до температури полум'я. Передусім через те що у великих предметах теплота дуже розсіюється, а не концентрується в одній точці. Наприклад, під час нагрівання на газовому пальнику температура пробірки з речовиною рідко перевищує 600 °С.

Цікаво, що...

### Маркування небезпечних речовин. Безпека під час роботи в хімічній лабораторії

Швидкий розвиток хімічної промисловості сприяє появі великої кількості різноманітних речовин для побутових і промислових потреб. Деякі речовини становлять певну небезпеку для здоров'я та життя людини. Багато з них, такі як кислоти і луги, у разі потрапляння на шкіру або в очі можуть спричинити подразнення та навіть хімічні опіки. А багато речовин є дуже токсичними, у разі потрапляння в дихальні шляхи або ротову порожнину вони можуть спричинити тяжке отруєння. Певну небезпеку становлять хімічно активні, легкозаймісті та вибухонебезпечні речовини.



**Мал. 22.** Основні попереджувальні та заборонні знаки:

- 1 — «Небезпека»; 2 — «Ідка речовина»; 3 — «Легкозаймиста речовина»; 4 — «Вибухо-небезпечна речовина»; 5 — «Працювати в окулярах»; 6 — «Вогненебезпечно»; 7 — «Радіоактивність» (підвищена радіація); 8 — «Висока напруга»; 9 — «Лазерне випромінювання», 10 — «Електромагнітне випромінювання»

Для застереження про небезпеку застосовують маркування речовин спеціальними знаками (мал. 22). Їх зазвичай зображають на етикетках і упаковках. Часто знаки доповнюють словесними застереженнями та правилами користування. Їх обов'язково слід прочитати та дотримуватися.

Робота в хімічній лабораторії завжди пов'язана з певною небезпекою, тому під час дослідів необхідно дуже обережно поводитися з хімічними реактивами та обладнанням.

Особливо обережними слід бути під час роботи з нагрівальними приладами. Щоб уникнути опіку під час нагрівання хімічного посуду, слід використовувати спеціальне приладдя — тримачі, щипці. Пам'ятайте, що гарячий посуд на вигляд нічим не відрізняється від холодного! Крім того, особливі запобіжні заходи слід застосовувати при нагріванні легкозаймистих речовин.

Під час виконання хімічних дослідів дуже важливо дотримуватися техніки експерименту. Це допоможе досягнути правильного результату й запобігти виникненню ситуацій, небезпечних для здоров'я. Уважно вивчіть правила безпеки в хімічній лабораторії та дотримуйтесь їх. Пам'ятайте, що більшість аварій і пожеж у лабораторіях і на виробництві відбуваються тоді, коли нехтують цими простими правилами.

## Спостереження й експеримент у хімії

Хімія займається пошуком, накопиченням і систематизацією знань про речовини. Пошук і накопичення знань неможливі без оволодіння певними методами пізнання, серед яких можна виділити спостереження та експеримент.

Першим методом пізнання навколишнього світу було спостереження тіл, речовин або явищ. *Спостереження* — це цілеспрямоване й свідоме сприйняття об'єкта для отримання знань про його властивості.

Спостереження має бути активним. Що це означає? Пригадайте, як ви їхали в автобусі та дивилися у вікно. Якщо запитати вас, що відбувалося між другою і третьою зупинкою, то ви навряд чи зможете відповісти.

Чи можна сказати, що ви проводили спостереження? Ні. Ви просто споглядали краєвид. Якби ви цілеспрямовано спостерігали саме те, про що вас запитали, то легко відповіли б на запитання.

Але можливості нашого організму не безмежні: ми не бачимо мікроскопічні об'єкти, електричний струм, ультрафіолетове випромінювання і ще багато чого. Тому ми використовуємо різноманітні *прилади* й *пристрої*: мікроскоп, вольтметр, лінійку тощо. Прилади немовби підсилюють наші органи чуття.

Людина завжди ставила запитання: «Як?», «Чому?», «А що буде, якщо ... ?». Для відповідей на ці запитання самих лише спостережень замало. Ми можемо нескінченно довго спостерігати за краплею води, але дізнаємося тільки про здатність води випаровуватися. Ми не визначимо, що відбувається з водою при високій температурі, чи проводить вона електричний струм.

Для отримання відповіді необхідно виконати *експеримент* (від латин. *experimentum* — проба, дослід). Експеримент є способом отримання знань і перевірки істинності припущень.

Під час експериментів створюються певні умови. Об'єкти дослідження нагрівають або охолоджують, поміщають під прес, змішують з іншими речовинами або діють на них електричним струмом. Експеримент нерозривно пов'язаний зі спостереженням, оскільки зміни, що відбуваються з об'єктом, необхідно спостерігати. Експеримент має проводитися з певною метою й відбуватися за заздалегідь складеним планом.

Експеримент може бути реальним і уявним. До речі, існування найдрібніших частинок речовини — атомів — уперше було доведено античним філософом Демокритом саме за допомогою уявного експерименту.

Описуючи та порівнюючи явища, які спостерігали, ми можемо виділити певні *закономірності*. Ви, звісно, помічали, що в гарячій воді цукор розчиняється швидше, ніж у холодній.

Ви спостерігали, як іржавіють залишені під дощем залізні вироби. А срібло та золото не «бояться» води. Подібні спостереження підводять нас до висновку про те, що в гарячій воді речовини розчиняються швидше, а метали виявляють різну активність при взаємодії з водою.

Для того щоб пояснити отримані факти, ми будемо припущення, або *гіпотезу* (від грец. *ἡπόθεσις* — підстава, припущення). Будь-яка гіпотеза має бути підтверджена експериментально.

Доведене припущення перестає бути гіпотезою і стає теорією. *Теорія* — це комплекс поглядів або думок, який описує, пояснює і передбачає які-небудь явища. Теорія може бути створена на підставі низки експериментів. Але деякі теорії були виведені спочатку теоретично і лише потім перевірені дослідженнями та спостереженнями, як, наприклад, найважливіший у хімії Періодичний закон Д. І. Менделєєва.

Під час навчання в школі та впродовж свого життя вам неодноразово доведеться спостерігати й експериментувати. Більшість знань про властивості речовин, теорії та закони були отримані та відкриті експериментально. І ви також частину своїх пізнань у хімії отримуватимете або підтверджуватимете, здійснюючи експерименти самостійно або спостерігаючи за діями вчителя. Уміння спостерігати і робити висновки, ґрунтуючись на своїх спостереженнях, формулювати гіпотези й відстоювати свої погляди — найважливіші якості будь-якої людини.



### Висновки:

1. Для проведення хімічних експериментів використовують спеціальні посуд, пристрої та прилади. Кожний пристрій та прилад використовують за певним призначенням із дотриманням відповідних правил.
2. Для нагрівання використовують газові пальники, спиртівки або сухе пальне. Газові пальники дозволяють нагрівати предмети й речовини до вищої температури. При нагріванні пробірку або інше тіло, що нагрівають, слід тримати у верхній частині полум'я, оскільки в ньому найвища температура.
3. При роботі в хімічній лабораторії слід дотримуватися певних правил безпеки, брати до уваги запобіжні позначки на реактивах та предметах.
4. Для дослідження речовин передусім проводять спостереження або експеримент (неозброєним оком або використовуючи спеціальні прилади). Грунтуючись на результатах досліджень, формують гіпотези. Експериментально доведені гіпотези стають основою законів та узагальнюються в теорії.



### Контрольні запитання

1. З яких матеріалів найчастіше виготовляють хімічний посуд?
2. Для чого призначені: 1) пробірки; 2) колби; 3) мірний циліндр; 4) порцелянова чашка; 5) ступка?
3. Назвіть основні частини лабораторного штатива.
4. Чим хімічний посуд відрізняється від звичайного скляного кухонного посуду?
5. Яке обладнання використовують для нагрівання у лабораторії? Який пристрій дає найвищу температуру полум'я?
6. Які частини полум'я мають найвищу та найнижчу температуру?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Чому в полум'ї пальника пробірка може тріснути, якщо ззовні на ній є краплі води?
2. Якщо в полум'я газового пальника внести тонкий мідний дріт, то його кінчик оплавляється, а якщо велику мідну пластинку, то вона тільки нагрівається. Як це можна пояснити? (Температура плавлення міді становить 1083 °C.)
- 3\*. У кабінеті хімії дуже важливо дотримуватися правил безпеки. Але їх так важко вивчити! Виявіть винахідливість і творчість — складіть розповідь, вірш або зробіть малюнок, які допоможуть вам і вашим друзям легко запам'ятати ці правила.

- ! **Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії.**
- **Прийоми роботи з хімічним обладнанням**

Кабінет хімії — це невелика хімічна лабораторія. У ньому вам доведеться проводити безліч дослідів. Робота буде безпечною для вас і для оточуючих, якщо дотримуватися простих правил.

**1.** Роботу починайте з вивчення опису дослідів і тільки з дозволу вчителя. Виконуйте тільки ті досліди, що наведено в описі.

**2.** Перед роботою одягніть захисний халат, а також рукавички та окуляри (якщо вони необхідні).

**3.** Під час роботи підтримуйте чистоту та порядок на робочому місці. Після роботи помийте використаний посуд і вимийте руки з милом.

**4.** Під час виконання роботи не розмовляйте, не займайтеся сторонніми справами та не відволікайте сусідів.

**5.** Кожна ємність із реактивами обов'язково повинна мати етикетку з назвою або формулою реактиву. Не використовуйте ємності з реактивами, на яких відсутня етикетка.

**6.** Відкривши банку з реактивом, не кладіть корок на стіл боком, а кладіть його догори низом.

**7.** Реактиви для дослідів слід брати тільки в кількості, передбаченій в описі досліді. Залишки взятого реактиву не можна зливати (зсипати) назад у посудину, де він зберігався, а слід поміщати в спеціальну банку для відходів.



**Мал. 23.** Як правильно наливати рідину

**8.** Ніколи не беріть реактиви руками, користуйтеся для цього спеціальними ложечками, шпателями або пінцетами.

**9.** Наливаючи рідини, посудину з реактивом беріть так, щоб етикетка була спрямована вгору (мал. 23). Знімайте краплю з краю шийки посудини, оскільки рідина стікатиме по склу і псуватиме етикетку або може пошкодити шкіру рук. Набирати рідину із посудини можна також за допомогою піпетки.

**10.** Хімічні реактиви не можна куштувати. Це стосується навіть тих речовин, які в повсякденному житті вживаються в їжу (кухонна сіль, цукор, оцет).



**11.** Якщо ви хочете перевірити запах реактиву, ніколи не підносьте посудину до обличчя, а, утримуючи її на певній відстані, спрямуйте рухами руки повітря над посудиною у напрямку до себе (мал. 24).

**12.** Для нагрівання розчинів у пробірці користуйтеся пробіркотримачем. Уважно стежте за тим, щоб отвір пробірки був спрямований убік від вас та інших осіб, оскільки рідина внаслідок перегрівання може вихлюпнутись із пробірки.

**13.** Пробірка, що нагрівається в полум'ї, ззовні має бути абсолютно сухою. Щоб уникнути перегрівання, спочатку рівномірно прогрівайте всю пробірку, рухаючи нею в полум'ї вгору і вниз, а потім нагрівайте її вміст знизу.

**14.** Не заглядайте в пробірку, в якій нагрівається рідина. Не нахиляйтеся над посудиною, в яку наливають яку-небудь рідину, оскільки дрібні крапельки можуть потрапити в очі. Краще одягнути захисні окуляри.

**15.** Гарячий посуд на вигляд не відрізняється від холодного. Перш ніж узяти посуд рукою, переконайтеся, що він охолов.

**16.** Під час роботи з розчинами кислот і лугів стежте за тим, щоб вони не потрапили на шкіру й одяг. Якщо випадково проллете кислоту на руки, негайно змийте її водою і протріть руки розбавленим розчином соди. У разі потрапляння на шкіру розчину лугу відразу ж змийте його водою і протріть це місце розбавленим розчином борної кислоти.

**17.** У разі потрапляння їдких розчинів в очі необхідно негайно промити їх під струменем води, нахилившись над раковиною.

**18.** Якщо ви розбили посуд з хімічними реактивами, уламки можна викидати тільки в спеціальний бак для сміття.



**Мал. 24.** Як правильно перевіряти запах реактиву

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

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

**Обладнання:** спиртівка, сірники, лабораторний штатив, набір хімічного посуду.

**1. Правила безпеки**

Вивчіть правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії (с. 28–29).

**2. Ознайомлення з лабораторним посудом**

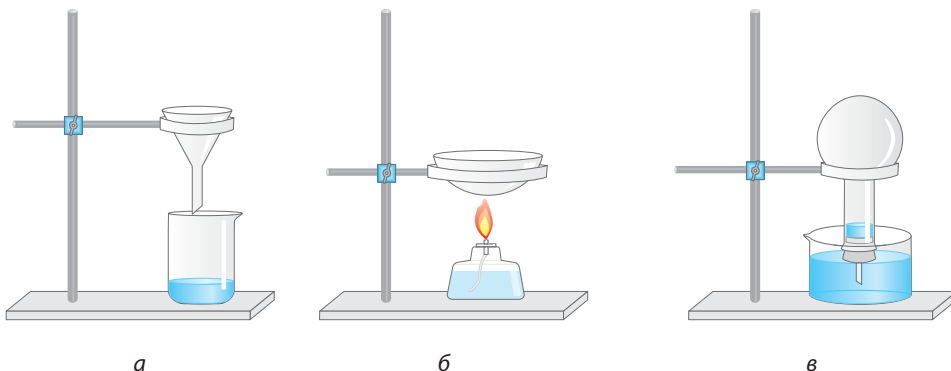
1. Розгляньте виданий вам лабораторний посуд, пригадайте назву та призначення кожного предмета.

2. Назвіть хімічний посуд, який використовують для нагрівання реактивів та для вимірювання об'ємів рідин.

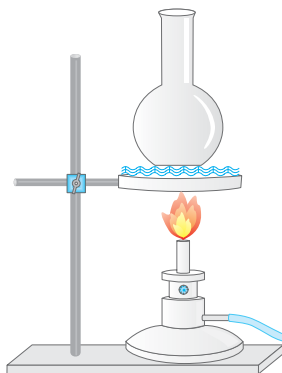
3. Використовуючи відповідний посуд і реактиви, виконайте такі дії: у пробірку насипте шпателем невелику кількість солі, долийте в неї невелику кількість дистильованої води та струшуйте пробірку до повного розчинення солі.

**3. Робота з лабораторним штативом**

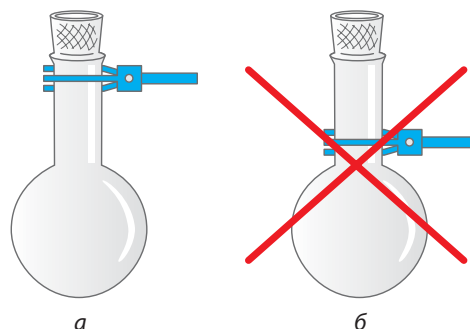
Стрижневий лабораторний штатив (мал. 14, с. 20) складається з важкої підставки і вертикального стрижня, до якого за допомогою затискачів кріпляться лапки та кільця. Штатив призначено для складання різноманітних установок і приладів. За допомогою



**Мал. 25.** Різні способи закріплення предметів на штативі за допомогою кільця



**Мал. 26.** Нагрівання колби пальником на металевій сітці



**Мал. 27.** Закріплення колби в лапці:  
а — правильно; б — неправильно

лапок на штативі закріплюються пробірки, колби, холодильники. У кільце поміщаються лійки, колби та порцелянові чашки.

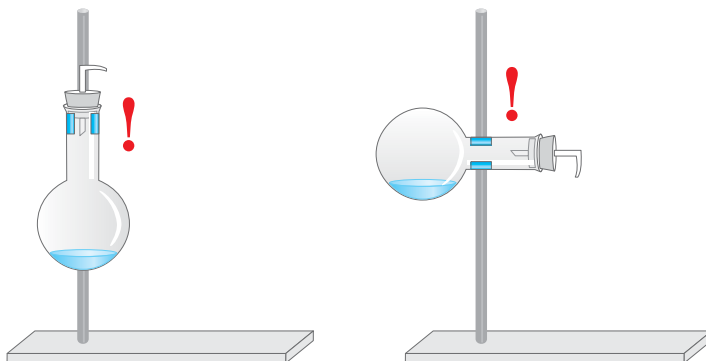
1. Закріпіть на стрижні штатива кільце. Кільце використовують для розміщення в ньому предметів із непласким дном. Закріпіть у кільці лійку або порцелянову чашку, як показано на малюнку 25 *а, б*. Для деяких експериментів предмети в кільці можна закріплювати в інший спосіб (мал. 25, *в*).

2. Покладіть на кільце металеву сітку, а на неї поставте плоскодонну колбу, як показано на малюнку 26. У такий спосіб можна нагрівати колбу пальником. Завдяки металевій сітці під час нагрівання полум'я пальника не торкається стінок колби. Між полум'ям і колбою виникає прошарок з гарячого повітря — так звана повітряна баня. Це сприяє більш рівномірному прогріванню скляного посуду. Керамічний посуд (порцелянова чашка, порцеляновий тигель) стійкіший до нагрівання, тому його встановлюють без сітки.

3. Закріпіть лапку на штативі за допомогою затискача. Закріпіть у лапці штатива пробірку або колбу.

Пробірку треба затиснути досить туго, щоб її можна було прокрутити з невеликим зусиллям. Дуже сильно затискати пробірку не можна, оскільки вона може тріснути. Найкраще під час закріплення пробірки спочатку стиснути лапку пальцями, а потім закрутити на ній гвинт, поки він не перестане вільно обертатися.

Пробірки і колби затискають у лапці поблизу отвору, але не біля самого краю горла колби (мал. 27). Обертаючи затискач у муфті, можна по-різному орієнтувати колбу залежно від необхідної конструкції приладу (мал. 28, с. 32).



**Мал. 28.** Закріплену колбу можна орієнтувати по-різному, обертаючи затискач у муфті

4. Замалюйте в зошиті зібрані вами пристрої, підпишіть деталі на малюнках.

#### 4. Будова лабораторної спиртівки

Спиртівка (мал. 18, с. 22) є нагрівальним приладом, який найчастіше використовується в школі. Вона складається з товстостінного скляного резервуару, який заповнюється спиртом, і ковпачка. У спирт занурюється гніт, виготовлений зі скручених ниток. Гніт утримується в отворі резервуару спеціальною трубкою з диском. Іноді спиртівка має спеціальну підставку з товстого дроту.

Спирт просочує гніт, піднімаючись ним угору, і випаровується з його кінця. Випари спирту можна підпалити сірником або скіпкою (мал. 29). У жодному разі не можна запалювати спиртівку від полум'я іншої спиртівки, оскільки в цьому випадку спирт може розлитися і спалахнути! Для того щоб загасити спиртівку, слід надягнути на неї ковпачок, який перекриває доступ повітря. Дути на полум'я спиртівки не можна!



**Мал. 29.** Як правильно підпалити спиртівку

Спиртівка має бути заповненою спиртом не менше ніж на дві третини свого об'єму. Якщо полум'я зменшується, а гніт починає тліти, слід загасити спиртівку і долити спирт.

Якщо спиртівка, що горить, упала і розбилася, а спирт, що розлився, продовжує горіти, полум'я слід загасити, накривши цупкою тканиною або засипавши піском.

Замалюйте в зошиті спиртівку і підпишіть її складові частини.

### 5. Будова полум'я

1. Запаліть спиртівку (або сухе пальне, або свічку) сірником. Для цього піднесіть запалений сірник до ґнота.

2. Розгляньте полум'я, визначте в ньому різні зони (мал. 20, с. 23). У якій зоні температура найвища?

3. Замалюйте будову полум'я в зошиті, позначте його зони.

4. Внесіть у полум'я одночасно дві скіпки: одну — в нижню частину, другу — у верхню його частину. У якому випадку скіпка зайнялася швидше? Чому?

5. Загасіть спиртівку, накривши полум'я ковпачком.

### 6. Формулювання висновків

За результатами практичної роботи зробіть висновки.

При формулюванні висновків використовуйте відповіді на запитання:

1. Яка речовина горить у спиртівці?
2. Чи горить у спиртівці ґніт і яка його роль?
3. Чому не можна нахилити спиртівку під час підпалювання?
4. Чому не можна підпалювати спиртівку від іншої, вже підпаленої?
5. У яку частину полум'я слід поміщати предмет, який необхідно нагріти? Чому?
6. Чому не можна торкатися дном пробірки до ґнота спиртівки?
7. Для чого застосовують муфту, затискач, кільце на штативі?
8. Чим загрожує занадто сильне і занадто слабе затискання колби в затискачі?
9. Чому при нагріванні скляних посудин пальником необхідно використовувати металеву сітку?

# ТЕМА І.

## ПОЧАТКОВІ ХІМІЧНІ ПОНЯТТЯ

У цьому розділі ви дізнаєтесь...

- у чому полягає відмінність між тілом і речовиною;
- чим відрізняються речовини від матеріалів;
- чим відрізняється залізо від борошна;
- чи можна відокремити цукор від солі;
- із чого складаються речовини;
- чим відрізняються атоми від молекул;
- звідки хіміки дізналися назви елементів;
- яка шпаргалка найкраща на контрольних із хімії;
- як можна спілкуватися з хіміком з племені тумба-юмба;
- як зважити атом;
- чому маси атомів відносні;
- яку інформацію містить хімічна формула;
- чим відрізняється кисень від озону;
- як складають формули речовин;
- як записують хімічні процеси;
- чи багато металів у природі.

### § 4. Речовини та їхні фізичні властивості

#### Речовина. Матеріал. Тіло

Усі предмети, що оточують нас, називаються *фізичними тілами* або просто *тілами*. Тіла можуть бути природними, наприклад, Сонце, камінь, зерно, сніжинка, або створеними людиною — книга, м'яч, ваза, автомобіль. Те, з чого утворене тіло, називають *речовиною*. Наприклад, цвяхи вироблено із заліза, м'яч — із гуми, вазу — зі скла, свічки — з воску або парафіну. Залізо, гума, скло, парафін — це речовини.



Тіло	 <p>Пам'ятник</p>	 <p>Ваза</p>	 <p>Іграшка</p>
Матеріал	Бронза	Порцеляна	Скло
Речовина	Утворюється при змішуванні та сплавлянні міді та оловом	Утворюється при змішуванні та спіканні глини з піском тощо	Утворюється при змішуванні та сплавлянні піску із содою та вапняком

**Мал. 30.** Тіла виготовляють із матеріалів, а матеріали — це індивідуальні речовини або їх суміші

Іноді, описуючи те, з чого зроблене тіло, використовують термін «матеріал». *Матеріал* — це речовина (або суміш речовин), яка використовується людиною для виготовлення предметів (мал. 30). Наприклад, фундамент будинків (тіло) заливають бетоном (матеріал), а бетон виготовляють із цементу, піску та води (речовин). Часто назви матеріалів і речовин збігаються. Наприклад, для виготовлення цвяхів використовують залізо. У такому випадку «залізо» позначає і матеріал, і речовину.

Кожне тіло має певні масу, об'єм, густину та властивості, тобто ознаки, за якими воно відрізняється від інших тіл або подібне до них. На малюнку 31 зображені тіла, виготовлені із заліза. Вони відрізняються за формою та призначенням, але подібні за властивостями: тверді, нерозчинні у воді, сірого кольору, тугоплавкі, проводять електричний струм і мають металічний блиск



**Мал. 31.** Тіла, виготовлені із заліза. Вони відрізняються за формою та призначенням, але подібні за властивостями: тверді, нерозчинні у воді, сірого кольору, тугоплавкі, проводять електричний струм і мають металічний блиск



**Мал. 32.** Тіла однакового розміру і форми, але виготовлені з різних речовин. Їх можна розрізнити за зовнішнім виглядом та властивостями

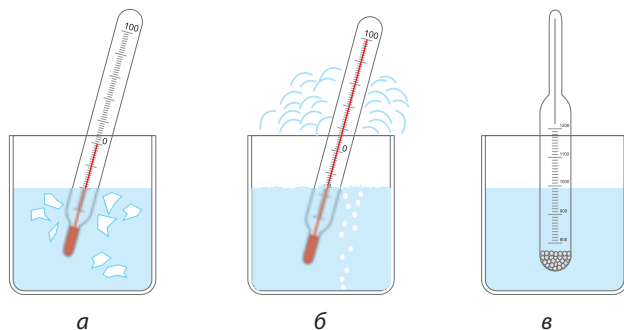
відрізняються за формою та розмірами, але мають цілу низку однакових властивостей, зумовлених тим, що всі вони виготовлені з однієї і тієї ж речовини. Отже, фізичні тіла, утворені тією самою речовиною, мають подібні властивості.

Тіла, зображені на малюнку 32, мають однакові форму й об'єм, але виготовлені з різних речовин. Вони мають різний колір, скляна куля — прозора, а залізна має металічний блиск і притягується магнітом. Речовини, з яких виготовлені ці кульки, мають різну густину, тому якщо їх помістити у воду, то кулька з деревини буде плавати на поверхні, а інші потонуть. Гумова і пластмасова пружні, якщо їх кинути на підлогу, вони будуть підстрибувати. А скляна кулька при цьому може розбитися. Отже, фізичні тіла, утворені різними речовинами, можуть мати однакоvu форму, але вони обов'язково відрізняються за своїми властивостями.

### Фізичні властивості речовин

*Властивості речовин* — це ознаки, за якими вони відрізняються одна від одної або подібні між собою. Визначивши основні ознаки та відмінності речовин, ми зможемо їх описувати, розрізнити і застосовувати. Дослідити речовину — це означає дізнатися про її властивості. Розрізняють *фізичні* і *хімічні* властивості. Фізичні властивості характеризують явища (або процеси), в яких не відбувається перетворення речовин одна на одну.

До *фізичних* властивостей речовин належать колір, запах, смак, здатність змінювати агрегатний стан (вона характеризується температурою плавлення та кипіння), густина, здатність проводити електричний струм і теплоту, розчинність у воді, пластичність тощо. Наприклад, за звичайних умов вода — це безбарвна рідина без смаку та запаху, яка замерзає при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , кипить при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , погано проводить електричний струм, її густина дорівнює  $1000\text{ кг/м}^3$ .



**Мал. 33.** Фізичні властивості води: *a* — замерзає при 0 °С; *б* — кипить при 100 °С, температуру замерзання і кипіння можна виміряти термометром; *в* — вода має густину 1000 кг/м<sup>3</sup>, її можна виміряти ареометром

Деякі фізичні властивості, такі як густину або температуру плавлення, можна виміряти (мал. 33). Відповідні дані для деяких речовин наведено в довідниках (див. Додаток 1). А такі властивості, як колір, запах або смак, визначаються тільки безпосереднім спостереженням, тому їх складно точно описати. Наприклад, комусь із нас море видається синім, а комусь — зеленим.

Нерідко колір речовини залежить від різних чинників. Так, речовини, що здаються безбарвними (наприклад, лід, скло), унаслідок подрібнення стають білими. Усі бачили мідь — блискучий метал червонуватого кольору, проте якщо його дуже сильно подрібнити, то за кольором він не відрізнятиметься від сухого ґрунту.

Цікаво, що...

Отже, кожній речовині притаманний певний набір властивостей. Звичайно ж, деякі властивості різних речовин можуть бути подібними. Наприклад, і цукор, і кухонна сіль — речовини білого кольору, обидві добре розчинні у воді. Проте цукор плавиться при температурі 185 °С, а кухонна сіль — при 800 °С, крім того, вони відрізняються за смаком. Дві різні речовини не можуть бути подібні одна до одної за всіма властивостями.

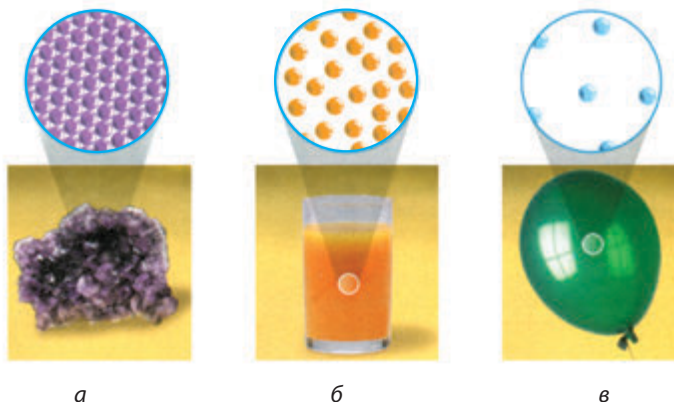
Чому ж різні речовини мають різні властивості? Справа в тому, що речовини складаються з дуже дрібних частинок — *атомів* або *молекул*. Саме вони визначають усі властивості речовин. Кожна речовина має свій унікальний набір атомів або молекул. Молекули різних речовин не подібні, часто вони відрізняються дуже суттєво, тому й утворені ними речовини відрізняються за властивостями.

## Агрегатні стани речовин

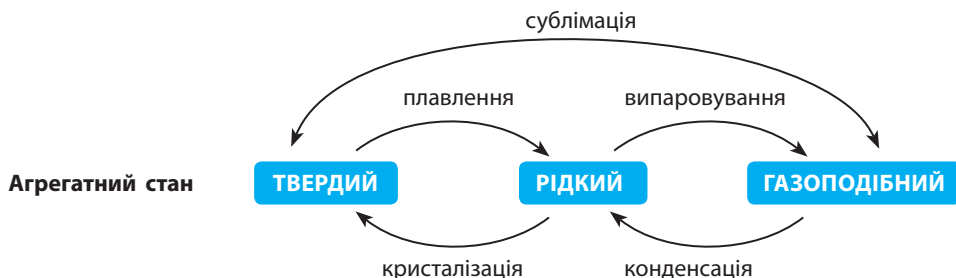
Описуючи фізичні властивості речовин, необхідно вказувати їхній агрегатний стан за звичайних умов: твердий, рідкий чи газоподібний. Агрегатний стан не є повною мірою фізичною властивістю речовини — це тільки стан речовини за певних умов.

Кожна речовина може перебувати в різних агрегатних станах. У *твердому стані* частинки речовини розміщені щільно та закріплені в певних місцях. Вони не можуть пересуватися одна відносно одної, а тільки коливаються навколо точки закріплення (мал. 34а). Тому тверді речовини майже не стискаються, не можуть текти і зберігають надану їм форму. У *рідкому стані* молекули так само розташовані щільно, але вони вільніші й можуть пересуватися одна відносно одної. Завдяки цьому рідкі речовини також майже не стискаються, але можуть текти і набувати форми посудини, у якій зберігаються (мал. 34б). У *газоподібному стані* молекули речовини перебувають на великих відстанях одна від одної та вільно рухаються. Унаслідок цього газуваті речовини легко стискаються та розширюються і займають весь об'єм посудини, у якій зберігаються, набуваючи її форми (мал. 34в).

При зміні температури і тиску речовина може змінювати свій агрегатний стан. Наприклад, коли на вулиці температура повітря нижча за 0 °С, вода в калюжах перетворюється на лід — замерзає, або, науковою мовою, *кристалізується*. Під час кипіння вода з рідкого стану переходить у газоподібний. Цей процес називається *випаровуванням*. А коли водяна пара охолоджується на холодній



**Мал. 34.** Будова речовин у різних агрегатних станах:  
а — тверда речовина; б — рідина; в — газ



Мал. 35. Назви переходів між агрегатними станами речовин

накривці каструлі, то відбувається зворотний процес — перехід із газоподібного стану в рідкий — *конденсація* (мал. 35).

Коли говорять про речовини в газоподібному стані, іноді разом з терміном «газ» використовують термін «випари». Випарами називають газ, що утворився внаслідок випаровування твердої або рідкої речовини. Так, у повітрі завжди присутні безбарвні й непомітні для очей випари води — водяна пара. А пара, що виділяється з чайника під час кипіння, складається не тільки з водяної пари, але й з найдрібніших крапель води, що утворюються внаслідок конденсації. У такий самий спосіб утворюються хмари та туман. Більшість речовин у певному діапазоні температури й тиску можуть одночасно перебувати в усіх трьох агрегатних станах. Одна з них — вода — в умовах нашої планети одночасно перебуває у вигляді твердої речовини (льоду), рідкої та газуватої (водяна пара в атмосфері).

Дізнайтеся більше

## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 1

### Ознайомлення з фізичними властивостями речовин

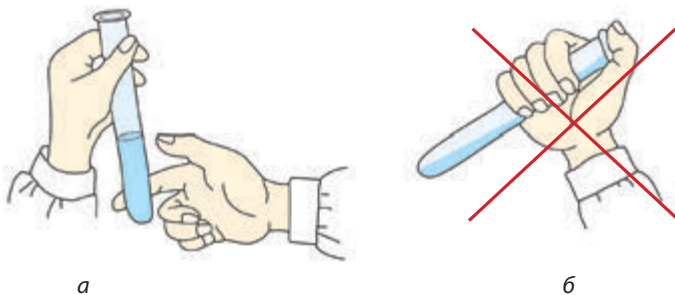


**Обладнання:** штатив для пробірок, шпатель, пробірка.

**Реактиви:** зразки міді, заліза, кухонної солі, вода, цукор, пісок, алюміній, мідний купорос тощо.

#### ! Правила безпеки:

- при виконанні дослідів використовуйте невеликі кількості реактивів;
- остерігайтеся потрапляння реактивів на одяг, шкіру, в очі.



**Мал. 36.** Перемішування рідини в пробірці:  
 а — правильно; б — неправильно

1. Розгляньте зразки виданих речовин. Визначте, у якому агрегатному стані перебувають речовини. Опишіть їхній колір, запах, відзначте наявність або відсутність металічного блиску. Ґрунтуючись на власному досвіді, зробіть висновок про здатність речовин проводити електричний струм і теплоту. Значення густини, температур кипіння та плавлення випишіть з довідника (див. Додаток 1).

2. Перевірте, чи розчинні речовини у воді. Для визначення здатності розчинятися у воді невелику кількість речовини помістіть у пробірку, долейте 1 мл води (у звичайній пробірці 1 мл води відповідає шару рідини приблизно на 1 см заввишки) і перемішайте, як показано на малюнку 36. Опишіть свої спостереження в зошиті.

3. Заповніть таблицю та зробіть висновки.

Характеристика речовини	Речовина		
Агрегатний стан			
Металічний блиск			
Колір			
Запах			
Електропровідність			
Теплопровідність			
Твердість			
Розчинність у воді			
Густина			
Температура кипіння			
Температура плавлення			





### Висновки:

1. Усі предмети, що нас оточують, називають тілами. Фізичне тіло — це предмет, що має сталу масу, форму та об'єм. Тіла утворені з речовин. Хімічна речовина — це субстанція, що має певний хімічний склад і характеризується певними фізичними та хімічними властивостями. Речовини або їх суміші, які людина використовує для виготовлення тіл, називають матеріалами.
2. Речовини мають певні ознаки, які називають властивостями речовин. Кожна речовина має свій власний, притаманний тільки їй набір фізичних властивостей. До фізичних властивостей речовин належать колір, запах, смак, температура плавлення, температура кипіння, густина, здатність проводити електричний струм і теплоту, розчинність у воді, пластичність тощо.
3. Фізичні властивості речовин зумовлені частинками, з яких вони складаються і які є носіями властивостей речовини та є мінімальною «порцією» цієї речовини.
4. Агрегатний стан — це характеристика речовини за певних умов. Розрізняють твердий, рідкий та газоподібний агрегатні стани. Вони відрізняються за можливістю стискування та здатністю текти.



### Контрольні запитання

1. Що означають і чим відрізняються терміни «фізичне тіло», «речовина», «матеріал»?
2. У чому полягає суть поняття «властивості речовин»?
3. Які властивості речовин належать до фізичних?
4. У яких агрегатних станах може перебувати речовина? Охарактеризуйте кожний з них.
5. Назвіть процеси зміни агрегатного стану: а) із твердого в рідкий; б) із рідкого в газоподібний; в) із твердого в газоподібний; г) із рідкого у твердий; д) із газоподібного в рідкий.



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Виберіть правильне твердження щодо води: а) рідина з густиною  $1 \text{ г/см}^3$  погано проводить електричний струм; б) рідина з характерним запахом і густиною  $0,9 \text{ г/см}^3$ ; в) тверда речовина жовтого кольору з температурою плавлення  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ .
2. Випишіть окремо назви речовин і тіл: а) ножиці; б) скло; в) вода; г) зошит; д) залізо; е) ложка; є) алюміній.

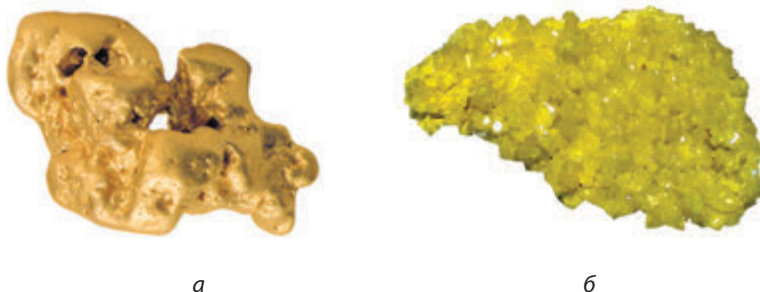
## ТЕМА І. ПОЧАТКОВІ ХІМІЧНІ ПОНЯТТЯ

3. Чим відрізняються: а) тіла однакової форми, виготовлені з різних речовин; б) тіла різної форми, виготовлені з однієї речовини?
4. Опишіть фізичні властивості алюмінію, цукру, кухонної солі за такими самими ознаками, як у лабораторному досліді. Для відповіді скористайтеся даними з таблиці Додатку 1.
5. За якими ознаками можна розпізнати залізо серед інших металів?
6. Порівняйте фізичні властивості: а) води та оцтової кислоти; б) крейди та графіту; в) міді й алюмінію. Відзначте подібність і відмінності у властивостях цих речовин. Для відповіді скористайтеся даними з таблиці Додатку 1.
7. За якими властивостями можна відрізнити: а) сіль від цукру; б) мідь від золота; в) пісок від заліза?
8. Заповніть таблицю за наведеним зразком, розподіливши назви тіл і відповідних їм речовин і матеріалів по стовпчиках: склянка, целюлоза, сковорідка, залізо, стілець, зошит, скло, авторучка, папір, чавун, деревина, пластмаса.

Тіло	Матеріал	Речовина
Пам'ятник	Бронза	Мідь і олово

9. Назвіть типи агрегатних переходів: а) кубик льоду в склянці перетворився на рідку воду; б) при високому тиску повітря стає рідким; в) якщо шматочок «сухого льоду» залишити на повітрі, то через деякий час він безслідно зникне; г) якщо крапля розплавленого металу падає на землю, то вона стає твердою; д) якщо шкіру протерти одеколоном, то незабаром на ній не залишиться й сліду рідини.
10. Поясніть, на яких властивостях речовин ґрунтується їхнє використання: а) із міді виготовляють електричні дроти; б) із золота виготовляють ювелірні прикраси; в) ванілін додають до кондитерських виробів; г) з алюмінію виготовляють фольгу; д) із графіту виготовляють стрижні для олівців.
11. Поясніть, чому цвяхи виготовляють із заліза, а не зі свинцю. Чому пам'ятники виготовляють з бронзи або граніту, а не зі скла?
- 12\*. Чому речовини мають різні властивості? Чому властивості деяких речовин подібні? Чи можуть дві речовини мати однакові температури плавлення, однакову густину, однаковий колір? Висловіть свої припущення.





**Мал. 37.** Рідкісні приклади чистих речовин у природі:  
а — самородне золото; б — самородна сірка

частинок іншої. Навіть ті речовини, які називають чистими, містять сторонні частинки інших речовин — *домішки*.

### Однорідні та неоднорідні суміші

У багатьох випадках ми не можемо розрізнити окремі речовини у складі суміші. Так, ми не помічаємо, що повітря — це суміш декількох газуватих речовин. На вигляд не можна визначити, що молоко — це суміш різних речовин, що більшість металевих предметів зроблено зі сплавів, а не з чистих металів. Такі суміші називають *однорідними*. У них частинки, які утворюють суміш, такі малі, що їх неможливо роздивитися неозброєним оком (мал. 38).



а

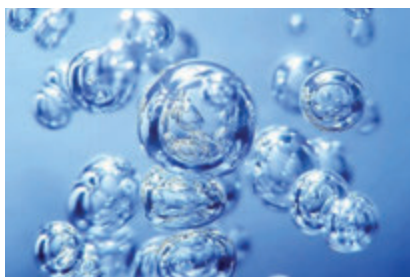


б

**Мал. 38.** Однорідні суміші:  
а — морська вода; б — пряжка ременя з латуні — суміші міді та цинку



а



б

**Мал. 39.** Неоднорідні суміші:

а — у граніті можна побачити вкраплення різних мінералів;

б — у газованій воді видно бульбашки вуглекислого газу

Коли ми п'ємо чай, каву або інші напої, ми маємо справу з *водними розчинами* різних речовин. Окремі частинки цукру або інші сполуки в них побачити неможливо, тому всі розчини є однорідними сумішами.

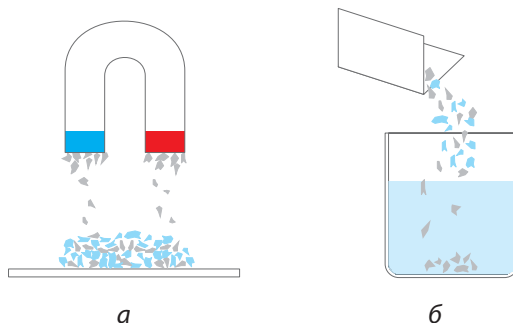
Розглядаючи граніт (мал. 39а), можна помітити в ньому рожеві зерна та прозорі кристали. Це приклад *неоднорідної* суміші. У таких сумішах окремі речовини помітні неозброєним оком.

### Властивості чистих речовин і сумішей

На малюнку 40 частинки двох чистих речовин схематично зображені у вигляді кульок різного кольору. Перемішаємо ці кульки. Чи змінилися вони після цього? Ні, вони просто перемішалися. Ані форма, ані розмір, ані колір кульок унаслідок змішування не змінилися. Так і в суміші всі речовини — компоненти — зберігають свої властивості. Отже, ґрунтуючись на цих властивостях, суміші можна розділити на окремі компоненти.



**Мал. 40.** У суміші властивості речовин не змінюються



**Мал. 41.** Залізо із суміші з сіллю притягується магнітом (а), а сіль не втрачає здатності розчинятися (б)

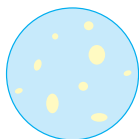
Наприклад, якщо піднести магніт до суміші залізного порошку та кухонної солі, то залізо до нього притягнеться, а сіль — ні (мал. 41). Якщо цю суміш помістити у воду, то сіль розчиниться, а залізо — ні.

Цукор має солодкий смак, а лимонна кислота — кислий. Спробуйте розчинити у воді невелику кількість цукру й лимонної кислоти. Який смак матиме ця суміш? Кислий плюс солодкий дорівнює кисло-солодкий. Отже, кожна речовина в суміші не змінює своїх властивостей і надає деяких своїх властивостей усій суміші.

Цікаво, що...

На принципі зберігання властивостей речовин у суміші ґрунтується виготовлення матеріалів, адже більшість матеріалів є сумішами. Наприклад, чисте золото є дуже м'яким металом, предмети з якого можуть зіпсуватися навіть від слабого удару. Тому для виготовлення ювелірних виробів до золота обов'язково додають певну кількість міді або срібла. Звичайно ж, колір такої суміші (сплаву) трохи відрізняється від кольору чистого золота, проте вироби з неї стають значно міцнішими.

### Як відрізнити чисту речовину від суміші?



**Мал. 42.** Зображення крапельки молока під мікроскопом

Це легко зробити, якщо суміш неоднорідна і її окремі компоненти добре видно, як, наприклад, піщинки у воді. Чиста речовина завжди однорідна, тож навіть у разі значного збільшення її зображення під мікроскопом усі частинки, з яких вона складається, матимуть однаковий вигляд.

Іноді, щоб відрізнити суміш від чистої речовини, можна скористатися мікроскопом. Молоко



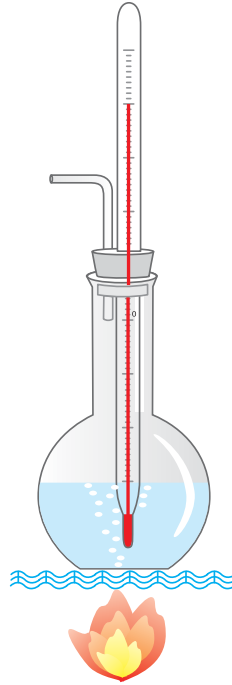
має вигляд однорідної рідини, але під мікроскопом у ньому видно дрібні крапельки жиру, що плавають у рідині (мал. 42). Але навіть під найсильнішим мікроскопом ми не зможемо побачити окремих частинок у водному розчині цукру. Розчин, звісно, набуде солодкого смаку, але в хімічній лабораторії куштувати речовини не можна!

У цьому випадку нам допоможуть знання про фізичні властивості речовин. Хоча кожна речовина надає своїх властивостей суміші, але ніколи суміш не має таких самих властивостей, як кожна з чистих речовин окремо. Наприклад, температура, при якій плавиться сплав олова та свинцю, нижча за температуру плавлення чистого олова або чистого свинцю. Морська вода або розчин солі у воді замерзає при нижчій, а кипить при вищій температурі, ніж чиста вода. У цьому випадку досить виміряти температуру плавлення або кипіння суміші (мал. 43) і порівняти результат із даними довідника для чистих речовин. Якщо є відхилення від довідкових даних, то досліджувана речовина не чиста, а є сумішшю.

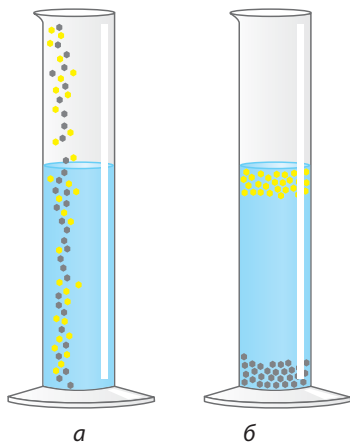
### Розділення сумішей

Суміш можна розділити на окремі компоненти, якщо знати їхні фізичні властивості. Суміш, компоненти якої суттєво відрізняються за властивостями, розділити легко. Але якщо властивості речовин подібні, цей процес ускладнюється. Сучасні хіміки навчилися розділяти майже будь-які суміші, навіть такі, що містять велику кількість компонентів.

У воді, зачерпнутій з річки, є домішки мулу, піску та розчинених солей. Пісок від води можна легко відокремити відстоюванням — важкі піщинки швидко осідатимуть на дні. Цей метод називають *відстоюванням*. Він ґрунтується на тому, що легші речовини спливають на поверхню, а важчі — осідають на дно



**Мал. 43.** Вимірювання температури кипіння: рідина всередині колби нагрівається на пальнику, а термометр покаже температуру, при якій рідина закипить



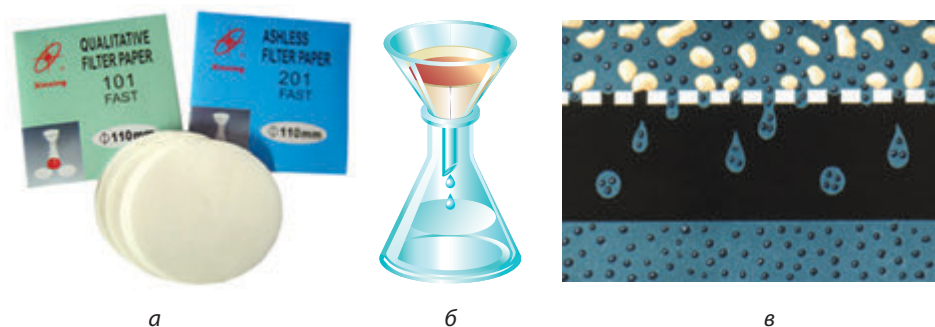
**Мал. 44.** Якщо суміш сірки із залізом потрапляє у воду (а), то частинки сірки спливають, а заліза — тонуть (б)

посудини (мал. 44). Цим методом можна відокремити, наприклад, вершки від свіжого молока, оскільки крапельки жиру легші за воду і спливають на поверхню, утворюючи вершки.

Якщо частинки в рідині дуже подрібнені й майже не осідають, то їх можна відокремити *фільтруванням*. Наприклад, для очищення річкової води від річкового мулу її можна пропустити крізь фільтр. У хімічних лабораторіях використовують спеціальний фільтрувальний папір (мал. 45а). Це звичайний папір, у якому дуже маленькі пори (отвори). Для фільтрування суміш води з мулом наливають у лійку з паперовим фільтром (мал. 45б). Молекули води дуже дрібні, набагато дрібніші за будь-які тверді частинки, які

видно неозброєним оком. Вони легко проходять крізь пори у фільтрі, а великі частинки, розмір яких більший за розмір пор, затримуються фільтром (мал. 45в).

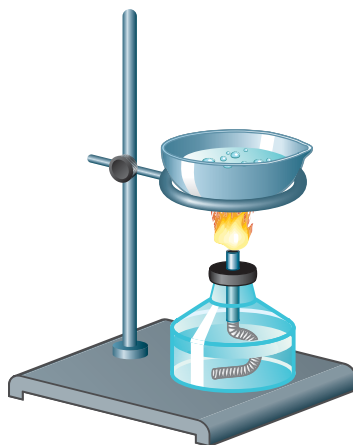
Фільтруванням можна розділити тільки неоднорідні суміші. В однорідних сумішах із водою (розчинах) розчинені частинки за розмірами подібні до молекул води і легко проходять крізь фільтр. Але такі суміші можна розділити *випарюванням* або *перегонкою*.



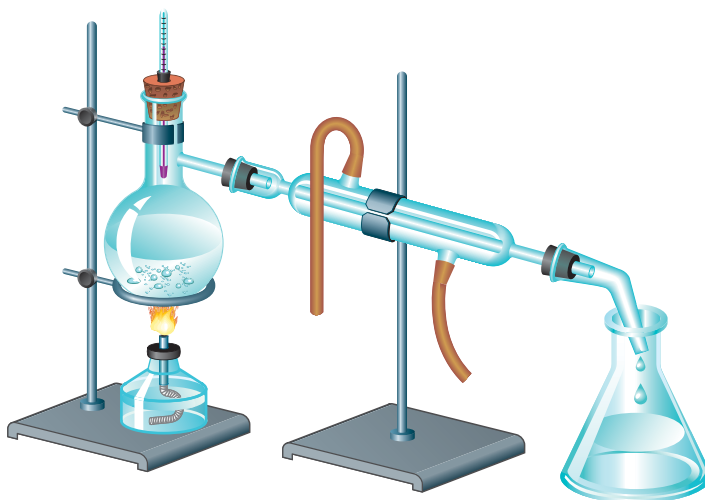
**Мал. 45.** Для розділення сумішей фільтруванням використовують фільтрувальний папір (а), крізь який пропускають неоднорідну суміш із водою (б). При цьому великі частинки, розмір яких більший за пори фільтра, затримуються, а вода й дрібніші частинки просочуються (в)

Якщо необхідно виділити розчинені речовини, розчин наливають у порцелянову чашку й випарюють (мал. 46). Вода випарується, а розчинені речовини залишаються на дні чашки. Випарюванням можна розділити суміш нелеткої речовини з легкою.

Для розділення сумішей двох летких речовин випарювання застосовувати не можна. Суміш таких речовин можна розділити *перегонкою* (мал. 47). Для цього суміш поміщають у колбу і нагрівають. Рідина, що кипить при нижчій температурі, випаровується першою, і її випари потрапляють у холодильник. У холодильнику вони конденсуються (перетворюються на рідину), і в приймач стікає краплями чиста рідина. Цей метод розділення сумішей називають ще *дистиляцією*, тому воду, очищену в такий спосіб, називають *дистильованою*.



**Мал. 46.** При випарюванні розчин нелеткої речовини у воді нагрівають до повного випаровування води



**Мал. 47.** Прилад для перегонки складається з колби з термометром для контролю температури випарів, холодильника, у якому охолоджуються випари, і приймача, де збирається очищена рідина

Перегонкою можна розділити однорідну суміш двох рідин, які киплять при різних температурах, наприклад, суміш спирту з водою. При нагріванні такої суміші спочатку випаровується і збирається в приймачі рідина з нижчою температурою кипіння — спирт. Коли весь спирт википить, рідина в колбі продовжить нагріватися, а при температурі 100 °С почне випаровуватися вода.

Дією магніту можна виділити з неоднорідної суміші речовину, яка має магнітні властивості (мал. 41, с. 46).

Використовуючи описані методи, можна розділити більшість сумішей на чисті речовини, з якими мають справу більшість хіміків.

### Лінгвістична задача

- Грецькою мовою суміші називають словом «міксіс». Яке значення, на вашу думку, мають слова «мікстура», «міксер»?
- У перекладі з латинської *distille* означає «крапля». Як ви вважаєте, чому перегонка рідин отримала назву «дистиляція»?



### Висновки:

1. Чисті речовини утворені з однакових частинок, а суміші — з різних складових частинок. Чисті речовини, що містяться у складі сумішей, називають компонентами суміші. У неоднорідних сумішах частинки компонентів видно неозброєним оком, а в однорідних сумішах окремих компонентів не видно, і на вигляд вони здаються чистими речовинами.
2. У сумішах речовини зберігають свої властивості і надають їх суміші. На цьому ґрунтується можливість розділення суміші речовин на чисті речовини. Для розділення сумішей найчастіше використовують фільтрування, відстоювання, випарювання, перегонку та дію магнітом.



### Контрольні запитання

1. Дайте визначення суміші. Які суміші називаються однорідними, а які — неоднорідними? Наведіть приклади.
2. Чи існують у природі абсолютно чисті речовини?
3. Чи змінюються властивості речовин у суміші? Чому?
4. Як відрізнити чисту речовину від суміші речовин?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Чим відрізняються суміші від чистих речовин? Виберіть правильні відповіді: а) чисті речовини утворені однаковими молекулами, а суміші — різними; б) чисті речовини утворені різними молекулами,

- а суміші — однаковими; в) у суміші речовини змінюють свої властивості; г) унаслідок змішування властивості компонентів суміші не змінюються; д) у властивостях суміші виявляються властивості її окремих компонентів.
- Випишіть окремо назви сумішей і чистих речовин: кисень, річкова вода, водопровідна вода, мінеральна вода, дистильована вода, кухонна сіль, повітря, цукор, бензин, кров, зубна паста, золото, попіл.
  - Однорідна чи неоднорідна суміш утворюється внаслідок змішування: а) одеколону та води; б) борошна та води; в) меду та чаю; г) піску та каміння; д) бензину та води?
  - Чому не вдається виділити жир зі свіжого молока фільтруванням?
  - Наведіть не менше п'яти прикладів однорідних і неоднорідних сумішей, які трапляються вам у повсякденному житті.
  - Які методи розділення сумішей вам відомі? На яких властивостях речовин вони ґрунтуються? Наведіть приклади сумішей, які можна розділити цими методами. Свою відповідь оформте у вигляді таблиці:

Тип суміші	Метод розділення	Короткий опис методу	На яких властивостях речовин ґрунтується метод	Приклад сумішей
Однорідна	1. 2.			
Неоднорідна	1. 2. 3. 4.			

- У який спосіб можна розділити суміші: а) води та бензину; б) цукру та піску; в) піску та тирси; г) борошна та ошурок; д) крохмалю та цукру?
- Наведіть приклад використання методу відстоювання у побуті.
- 9\*. Що являє собою питна вода? Дізнайтесь, як вода потрапляє до вашої домівки. Чи можна вважати водопровідну воду чистою? Чи може в природі існувати чиста вода? Поговоріть з дорослими та дізнайтесь, яких заходів можна вжити, щоб поліпшити якість питної води.

- Особливо чисті речовини слід зберігати правильно. Так, особливо чисту воду можна зберігати лише в посуді з кварцу й без доступу повітря. Звичайне скло та повітря дуже слабко, але розчиняються у воді й «забруднюють» її.
- У стародавні часи торговці для того, щоб відрізнити золоту монету від мідної або іншої із жовтим кольором, пробували її «на зуб». Якщо зуби залишали слід на поверхні монети, це означало, що монета зроблена із чистого золота. Саме через це більшість стародавніх золотих монет, які збереглися до наших часів, погнуті або покусані.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

## Розділення неоднорідної суміші



**Обладнання:** нагрівальний прилад, сірники, лабораторний штатив із кільцем і муфтою, скляна паличка, хімічні склянки, мірний циліндр, лійка, порцелянова чашка, шпатель або ложечка, фільтрувальний папір.

**Реактиви:** кухонна сіль, пісок, вода.

**! Правила безпеки:**

- пригадайте правила роботи з нагрівальними приладами;
- пригадайте правила безпеки при нагріванні.

1. У хімічну склянку шпателем помістіть невелику кількість суміші кухонної солі з піском і додайте мірним циліндром 10–20 мл води. Скляною паличкою ретельно перемішайте суміш до повного розчинення солі.

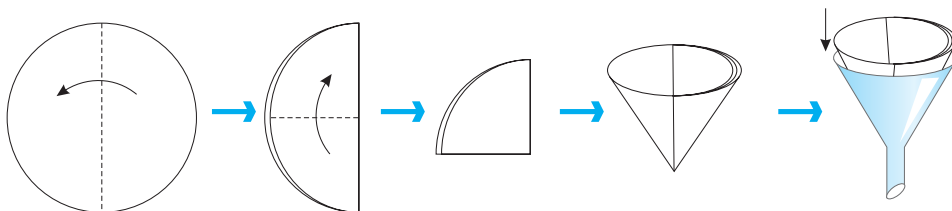
2. Складіть фільтр із фільтрувального паперу, як показано на малюнку 48, і відфільтруйте пісок.

3. Складіть прилад для випарювання (див. мал. 25 б, с. 30). Використовуючи скляну паличку, перелийте фільтрат (рідину, що пройшла крізь фільтр) у порцелянову чашку. Запаліть спиртівку і випаруйте воду. На дні чашки залишиться чиста сіль.

4. За результатами практичної роботи зробіть висновки.

При формулюванні висновків дайте відповіді на запитання:

1. Які методи розділення сумішей ви використали в цій роботі?
2. Які властивості солі й піску дозволяють використовувати саме ці методи для розділення суміші?



Мал. 48. Складання паперового фільтра



## § 6. Атоми. Молекули

### АТОМИ

Ще понад дві тисячі років тому вчені замислювалися над тим, із чого складаються речовини. Розмірковуючи над цим питанням, відомий давньогрецький філософ Демокріт припустив, що всі речовини мають складатися з певних частинок із дуже маленькими масами. Він назвав їх атомами, що означає «неподільні».

Існування атомів було доведено порівняно недавно, лише в XIX столітті, і разом із тим учені встановили, що атом не є неподільною частинкою. Атом складається з *ядра*, навколо якого рухаються *електрони*. Ядро будь-якого атома позитивно заряджене, а електрони мають негативний заряд. За рахунок цього електрони притягуються до ядер й обертаються навколо них на певних відстанях. У такий спосіб утворюється атом.

Заряд в електронів дуже маленький. Частинок із меншим зарядом у природі не існує, тому заряд електрона приймають за одиницю. Оскільки він негативний, то заряд електрона становить  $-1$ . Заряд ядер атомів також вимірюється в умовних одиницях, але зі знаком «+». В атомах позитивний заряд ядер нейтралізується негативним зарядом електронів, унаслідок чого атом не має електричного заряду. Якщо заряд ядра атома дорівнює  $+1$ , то такий атом містить один електрон (у сумі  $+1 - 1 = 0$ ), а якщо заряд ядра дорівнює  $+3$ , то атом містить три електрони і т. д.



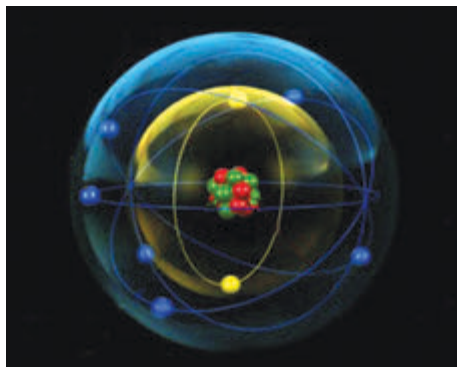
Атоми — це найдрібніші електронейтральні частинки речовини, які складаються з позитивно зарядженого ядра й негативно заряджених електронів, що рухаються навколо ядра.

На початку XX століття датський фізик Ернест Резерфорд запропонував одну з перших моделей будови атомів. Він порівнював атом із Сонячною системою (мал. 49, 50, с. 54). Але це порівняння дуже приблизне, оскільки атом має складнішу будову, з якою ви ознайомитеся в наступному класі.

Розміри атомів дуже маленькі — близько  $10^{-10}$  м ( $0,0000000001$  м), а ядро атома ще менше: його діаметр становить близько  $10^{-15}$  м ( $0,000000000000001$  м), тобто в сто тисяч разів менший, ніж діаметр атома.



**Мал. 49.** Будова Сонячної системи. Планети обертаються навколо Сонця



**Мал. 50.** Будова атома. Електрони обертаються навколо ядра атома

Дізнайтеся більше

У природі електронейтральні атоми трапляються досить рідко. Найчастіше в результаті певних дій (здебільшого в хімічних реакціях) атоми віддають або приєднують електрони. У цьому випадку заряд ядра вже не компенсується зарядом електронів, і атом перетворюється на електрично заряджену частинку. Такі частинки називають *йонами*.

Якщо атом приєднує електрони, то в нього з'являється надмірний негативний заряд і він перетворюється на *негативно заряджений йон* із зарядом  $-1$ .

$$0 + (-1) = -1$$

Відповідно, якщо атом приєднує два електрони, то заряд йона дорівнює  $-2$ :

$$0 + 2 \cdot (-1) = -2$$

Якщо ж атом втрачає електрони, то він перетворюється на *позитивно заряджений йон*. Заряд йона, який утворюється внаслідок втрати атомом одного електрона, дорівнює  $+1$ :

$$0 - (-1) = +1$$

Якщо ж атом втрачає два або три електрони, заряд його йона дорівнює відповідно  $+2$  або  $+3$ :

$$0 - 2 \cdot (-1) = +2$$

$$\text{або } 0 - 3 \cdot (-1) = +3$$

Багато речовин складаються з протилежно заряджених йонів, зокрема звичайні кухонна сіль та сода.



Звичайна кухонна сіль складається з йонів, тобто є речовиною йонної будови

## Молекули

Із різних атомів можуть «складатися» різноманітні молекули. Атоми з'єднуються один з одним у певному порядку за допомогою особливих хімічних зв'язків.

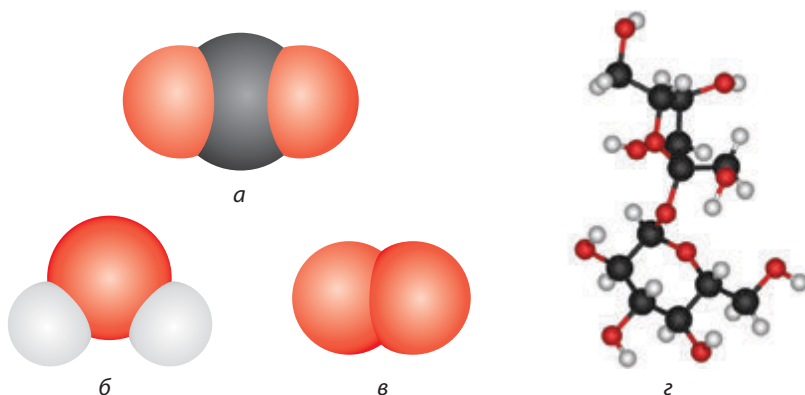
В одній молекулі може об'єднуватися різне число атомів, причому атоми можуть сполучатися в різному порядку. У цьому випадку утворюються молекули різних речовин. Наприклад, молекула кисню складається з двох атомів, молекула води — з трьох, а молекула сахарози — із сорока п'яти. Якщо атоми умовно уявити у вигляді маленьких кульок, то молекули матимуть вигляд набору різних кульок певної форми та розмірів (мал. 51).

Склад та будова молекул речовин зумовлюють їхні властивості. Різні речовини мають різні молекули, а отже, й різні властивості.



Молекули — це найдрібніші частинки речовини, здатні існувати самостійно і є носіями хімічних властивостей речовин.

Властивості молекул суттєво впливають не тільки на хімічні, але й на фізичні властивості речовин. Якщо молекули важкі та щільно розташовані одна відносно одної, то така речовина буде мати значну густину. Якщо молекули сильно притягуються одна до одної, то таку речовину складно розплавити та випарити. Кожна молекула має певну форму й розмір, від цього залежить, чи матиме речовина запах. А здатність молекул поглинати видиме світло визначатиме колір речовини.



**Мал. 51.** Моделі молекул: *a* — вуглекислого газу; *б* — води; *в* — кисню; *г* — сахарози.

Моделі можна зображувати як кульки, що перекриваються, або як кульки, сполучені зв'язками в одну молекулу

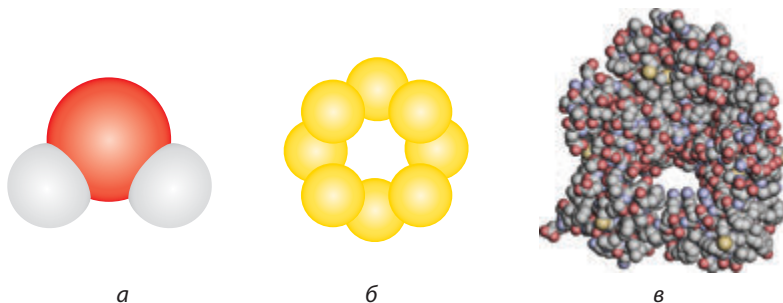
Хоча поняття про найдрібніші частинки речовини і термін «атом» існують ще з античних часів, термін «молекула» в хімічній мові з'явився порівняно недавно. Одним із перших учених сучасної хімії був Роберт Бойль. Найдрібніші частинки речовини він назвав «корпускулами», що латиною означає «маленьке тіло», «тільце» або «частинка». Через півстоліття ці частинки стали називати «масовими частинками» або «мас-корпускулами». А оскільки латиною слово «маса» вимовляється як «молес», то «молес-корпускули» згодом скорочено перетворилися на «молекули».

### Атоми і молекули в речовинах

Молекули та атоми — це частинки, з яких складаються речовини. Коли ми говоримо про найдрібніші частинки речовини, то майже завжди маємо на увазі молекули. Молекули бувають найрізноманітнішими. Наприклад, молекула кисню складається з двох атомів, а молекула сірки трохи більша — вона складається з восьми атомів. Молекули білків, що містяться у складі всіх живих організмів, набагато більші, у них налічується сотні тисяч, а іноді й мільйони атомів (мал. 52).

Існують речовини, молекули яких складаються лише з одного атома. До них належить, наприклад, гелій (газ, яким наповнюють повітряні кульки), а також деякі інші речовини. Про речовини, які складаються з молекул, говорять, що вони мають молекулярну будову.

У багатьох речовинах взагалі важко виділити окремі молекули. Наприклад, алмази складаються з атомів, які дуже міцно зв'язані один з одним (мал. 53). Можна сказати, що кожний алмаз — це



**Мал. 52.** Молекули речовин молекулярної будови:

*a* — молекула води складається з трьох атомів; *б* — сірки — з восьми;  
*в* — білка — із сотень тисяч



**Мал. 53.** Алмаз складається з величезної кількості атомів, з'єднаних один з одним у певному порядку. Він має атомну будову

одна величезна молекула (супермолекула), яка складається із сотень тисяч мільярдів атомів. Таких речовин доволі багато, і щодо них термін «молекула» зазвичай взагалі не застосовують. Про такі речовини говорять, що вони складаються з атомів і мають атомну будову. Атомну будову мають метали, кварц, графіт і багато інших речовин.

Структура речовин дуже впливає на їхні фізичні властивості. Між окремими молекулами взаємодія значно слабша, ніж між атомами або йонами, тому речовини молекулярної будови дуже крихкі й характеризуються низькими температурами плавлення та кипіння. Якщо речовина за звичайних умов перебуває в рідкому або газоподібному стані, то вона однозначно має молекулярну будову.

Тверді речовини молекулярної будови при нагріванні зазвичай досить легко розплавляються. До речовин із молекулярною будовою належать вода, кисень, азот, вуглекислий газ, сірка, поліетилен, спирт тощо. Речовини немoleкулярної будови за звичайних умов завжди перебувають у твердому агрегатному стані. Завдяки сильній взаємодії між атомами та йонами вони мають високі температури плавлення та кипіння.

Дізнайтеся більше



### Висновки:

1. Речовини можуть складатися з атомів та молекул. Найдрібнішою хімічно неподільною частинкою речовини є атом. Атом складається з позитивно зарядженого ядра, навколо якого обертаються негативно заряджені електрони (кожний електрон має заряд  $-1$ ).

2. Число електронів в атомі дорівнює заряду ядра атома. Унаслідок цього атом — електронейтральна частинка.
3. Атоми з'єднуються один з одним, утворюючи молекули. У молекулі може міститися різне число атомів: від двох до мільйонів.
4. Молекула — найдрібніша частинка речовини, що є носієм її властивостей. Склад і будова молекул зумовлюють як хімічні, так і фізичні властивості речовин.



### Контрольні запитання

1. З яких частинок можуть складатися речовини?
2. Які частинки називають атомами, молекулами?
3. Із чого складаються атоми?
4. Який заряд мають атомні ядра й електрони?
5. Чим відрізняються атоми від молекул?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. У складі атомів містяться заряджені частинки, проте атоми є електронейтральними. Чому?
2. Як змінюється заряд атомів, якщо вони віддають або приєднують електрони?
3. Скільки електронів міститься у складі атома, якщо заряд його ядра дорівнює +8?
4. Чи відрізняються розміри атомів і молекул? Чому? Яка частинка менша?
5. Чим відрізняються за складом і властивостями речовини молекулярної і немoleкулярної будови?
6. У протонів — частинок у ядрі атомів — та електронів заряди однакові за величиною, але протилежні за знаком. Якщо в атомі міститься 15 протонів, то скільки електронів буде в цьому атомі?
7. Скільки атомів буде міститися в молекулі, якщо вона утворилася об'єднанням однієї молекули води й однієї молекули вуглекислого газу?
8. Визначте заряд частинки, якщо вона містить: а) ядро із зарядом +26 та 26 електронів; б) ядро із зарядом +8 та 10 електронів; в) ядро із зарядом +11 та 10 електронів; г) ядро із зарядом +6 та 6 електронів; д) ядро із зарядом +9 та 10 електронів; е) ядро із зарядом +12 та 10 електронів.
9. Сірка складається з молекул, що містять по 8 атомів, а в графіті окремих молекул виділити неможливо. Яку з цих речовин легше розплавити?
- 10\*. Знайдіть у додаткових джерелах інформацію про характерні властивості молекул та їхній вплив на властивості речовини.

- Якщо атом збільшити до розмірів яблука, то в такому разі яблуко збільшиться до розмірів земної кулі.
- У чайній ложці води атомів у вісім разів більше, ніж чайних ложок води в Атлантичному океані.
- Платон вважав, що найдрібніші частинки речовини (матерії) мають вигляд правильних багатогранників.

## § 7. Хімічні елементи

Іншого нічого в природі немає  
 Ні тут, ні там, у космічних глибинах.  
 Усе: від піщинок малих до планет —  
 З елементів складається єдиних.  
*С. Щипачов «Читаючи Менделєєва»*

### Поняття про хімічні елементи

Усі речовини складаються з молекул або атомів. Молекули та йони утворюються з атомів. Отже, усе в природі складається з атомів. Усього на Землі та в космічному просторі виявлено 89 різних видів атомів, ще 29 видів добуто вченими штучно. Вони дуже нестійкі й існують у вигляді кількох окремих атомів протягом лише кількох секунд від моменту добування.

Атоми різних видів відрізняються за масою, розміром, будовою та зарядом атомних ядер. Атоми одного виду однакові за розмірами, мають приблизно однакову масу та подібну будову, але обов'язково — однаковий заряд ядра. Атоми певного виду називають хімічним елементом.



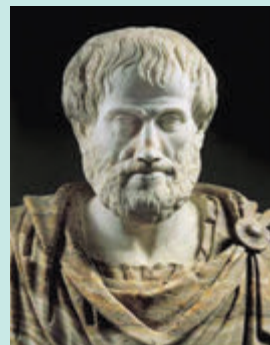
Хімічний елемент — це різновид атомів з однаковим зарядом ядра.

Заряд ядра атома — це найважливіша характеристика хімічного елемента, з якої можна багато дізнатися про властивості атомів і утворених ними речовин. Наприклад, за зарядом ядра можна визначити число електронів у атомі хімічного елемента, яке визначає хімічні властивості сполук, утворених цим елементом.

Найдавніше поняття про елементи пов'язане з античним філософом Арістотелем, який створив першу наукову картину світу. Згідно



Античний філософ, учень Платона, вихователь Александра Македонського. Навчався в Академії у Платона в місті Афіни. Заснував власну школу — Лікей, де розробив унікальну для Греції систему освіти — коли вчитель не просто розмовляє з учнями, а читає їм заздалегідь підготовлені та записані на сувоях лекції. Його винаходом також є розділення лекцій на різні курси — наукові дисципліни — логіку, фізику, астрономію, метеорологію, зоологію, політику, етику, риторику тощо. Арістотель належить до числа найбільш різносторонніх давньогрецьких учених. Твори Арістотеля охоплюють усі галузі знань того часу.



**Арістотель**  
(384–322 рр. до н. е.)

з нею, усі тіла складаються з різних комбінацій п'яти елементів: землі, води, повітря, вогню й ефіру.

### Назви та символи хімічних елементів

Усі хімічні елементи мають назви й умовні позначення — *хімічні символи*. За основу українських назв елементів взято їхні латинські назви. Назви хімічних елементів записують з великої літери. Як символи хімічних елементів використовуються перші літери їхніх латинських назв.

Наприклад, хімічний елемент із зарядом атомного ядра +1 називається Гідрогеном, його символ **H** відповідає першій літері латинської назви *Hydrogenium*. Хімічний елемент із зарядом ядра +8 називається Оксигеном (від латин. *Oxygenium*) і позначається символом **O**.

Якщо перша літера в назві елемента вже використовується для позначення іншого елемента, то до неї додається одна з наступних літер, наприклад, символ Гелію — **He**, Меркурію — **Hg** (від латин. *Hydrargyrum*).

Усі відкриті на сьогодні хімічні елементи зведено в таблицю — *Періодичну систему хімічних елементів Д. І. Менделєєва*.

Символи та назви елементів — це літери хімічної мови. Цією мовою розмовляють усі хіміки світу. І вам також треба вивчити «алфавіт» хімічної мови. Символи хімічних елементів, які часто використовуються на уроках хімії, наведено в таблиці 1.

Назви хімічним елементам переважно давали вчені, які вперше їх відкривали. Тільки елементи, які відомі з глибокої давнини, мають назви, що склалися історично.

Таблиця 1. Назви та символи хімічних елементів

Українська назва елемента	Латинська назва елемента	Хімічний символ	Вимова у формулі
Алюміній	Aluminium	Al	Алюміній
Аурум	Aurum	Au	Аурум
Аргентум	Argentum	Ag	Аргентум
Арсен	Arsenicum	As	Арсен
Барій	Barium	Ba	Барій
Бор	Borium	B	Бор
Бром	Bromium	Br	Бром
Гідроген	Hydrogenium	H	Аш
Йод	Iodum	I	Йод
Калій	Kalium	K	Калій
Кальцій	Calcium	Ca	Кальцій
Карбон	Carboneum	C	Це
Купрум	Cuprum	Cu	Купрум
Магній	Magnesium	Mg	Магній
Манган	Manganum	Mn	Манган
Меркурій	Hydrargyrum	Hg	Гідраргірум
Натрій	Natrium	Na	Натрій
Нітроген	Nitrogenium	N	Ен
Оксиген	Oxygenium	O	О
Плюмбум	Plumbum	Pb	Плюмбум
Силіцій	Silicium	Si	Силіцій
Станум	Stannum	Sn	Станум
Сульфур	Sulfur	S	Ес
Ферум	Ferrum	Fe	Ферум
Флуор	Fluorum	F	Флуор
Фосфор	Phosphorus	P	Пе
Хлор	Chlorum	Cl	Хлор
Цинк	Zincum	Zn	Цинк



Мал. 54. Алхімічні позначення хімічних елементів

і сім металів: золото, срібло, мідь, залізо, олово, свинець і ртуть. Чому б не об'єднати їх парами? Саме тоді золото почали співвідносити із Сонцем, срібло — з Місяцем, мідь — із Венерою, ртуть — із Меркурієм (мал. 54). А хімічні перетворення пояснювалися міфологічними сюжетами.

Назви деяких елементів пов'язані з мінералами, у яких вони вперше були виявлені: Алюміній, Літій, Бор та інші.

Елементи називали на честь богів (Титан, Прометій) і вчених (Ейнштейній, Менделевій, Нобелій). У назвах деяких елементів звучать назви космічних тіл (Гелій, Уран, Телур, Селен), країн і континентів (Францій, Германій, Америцій).

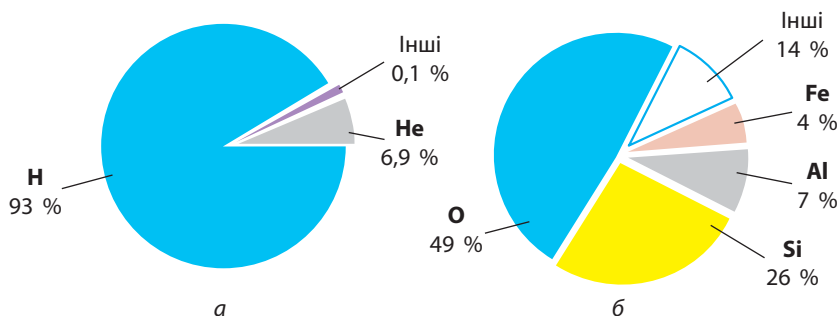
Цікаво, що...

- Деяким недавно відкритим елементам ще не дано назви, тому їх тимчасово позначають із використанням порядкового номера в Періодичній системі. Наприклад, елемент із номером 117 називають Унунсептій (ун — латинською «один», а *септа* — «сім») і позначають Uus, а елемент № 118 — Унуноктій (*окта* — латинською «вісім») і позначають Uuo.

## Поширеність хімічних елементів у природі

Атоми елементів, що трапляються в природі, розподілені в ній дуже нерівномірно. У космосі найпоширенішим елементом є Гідроген — перший елемент Періодичної системи. На його частку припадає близько 93 % усіх атомів Всесвіту (мал. 55а). Близько 6,9 % становлять атоми Гелію — другого елемента Періодичної системи. Решта 0,1 % припадає на всі інші елементи.

Поширеність хімічних елементів у земній корі значно відрізняється від їхньої поширеності у Всесвіті (мал. 55б). У земній корі най-



**Мал. 55.** Поширеність хімічних елементів: *a* — у Всесвіті (у відсотках від загального числа атомів); *б* — у земній корі (у відсотках від загальної маси)

більше атомів Оксигену та Силіцію. Разом з Алюмінієм і Ферумом вони формують основні сполуки земної кори. А Ферум і Нікол — основні елементи, з яких утворене ядро нашої планети.

Живі організми також складаються з атомів різних хімічних елементів. В організмі людини найбільше міститься атомів Карбону, Гідрогену, Оксигену та Нітрогену.



### Висновки:

1. Атоми можуть бути різних видів. Атоми одного виду називають хімічним елементом. Атоми одного хімічного елемента мають однаковий заряд атомного ядра.
2. Хімічні елементи позначають літерами латинського алфавіту за латинською назвою елемента.
3. Найпоширенішим елементом у Всесвіті є Гідроген. У земній корі найбільше міститься атомів Оксигену.



### Контрольні запитання

1. Дайте визначення хімічного елемента.
2. Чим відрізняються атоми різних хімічних елементів?
3. Скільки хімічних елементів знайдено в природі? Скільки всього елементів відкрито вченими?
4. За якою ознакою атом відносять до того або іншого хімічного елемента? Виберіть правильну відповідь: а) розмір атома; б) маса атома; в) заряд ядра атома; г) число електронів в оболонці атома.
5. Який елемент є найпоширенішим у Всесвіті? Виберіть правильну відповідь: а) Гідроген; б) Оксиген; в) Силіцій; г) Гелій.

6. Який елемент є найпоширенішим у земній корі? Виберіть правильну відповідь: а) Гідроген; б) Оксиген; в) Силіцій; г) Гелій.
7. Чому символи одних елементів складаються з однієї літери, а символи інших — із двох?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Запишіть символи, якими позначають елементи: Купрум, Меркурій, Гідроген, Фосфор, Натрій, Оксиген.
2. Запишіть назви елементів, які позначаються символами: Mg, Na, Si, Ag, P, Hg, N. Як вимовляються ці символи?
3. Випишіть із таблиці 1 усі символи хімічних елементів, що починаються літерою С.
4. Знайдіть у Періодичній системі по три приклади хімічних елементів, які названі на честь: а) учених; б) планет; в) географічних об'єктів.
5. Які елементи посідають три перших місця за поширеністю в земній корі? Яка частка від загальної маси припадає на решту елементів?
6. Чим відрізняються поняття «атом» і «хімічний елемент»?
7. В одному виданні з хімії було подане визначення: «Хімічний елемент — це речовина, усі атоми якої мають один і той самий заряд ядра». У чому помилковість визначення?
8. Як ви вважаєте, чому поширеність елементів у земній корі дуже відрізняється від їхньої поширеності у Всесвіті?
- 9\*. Знайдіть у додатковій літературі інформацію про історію відкриття та походження назви одного з хімічних елементів, наведених у таблиці 1. Подайте цю інформацію в будь-якому зручному для вас вигляді (повідомлення, малюнок, схема, вірш тощо).

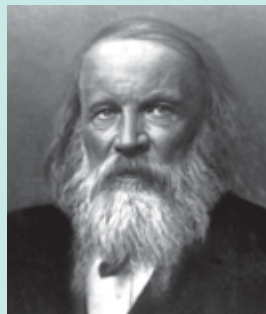
## § 8. Періодична система хімічних елементів

### Д. І. Менделєєва

#### Періодична система — перелік відомих елементів

Ми вже згадували про Періодичну систему хімічних елементів, а зараз ознайомимося з нею детальніше. Періодичну систему можна подати як своєрідний перелік хімічних елементів. Проте це не просто перелік. Періодична система відображає класифікацію хімічних елементів, що ґрунтується на особливостях будови їхніх атомів. У ній існує безліч закономірностей і залежностей, з якими ви ознайомитеся під час вивчення хімії.

Видатний російський учений. Народився в родині директора Тобольської гімназії. Закінчив Петербурзький педагогічний інститут, де згодом викладав хімію. Його роботи присвячені не лише хімії, але й фізиці, технології, економіці та географії. Найбільше його досягнення — відкриття періодичного закону. Створив у Росії першу палату мір і ваг. У 1887 році сам здійснив політ на повітряній кулі для спостереження сонячної корони під час затемнення, пролетів 100 км на висоті близько 4 км. Висував свою кандидатуру на здобуття Нобелівської премії, але так і не отримав її: Нобелівську премію запровадили лише в 1901 році і давали тільки за відкриття, здійснені в рік присудження.



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

Періодична система була складена на основі періодичного закону, відкритого в 1869 році Д. І. Менделєєвим. Періодичний закон ми розглянемо трохи пізніше, а до Періодичної системи звертатимемося впродовж усього курсу вивчення хімії. На момент створення Періодична система містила лише 63 елементи — саме стільки їх було відкрито на той час (мал. 56). У міру відкриття нових елементів вона доповнювалася новими даними. На честь Д. І. Менделєєва хіміки називають Періодичну систему його ім'ям. Геніальність Д. І. Менделєєва полягала в тому, що він передбачив існування невідкритих на той час елементів і залишив для них вільні місця в таблиці.

Сьогодні до Періодичної системи внесено 118 елементів. Вона поповнюється щойно відкритими елементами, і поки що вчені не можуть однозначно стверджувати, скільки всього елементів може існувати.

**ESSAI D'UNE SYSTEME DES ÉLÉMENTS**  
D'APRÈS LEURS POIDS ATOMIQUES ET FONCTIONS CHIMIQUES,  
**par D. Mendeleeff,**  
profess. de l'Univers. à S-Petersbourg.

	Ti=30	Zr=90	Y=180.
	V=51	Nb=94	Ta=182
	Cr=52	Mo=96	W=186
	Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
	Fe=56	Ru=104,4	Ir=199.
	Ni=Co=59	Pt=106,4	Os=199.
	Cu=63,4	Ag=108	Hg=200
H=1	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2
	Cd=112		
B=11	Al=27,4	Y=68	U=116
	Au=197,7		
C=12	Si=28	Y=70	Sn=118
N=14	P=31	As=75	Sb=122
	Bi=210?		
O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?
F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4
	Cs=133	Tl=204	
	Ca=40	Sr=87,4	Ba=137
	Pb=207.		
	Y=45	Ce=92	
	Er=86	La=94	
	Yt=60	Di=95	
	Th=75,4	Th=118?	

18769

**Мал. 56.** Зображення першої Періодичної системи, складеної Д. І. Менделєєвим. У першій Періодичній системі було лише 63 елементи. Вона відрізнялася від сучасної за виглядом

## Структура Періодичної системи

Періодична система хімічних елементів має вигляд таблиці. Елементи в ній розташовані в певному порядку — у міру збільшення маси їхніх атомів. Кожний елемент має свій порядковий номер, і цей номер дорівнює заряду ядра атомів цього елемента.

Існує багато різновидів зображення Періодичної системи: кругові, спіральні, пірамідальні, із розташуванням елементів зверху вниз і зліва направо. Найбільш загальноприйнятим є зображення у вигляді таблиці з розташуванням елементів зліва направо.

У Періодичній системі всі елементи об'єднані в *періоди* — горизонтальні ряди елементів, і *групи* — вертикальні ряди елементів. У *довгому* варіанті Періодичної системи елементи об'єднані в 7 періодів і 18 груп, а в *короткому* — також у 7 періодів, але у 8 груп (див. форзаци).

У нашій країні традиційно користуються короткоперіодним варіантом. Міжнародне товариство IUPAC\* рекомендує для використання довгоперіодний варіант Періодичної системи.

Перші три періоди називають малими, оскільки в них міститься невелике число елементів: у першому періоді містяться тільки 2 елементи (Гідроген і Гелій), а в другому і третьому — по 8 елементів. Решту періодів називають великими: у четвертому і п'ятому періодах містяться по 18 елементів, а у шостому і сьомому — по 32 елементи.

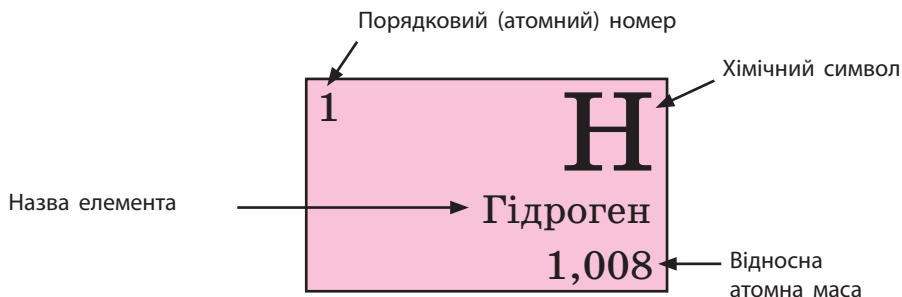
Групи об'єднують елементи з подібними властивостями. Деякі групи елементів мають назви, наприклад, група *лужних елементів* або група *інертних елементів*.

У нижній частині таблиці розташовані родини елементів — *лантаноїди* та *актиноїди*. Ці елементи розміщені після Лантану (№ 57) й Актинію (№ 89) і формально належать до третьої групи. Проте розміщення цих елементів у таблиці зробило б її громіздкою і незручною, тому їх зазвичай виносять за її межі.


Кожний елемент має свою «адресу» в Періодичній системі. Щоб описати місце елемента в Періодичній системі, треба назвати його порядковий номер, а також номер групи та періоду. Наприклад: елемент Оксиген має порядковий номер 8, розміщений у другому періоді, шостій групі.

\* IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) — міжнародне товариство з фундаментальної та прикладної хімії. Це товариство приймає рішення про присвоєння назв новим елементам, а також про правила складання назв речовин.





**Мал. 57.** Опис характеристик елементів у таблиці Періодичної системи

Елементи, так само як речовини або молекули, мають певні властивості. Найважливіші характеристики елементів, наведені в Періодичній системі, — це порядковий номер, відносна атомна маса тощо (мал. 57). 



### Висновки:

1. Періодична система містить усі відомі на сьогодні хімічні елементи. Вона складається із семи періодів — горизонтальних рядів, та восьми груп (короткий варіант) — вертикальних рядів.
2. Перші три періоди називають малими, вони складаються з 2 або 8 елементів, а інші — великими, вони складаються з 18 елементів і більше. Деякі групи елементів також мають власні назви.



### Контрольні запитання

1. Зі скількох періодів і груп складається сучасна Періодична система?
2. Що називають періодом і групою Періодичної системи?
3. Які періоди Періодичної системи називають малими, а які — великими?
4. Наведіть приклади групових назв хімічних елементів.
5. Скільки елементів міститься в перших трьох періодах Періодичної системи? Виберіть правильну відповідь: а) 10; б) 18; в) 24; г) 63.



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Запишіть символи та назви елементів другого періоду Періодичної системи.
2. Скільки елементів міститься: а) у третьому періоді; б) п'ятому періоді?

3. Запишіть символи наведених елементів і опишіть їхнє місце в Періодичній системі: Гідроген, Карбон, Фосфор, Ферум, Аргентум.
4. Як за допомогою Періодичної системи визначити заряд ядра атома? Визначте заряд ядер в атомів Карбону, Нітрогену, Хлору та Кальцію.
5. Укажіть у Періодичній системі елемент із зарядом ядра +79. Запишіть його символ, назву. У якому періоді (великому чи малому) він розташований? Скільки електронів міститься в атомі цього елемента?
- 6\*. Знайдіть у додатковій літературі приклади елементів, які добуті вченими штучно і не існують у природі. Укажіть їхні порядкові номери та назви.
- 7\*. Чому, на вашу думку, з усіх відкритих хімічних елементів у природі трапляється тільки 89? Як учені відкрили інші елементи?

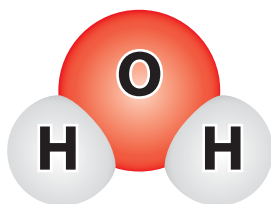
## § 9. Хімічні формули речовин

Відтоді, як хімічні знання зображувалися у вигляді міфічних сюжетів на гравюрах (мал. 11, с. 15), минуло кілька століть. За цей час хімічна мова дуже змінилася. Ви вже ознайомилися з «буквами» хімічної мови — символами хімічних елементів. Ці «букви» можуть складатися у «слова» — хімічні формули.



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

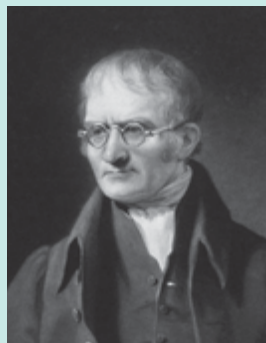
За допомогою хімічних формул записують склад речовин. Запишемо хімічну формулу води. Молекула води складається з двох атомів Гідрогену Н й одного атома Оксигену О (мал. 58). За допомогою хімічної формули склад води записується так:  $\text{H}_2\text{O}$ .



**Мал. 58.** Молекула води складається з одного атома Оксигену і двох атомів Гідрогену, що приєднані до нього

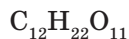
Цифра 2 у цій формулі називається *індексом* і показує число атомів Гідрогену в молекулі води. Індекс записується маленькою цифрою праворуч від символу елемента, до якого він належить. У складі молекули води є також один атом Оксигену, але індекс 1 зазвичай не пишуть. Тому якщо праворуч від символу елемента індексу немає, то мається на увазі, що у складі молекули є тільки один атом цього елемента.

Видатний англійський хімік. Син бідного ткача з Кемберленда. Самостійно опанував хімію, фізику і математику. Усе життя працював простим шкільним учителем, не маючи спеціальної освіти. Вивчав процеси в атмосфері, розробив атомну теорію. Увів символи хімічних елементів. При цьому атоми різних елементів він зображував по-різному: простим кружечком позначав атом Оксигену, кружечком із точкою посередині — атом Гідрогену. Оскільки придумувати різні типи кружечків ставало дедалі важче, Дальтон почав використовувати початкові літери англійських назв елементів. Він відкрив дефект зору, що полягає в нездатності розрізняти деякі кольори, який назвали дальтонізмом.



**Джон Дальтон**  
(1766–1844)

Згідно із цими правилами складемо формулу сахарози — основного компонента цукру. Відомо, що в молекулі сахарози міститься дванадцять атомів Карбону, двадцять два атоми Гідрогену й одинадцять атомів Оксигену. Запишемо символи перелічених елементів і поставимо відповідні індекси:



Для того щоб правильно читати хімічні формули, необхідно запам'ятати вимову символів елементів (табл. 1, с. 61). З урахуванням цього, формули слід читати в такий спосіб:

$H_2O$  — аш два о;

$CO_2$  — це о два;

$NaHCO_3$  — натрій аш це о три;

$H_2SO_4$  — аш два ес о чотири;

$FeCl_2$  — ферум хлор два.

Часто у складі речовин містяться групи атомів, що повторюються кілька разів. Для зручності в хімічних формулах ці групи записують у дужках, а число груп вказують індексом за дужками. Наприклад, формула сечовини, що складається з одного атома Карбону, одного атома Оксигену й двох груп  $NH_2$ , записується так:



Індекс за дужками стосується всіх атомів, узятих у дужки, тобто окрім одного атома Карбону й одного атома Оксигену в молекулі сечовини містяться два атоми Нітрогену та чотири атоми Гідрогену.

Видатний шведський учений, професор. Починав учитися на лікаря, але своє життя присвятив хімії. У 29 років був обраний членом Шведської академії наук, а пізніше — її президентом.

Берцеліус першим увів поняття й визначив атомні маси відомих на той момент елементів. Запропонував замість символів Дальтона використовувати початкові літери латинських назв елементів, систему запису хімічних формул з використанням індексів. Тож Берцеліуса можна назвати творцем сучасної хімічної мови. Автор основних відкриттів у галузі неорганічної, аналітичної та фізичної хімії, видатний систематик хімічної науки. Відкрив хімічні елементи Силіцій, Церій, Селен, Торій.



**Йенс-Якоб Берцеліус**  
(1770–1848)

Такі формули читаються із зазначенням числа груп, наприклад:

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  — це о ен аш два двічі;

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — ен аш чотири двічі ес о чотири;

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  — ферум ен о три тричі;

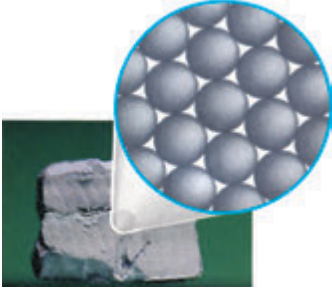
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  — кальцій три пе о чотири двічі;

$\text{NaAl}(\text{OH})_4$  — натрій алюміній о аш чотири рази.

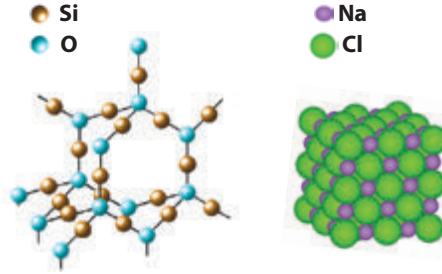
За допомогою хімічних формул записується склад не тільки молекул. У речовинах атомної та йонної будови молекул не існує (див. § 6). Але в цих речовинах можна виділити окремий фрагмент, що повторюється. Хімічними формулами в таких речовинах записують склад найменшого фрагмента, що повторюється багато разів, — *структурної (формульної) одиниці*.

Наприклад, залізо, як і інші метали, складається з атомів (мал. 59), тому структурна одиниця цієї речовини — атом Феруму. Отже, формула заліза — Fe. Алмаз складається з атомів Карбону (мал. 53, с. 57), отже, його формула — C. Кварц складається з хімічно зв'язаних атомів Силіцію й Оксигену, причому на один атом Силіцію припадає два атоми Оксигену (мал. 60а). Формула кварцу —  $\text{SiO}_2$ . Кухонна сіль складається з позитивно заряджених йонів Натрію  $\text{Na}^+$  і негативно заряджених йонів Хлору  $\text{Cl}^-$ . У складі солі на один йон Натрію припадає один йон Хлору (мал. 60б), отже, формула кухонної солі — NaCl.

Хімічна формула речовини відображає її *якісний і кількісний* склад, тобто показує, атоми яких елементів і в якій кількості



**Мал. 59.** Метали складаються з атомів, тому їхні формули записують, указуючи символ цього елемента



**Мал. 60.** Склад: кварцу — речовини атомної будови (а) та кухонної солі — речовини йонної будови (б)

містяться у складі речовини. Кожна речовина має свою, властиву тільки їй, формулу. Вона незмінна незалежно від того, яким способом ця речовина добута. Іншими словами, вуглекислий газ, що виділяється внаслідок спалювання вугілля або в результаті дихання живих організмів, має один і той самий склад, одну й ту саму хімічну формулу  $\text{CO}_2$ .



### Висновки:

1. Склад хімічних речовин записується за допомогою хімічних формул. Хімічні формули записують за допомогою символів хімічних елементів та індексів. Індекс — це цифра, яку записують унизу і праворуч від символу елемента, він показує число атомів елемента, поряд з яким він записаний.
2. Хімічна формула відображає якісний та кількісний склад речовини. Якщо речовина складається з молекул, то її формула відображає склад молекули. Для інших речовин — співвідношення числа атомів.



### Контрольні запитання

1. Який запис називають хімічною формулою? Для чого потрібні хімічні формули?
2. Що означає індекс у хімічній формулі?
3. Яку інформацію про молекулу містить хімічна формула?
4. Яку інформацію про якісний та кількісний склад речовин відображає хімічна формула?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Яка речовина позначається хімічною формулою  $\text{CO}_2$ ? Виберіть правильну відповідь: а) вода; б) чадний газ; в) вуглекислий газ; г) кварц.
2. Прочитайте формули таких речовин:  $\text{O}_2$  (кисень),  $\text{H}_2$  (водень), Fe (залізо),  $\text{CaCO}_3$  (крейда, мармур),  $\text{NaNO}_3$  (натрієва селітра),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (сода),  $\text{H}_2\text{O}_2$  (перекис водню),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (сульфатна кислота),  $\text{CaSO}_4$  (гіпс),  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (щавлева кислота),  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (глюкоза),  $\text{KMnO}_4$  (марганцівка),  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (поташ),  $\text{Ca(OH)}_2$  (гашене вапно).
3. Запишіть хімічні формули: а) азоту, якщо відомо, що його молекула складається з двох атомів Нітрогену; б) сірки, якщо відомо, що її молекула складається з восьми атомів Сульфуру; в) природного газу, якщо відомо, що його молекула складається з одного атома Карбону та чотирьох атомів Гідрогену, г) питної соди, якщо відомо, що в її складі на один атом Натрію припадає один атом Гідрогену, один атом Карбону та три атоми Оксигену.
4. Запишіть хімічну формулу речовини, з якої складається канцелярський (силікатний) клей, якщо відомо, що в цій речовині на один атом Силіцію припадає два атоми Натрію і три атоми Оксигену.
5. Напишіть формули речовин, які вимовляються таким чином: а) аш два ес о чотири; б) купрум о; в) плюмбум це о три; г) купрум о аш двічі; д) аргентум два о; е) алюміній два ес о чотири тричі.
6. Знайдіть у тексті підручника та випишіть формули таких речовин: води, сахарози, сечовини, кухонної солі, кварцу, вуглекислого газу.
7. Опишіть якісний і кількісний склад наведених речовин: а)  $\text{H}_2\text{S}$ ; б)  $\text{KClO}_3$ ; в)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; г)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; д)  $\text{CuSO}_4$ ; е)  $\text{Fe(OH)}_3$ .
8. Скільки атомів кожного елемента записано у формулах таких речовин: а)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ; б)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; в)  $\text{Al(OH)}_3$ ; г)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ; д)  $\text{CaSO}_4$ ; е)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ? Скільки всього атомів міститься в складі структурної одиниці кожної з речовин?
9. Яка інформація про якісний і кількісний склад глюкози міститься в її формулі  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ? Скільки атомів Гідрогену й Оксигену припадає на один атом Карбону?
10. Запишіть формулу структурної одиниці хлористого кальцію (кальцій хлориду) — речовини, розчин якої використовують як протиалергійний засіб, якщо відомо, що в цій речовині на кожні 125 атомів Кальцію припадає 250 атомів Хлору.
11. У скількох молекулах чадного газу CO міститься така сама кількість атомів, як і в чотирьох структурних одиницях  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?
- 12\*. Знайдіть у додатковій літературі відомості про склад молекул озону, гліцеролу, оцтової кислоти і запишіть формули цих речовин. Дізнайтесь, які фізичні властивості мають ці речовини та для чого вони використовуються.

## § 10. Відносна атомна маса. Відносна молекулярна маса

Пригадайте: визначити, яке тіло важче за інше, можна, порівнюючи маси цих тіл. Маса тіл вимірюється в кілограмах, грамах, тоннах та інших одиницях.

### Відносна атомна маса

Однією з найважливіших характеристик хімічного елемента є його відносна атомна маса. Атоми — надзвичайно маленькі частинки. Їхня маса настільки мала, що виражати її в грамах або кілограмах дуже незручно. Маса навіть найважчих атомів становить близько  $10^{-22}$  г, тобто 0,000000000000000000000001 г. Зручніше виражати масу атомів, порівнюючи її з якою-небудь маленькою величиною.

Раніше масу атомів порівнювали з масою найлегшого атома — атома Гідрогену. У сучасній хімії маси атомів порівнюють з  $1/12$  маси атома Карбону. Цю одиницю вимірювання називають *атомною одиницею маси*, скорочено *а. о. м.* (мал. 61). Маса атома Карбону дорівнює  $1,99 \cdot 10^{-23}$  г, отже, атомна одиниця маси дорівнює:

$$1 \text{ а. о. м.} = \frac{1,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{12} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

Знаючи значення а. о. м., можна порівняти з нею маси інших атомів і дізнатися, наскільки вони важчі за  $1/12$  маси атома Карбону. Масу атома, визначену порівнянням з атомною одиницею маси, називають *відносною атомною масою* і позначають  $A_r$  (індекс  $r$  — від англ. *relative* — відносний).



Мал. 61. Одна атомна одиниця маси — це маса  $1/12$  атома Карбону



Відносна атомна маса — це відношення маси атома даного елемента до  $1/12$  маси атома Карбону.

Отже, для хімічного елемента E:

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

Відносна атомна маса — це безрозмірна величина, оскільки вона є відношенням двох величин з однаковою розмірністю.





**Мал. 62.** Один атом Сульфуру в 32 рази важчий за 1/12 маси атома Карбону, отже, його відносна атомна маса дорівнює 32

Відносні атомні маси легко обчислити, знаючи маси атомів у грамах. Наприклад, маса атома Сульфуру дорівнює  $5,312 \cdot 10^{-23}$  г, отже, його відносна атомна маса дорівнює (мал. 62):

$$A_r(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{\frac{1}{12} \cdot m(\text{C})} = \frac{5,312 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = 32$$

Відносна атомна маса Карбону, обчислена аналогічним чином, дорівнює 12. Відносна атомна маса показує, у скільки разів маса будь-якого атома більша за 1/12 маси атома Карбону. Наприклад, відносна атомна маса Оксигену  $A_r(\text{O}) = 16$ , отже, атом Оксигену в 16 разів важчий за 1/12 маси атома Карбону.

Сьогодні відносні атомні маси майже всіх елементів визначені з високою точністю і наведені в Періодичній системі хімічних елементів (мал. 57, с. 67). Зазвичай точні значення відносних атомних мас округляють до цілих чисел. Тільки значення відносної атомної маси для Хлору округляють із точністю до десятих:  $A_r(\text{Cl}) = 35,5$ .

### Відносна молекулярна маса

Відносна маса застосовується не тільки для атомів, але й для молекул.



Відносна молекулярна маса  $M_r$  показує, у скільки разів маса молекули більша за 1/12 маси атома Карбону.

Отже, для речовини X:

$$M_r(\text{X}) = \frac{m_{\text{молекули}}(\text{X})}{\frac{1}{12} \cdot m_{\text{атома}}(\text{C})}$$

Відносна молекулярна маса дорівнює сумі відносних атомних мас усіх хімічних елементів, що містяться у складі молекули, з урахуванням числа атомів кожного елемента.

Для визначення відносної молекулярної маси речовини з формулою  $\text{E}_x\text{D}_y$  необхідно відносні атомні маси елементів E та D помножити на число їхніх атомів, відповідно на  $x$  та  $y$ , а потім підсумувати:

$$M_r(E_xD_y) = x \cdot A_r(E) + y \cdot A_r(D)$$

Наприклад, молекула води  $H_2O$  складається з двох атомів Гідрогену й одного атома Оксигену. Отже, відносна молекулярна маса води дорівнює сумі двох відносних атомних мас Гідрогену й однієї відносної атомної маси Оксигену:

$$M_r(H_2O) = 2 \cdot A_r(H) + A_r(O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$$

Аналогічно можна обчислити відносну молекулярну масу будь-якої речовини, якщо відома її хімічна формула. Наприклад, обчислимо відносні молекулярні маси азоту  $N_2$  і вуглекислого газу  $CO_2$ :

$$M_r(N_2) = 2 \cdot A_r(N) = 2 \cdot 14 = 28$$

$$M_r(CO_2) = A_r(C) + 2 \cdot A_r(O) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$$

Якщо в хімічній формулі речовини є дужки, то перед обчисленням їх необхідно розкрити, наприклад:

$$M_r(Ca(OH)_2) = A_r(Ca) + 2 \cdot A_r(O) + 2 \cdot A_r(H) = 40 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1 = 74$$

Відносні молекулярні маси речовин, у складі яких містяться атоми тільки одного хімічного елемента, прийнято вважати такими, що дорівнюють їхній відносній атомній масі, наприклад:

$$M_r(Fe) = A_r(Fe) = 56$$

Знаючи відносну молекулярну масу, можна обчислити абсолютну масу молекули речовини  $X$  (у грамах).

$$\text{Якщо } M_r(X) = \frac{m_{\text{молекули}}(X)}{\frac{1}{12} \cdot m_{\text{атома}}(C)}, \text{ то } m_{\text{молекули}}(X) = M_r(X) \cdot \frac{1}{12} m(C)$$

Якщо відносна молекулярна маса води дорівнює 18, то маса молекули води дорівнює:

$$m_{\text{молекули}}(H_2O) = M_r(H_2O) \cdot \frac{1}{12} m(C) = 18 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

- Для речовин немoleкулярної будови часто використовують термін «відносна формульна маса», але позначення цієї величини та її обчислення таке саме, як і для відносної молекулярної маси.



### Висновки:

1. Відносна атомна маса — це відношення маси атома до  $1/12$  маси атома Карбону. Використовуючи відносну атомну масу, порівнюють маси атомів. Відносні атомні маси елементів наведено в Періодичній системі.
2. Масу молекул також визначають, порівнюючи з масою  $1/12$  маси атома Карбону. Молекулярну масу обчислюють як суму відносних атомних мас елементів, що містяться у складі молекул.



### Контрольні запитання

1. Дайте визначення поняттям «відносна атомна маса», «відносна молекулярна маса». Що в даному випадку означає слово «відносна»?
2. Виберіть правильну відповідь. Атомну одиницю маси використовують: а) для обчислення відносної атомної маси елементів; б) як одиницю вимірювання атомної та молекулярної маси; в) для обчислення мас усіх маленьких частинок; г) для обчислення мас великих тіл.
3. Виберіть правильну відповідь. Атомна одиниця маси дорівнює: а)  $1/12$  маси атома Оксигену; б)  $1/12$  маси атома Карбону; в) масі електрона, помноженій на 12; г)  $1,66 \times 10^{-24}$  г.
4. Чому масу атомів рідко виражають у грамах?
5. Що спільного і чим відрізняються такі поняття: а) «маса атома» і «відносна атомна маса»; б) «відносна молекулярна маса» і «маса молекули»; в) «відносна молекулярна маса» і «відносна атомна маса»?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Укажіть у Періодичній системі та выпишіть символи і відносні атомні маси (з округленням до цілих чисел) хімічних елементів: Алюмінію, Флуору, Цинку, Аргентуму, Стануму.
2. Обчисліть, атом якого елемента важчий і у скільки разів: а) Нітроген і Гелій; б) Оксиген і Сульфур; в) Ферум і Силіцій; г) Сульфур і Купрум.
3. Обчисліть, скільки атомних одиниць маси міститься в 1 г речовини.
4. Скільки атомів Оксигену мають таку саму масу, як один атом Купруму?
5. Обчисліть відносні молекулярні (формульні) маси таких речовин: хлор  $\text{Cl}_2$ , сульфатна кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , сахароза  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , мідь  $\text{Cu}$ , гіпс  $\text{CaSO}_4$ , крейда  $\text{CaCO}_3$ , малахіт  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ .
6. Обчисліть, що важче: п'ять молекул води  $\text{H}_2\text{O}$  чи три молекули вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ .
7. У «перекису водню (гідроген пероксиді)» на один атом Оксигену припадає один атом Гідрогену. Визначте хімічну формулу перекису водню, якщо його молекулярна маса дорівнює 34.

8. Речовина пірит складається з атомів Феруму та Сульфуру і має відносну формульну масу 120. Визначте хімічну формулу цієї речовини.
9. Визначте відносні атомні маси поданих елементів, використовуючи маси їхніх атомів: а) Платини, якщо маса її атомів  $3,24 \cdot 10^{-25}$  кг; б) Урану, якщо маса його атомів  $3,95 \cdot 10^{-22}$  г. Відповідь порівняйте зі значеннями, указаними в Періодичній системі.
10. Формула жасмоналю, що має запах квітів жасмину,  $C_6H_5CH(C_5H_{11})CHO$ . Обчисліть його відносну молекулярну масу.
11. Обчисліть масу молекули сахарози  $C_{12}H_{22}O_{11}$  у грамах, визначте, скільки молекул сахарози міститься у зразку цукру масою 1 г.
- 12\*. Як у XVII–XIX століттях визначали відносну атомну масу (атомну вагу)? Маси яких елементів були взяті за основу для визначення відносних атомних мас? Чому в сучасній хімії для визначення відносних атомних мас використовується карбонова одиниця?

## § 11. Масова частка елемента в речовині

Хімічна формула речовини містить певну інформацію про речовину. Вона не тільки відображає якісний склад речовини (тобто інформацію про хімічні елементи, з яких вона складається), але й її кількісний склад.

Наприклад, у молекулі води на два атоми Гідрогену припадає один атом Оксигену. Сумарна відносна атомна маса атомів Гідрогену дорівнює 2 ( $2 \cdot A_r(H) = 2 \cdot 1 = 2$ ), а відносна атомна маса атома Оксигену дорівнює 16 ( $A_r(O) = 16$ ). Отже, на 2 масові частини Гідрогену у воді припадає 16 масових частин Оксигену.

Щоб описати кількісний склад речовин, використовують масову частку елемента у сполуці, яку можна обчислити за хімічною формулою. *Масова частка елемента* показує, яка частина маси речовини припадає на атоми даного елемента. Її обчислюють як відношення атомної маси даного елемента з урахуванням числа його атомів у молекулі до відносної молекулярної маси речовини:

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

де  $w(E)$  — масова частка хімічного елемента  $E$ , виражена в частках одиниці;

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

$A_r$  — відносна атомна маса елемента  $E$ ;

$M_r$  — відносна молекулярна маса речовини.

Фізичний зміст масової частки полягає в тому, що вона показує масу атомів даного елемента в 100 г речовини. Масова частка може виражатися в частках одиниці або відсотках. Щоб перевести частки одиниці у відсотки, слід одержані за формулою значення помножити на 100 %. Сума масових часток усіх елементів, що містяться у складі сполуки, має дорівнювати 1 або 100 %.

**Приклад 1.** Обчисліть масові частки хімічних елементів у вуглекислому газі  $\text{CO}_2$ .

*Розв'язання:*

Обчислимо відносну молекулярну масу вуглекислого газу:

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

Обчислимо масові частки Карбону й Оксигену:

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

Зверніть увагу на те, що сума масових часток Карбону й Оксигену дорівнює 1. Масову частку Оксигену можна також визначити, віднімаючи від одиниці масову частку Карбону:

$$w(\text{O}) = 1 - w(\text{C}) = 1 - 0,273 = 0,727$$

*Відповідь:*  $w(\text{C}) = 27,3 \%$ ,  $w(\text{O}) = 72,7 \%$

**Приклад 2.** Обчисліть масу атомів Оксигену, що містяться у воді масою 1 кг.

*Розв'язання:*

Обчислимо масову частку Оксигену у воді:

$$w(\text{O}) = \frac{A_r(\text{O})}{M_r(\text{H}_2\text{O})} = \frac{16}{18} = 0,889 \text{ або } 88,9 \%$$

Масова частка елемента показує частину маси речовини, що припадає на цей елемент. Обчислимо масу атомів Оксигену у воді масою 1 кг:

$$m(\text{O}) = w(\text{O}) \cdot m(\text{H}_2\text{O}) = 0,889 \cdot 1000 \text{ г} = 889 \text{ г}$$

*Відповідь:*  $m(\text{O}) = 889 \text{ г}$ .

## Закони Пруста і Дальтона

До початку XIX століття вимірюванням мас речовин не надавали особливого значення і в науці існувала думка, що склад речовини може змінюватися залежно від способу її добування.

Видатний французький хімік, син аптекаря. Із 11 років вивчав аптекарське мистецтво. У лабораторії свого батька на самоті дуже любив змішувати реактиви, у результаті чого мало не отруївся отруйним газом. Із 14 років вивчав хімію в Парижі. Був керівником кафедри хімії в університеті Мадрида.

Пруст проводив дослідження в різних галузях хімії — мінералогії, фармації, аналітичній хімії, вивчав порохові суміші. Він винайшов ліки від цинги та деякі харчові добавки, розробив технологію виділення цукру з винограду та буряку. Відкрив закон сталості складу речовин.



**Жозеф Луї Пруст**  
(1754–1826)

І справді, чому сполука завжди має містити, скажімо, 4 г елемента X і 1 г елемента Y? Чому вона не може містити 4,1 або 3,9 г X? Але якщо матерія складається з атомів, то сполука утворюється в результаті з'єднання одного атома X з одним атомом Y в одну молекулу, і ніяк інакше. У цьому випадку співвідношення мас атомів X і Y мають бути сталими й не залежати ні від чого.

Виконавши численні досліді, французький хімік Ж. Л. Пруст довів сталість співвідношення мас елементів у різних речовинах. На підставі своїх експериментів він сформулював *закон сталості складу речовини*, який стверджує, що будь-яка речовина має сталий склад незалежно від способу її добування. Наприклад, кисень можна добути розкладанням різних речовин, але його формула завжди буде однаковою —  $O_2$ .

Пізніше Дж. Дальтон визначив, що атоми різних елементів можуть сполучатися в різних співвідношеннях, але ці співвідношення завжди кратні відносним атомним масам елементів. Наприклад, атоми Карбону й Оксигену можуть утворювати молекули CO (чадний газ) і  $CO_2$  (вуглекислий газ). Але у цьому випадку утворюються різні речовини, для кожної з яких характерна сталість складу. Ці дослідження Дальтона згодом оформилися в *закон кратних співвідношень*.



### Висновки:

1. Хімічна формула містить інформацію про кількісний склад речовини. За хімічною формулою можна визначити співвідношення мас атомів різних хімічних елементів у речовині.

2. За хімічною формулою обчислюють масову частку елемента в речовині як відношення маси атомів певного елемента до відносної молекулярної маси речовини. Масова частка елемента показує, яка частина маси речовини припадає на певний хімічний елемент.



### Контрольні запитання

1. У який спосіб можна визначити кількісний склад речовин?
2. Як обчислюється масова частка елемента в речовині? Наведіть формулу для її обчислення.
3. Який фізичний зміст має масова частка елемента в речовині?
4. Виберіть правильні твердження: а) за хімічною формулою можна дізнатися, які хімічні елементи містяться у складі речовини; б) за хімічною формулою можна дізнатися співвідношення атомів різних елементів у речовині; в) за хімічною формулою можна дізнатися, скільки атомів кожного елемента міститься у складі молекули речовини; г) за хімічною формулою можна дізнатися форму молекули речовини.
5. Виберіть правильну відповідь. Масова частка елемента в речовині показує: а) у скільки разів маса одного атома більша за масу молекули; б) масу атомів даного хімічного елемента в 100 г речовини; в) відношення маси атомів даного хімічного елемента до молекулярної маси; г) скільки атомів кожного елемента міститься у складі молекули.



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Обчисліть масові частки всіх елементів у сполуках із такими хімічними формулами: а)  $\text{NO}_2$ ; б)  $\text{PbCl}_2$ ; в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; д)  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ .
2. Формула глюкози  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , формула сахарози  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . У якій речовині масова частка Оксигену більша?
3. Обчисліть масу атомів Гідрогену, що містяться в амоніаку  $\text{NH}_3$  масою 10 г.
4. Маса води на Землі оцінюється такою, що приблизно дорівнює  $1,45 \cdot 10^{18}$  тонн. Обчисліть, яка маса атомів Гідрогену й Оксигену міститься в цій масі води.

За співвідношенням мас атомів у XIX столітті були визначені хімічні формули майже всіх відомих на той час речовин. Можливість вираження складу речовини простими співвідношеннями стала одним із доказів існування атомів.



## § 12. Прості та складні речовини

Пригадайте: суміші складаються з молекул різних речовин; у суміші речовини зберігають свої хімічні та фізичні властивості; суміші можна розділити на чисті речовини певними методами.

### Прості речовини

У природі існує величезна різноманітність речовин, і всі вони відрізняються за складом і будовою. Речовини можуть складатися як з однакових, так і з різних атомів. Відповідно, всі чисті речовини за складом поділяють на *прості* та *складні*.

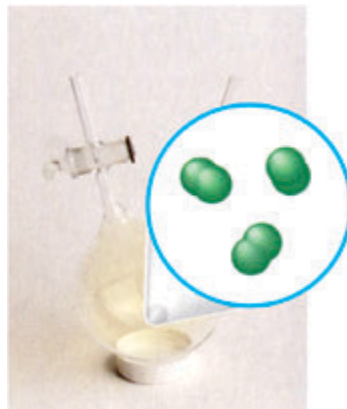


Речовина, утворена одним хімічним елементом, є простою.

Наприклад, речовина залізо складається тільки з атомів Феруму, його формула Fe (мал. 59, с. 71). Газ кисень складається з молекул, утворених тільки атомами Оксигену (мал. 63), його формула  $O_2$ . Часто назва простої речовини відрізняється від назви хімічного елемента, який її утворює, проте нерідко назви простих речовин і хімічних елементів збігаються. За правилами сучасної української хімічної номенклатури назви елементів пишуться з великої літери, а назви речовин — із маленької. Наприклад: «речовина алюміній складається з атомів Алюмінію», «речовина бром складається з молекул, утворених двома атомами Броду».

У таблиці 2 (с. 82) наведені назви простих речовин, які утворені відомими вам хімічними елементами.

Необхідно розрізняти поняття «проста речовина» і «хімічний елемент». Речовини й елементи характеризуються різними властивостями. Для речовин характерні агрегатний стан, колір, густина тощо. А властивості хімічних елементів — це властивості їхніх атомів: будова (розміри), здатність віддавати або приєднувати електрони тощо.



**Мал. 63.** Газ кисень — проста речовина, його молекули складаються з двох атомів Оксигену

**Таблиця 2.** Хімічні елементи й утворені ними прості речовини

Назва хімічного елемента	Назва простої речовини	Формула простої речовини	Агрегатний стан*	Метал чи неметал
Алюміній	алюміній	Al	Твердий	Метал
Аргентум	срібло	Ag	Твердий	Метал
Арсен	арсен	As	Твердий	Неметал
Аурум	золото	Au	Твердий	Метал
Барій	барій	Ba	Твердий	Метал
Бор	бор	B	Твердий	Неметал
Бром	бром	Br <sub>2</sub>	Рідкий	Неметал
Гідроген	водень	H <sub>2</sub>	Газоподібний	Неметал
Йод	йод	I <sub>2</sub>	Твердий	Неметал
Калій	калій	K	Твердий	Метал
Кальцій	кальцій	Ca	Твердий	Метал
Карбон	алмаз	C	Твердий	Неметал
	графіт	C	Твердий	Неметал
Купрум	мідь	Cu	Твердий	Метал
Магній	магній	Mg	Твердий	Метал
Манган	манган	Mn	Твердий	Метал
Меркурій	ртуть	Hg	Рідкий	Метал
Натрій	натрій	Na	Твердий	Метал
Нітроген	азот	N <sub>2</sub>	Газоподібний	Неметал
Оксиген	кисень	O <sub>2</sub>	Газоподібний	Неметал
	озон	O <sub>3</sub>	Газоподібний	Неметал
Плюмбум	свинець	Pb	Твердий	Метал
Силіцій	силіцій	Si	Твердий	Неметал
Станум	олово	Sn	Твердий	Метал
Сульфур	сірка	S <sub>8</sub>	Твердий	Неметал
Ферум	залізо	Fe	Твердий	Метал
Фосфор	фосфор	P <sub>4</sub>	Твердий	Неметал
Флуор	фтор	F <sub>2</sub>	Газоподібний	Неметал
Хлор	хлор	Cl <sub>2</sub>	Газоподібний	Неметал
Цинк	цинк	Zn	Твердий	Метал

\* За звичайних умов.

Коли ми говоримо про матеріал або компонент суміші — наприклад, банка наповнена газуватим хлором, приготуємо розчин бром, візьмемо невеликий шматочок фосфору, — то в даному випадку йдеться про просту речовину. Якщо ж ми говоримо, що заряд ядра атома Хлору дорівнює +17, речовина містить Фосфор, молекула складається з двох атомів Броду, то маємо на увазі хімічний елемент.

- Багато хімічних елементів можуть утворювати не одну, а декілька простих речовин. Це явище називають *алотропія*, а прості речовини, утворені цим хімічним елементом, — *алотропними модифікаціями*. Алотропні модифікації відрізняються одна від одної за будовою або складом молекул. Наприклад, атоми Карбону утворюють декілька простих речовин: алмаз, графіт, карбін, фулерен. Вони відрізняються за розташуванням атомів один щодо одного. Атоми Оксигену утворюють дві алотропні модифікації: кисень ( $O_2$ ) і озон ( $O_3$ ). Ці дві речовини відрізняються за складом молекул. Алотропні модифікації — це різні прості речовини зі своїми власними фізичними та хімічними властивостями.

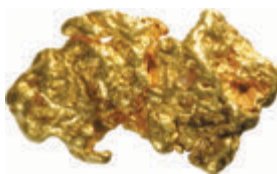
Цікаво, що...

## Метали та неметали

Метали — залізо, хром, цинк, магній, золото, свинець та інші — відрізняються від неметалів характерним металічним блиском і ковкістю, вони добре проводять електричний струм і теплоту (мал. 64). За звичайних умов усі метали (за винятком ртуті) перебувають у твер-



мідь



золото



алюміній



цинк



калій

Мал. 64. Прості речовини метали



Мал. 65. Прості речовини неметали

дому агрегатному стані. Властивості металів зумовлені їхньою внутрішньою структурою. Метали є речовинами атомної будови.

Неметали, на відміну від металів, не мають металічного блиску (за винятком йоду та графіту) (мал. 65). Вони крихкі й руйнуються від удару, погано проводять електричний струм і теплоту. Неметали можуть бути твердими, рідкими і газуватими (див. табл. 2, с. 82).

Чіткої межі між металами та неметалами не існує. Наприклад, йод і графіт є неметалами, але обидва мають металічний блиск, а графіт слабо проводить електричний струм. Для зарахування речовин до металів або неметалів слід брати до уваги всі їхні фізичні властивості в сукупності, а також їхню внутрішню будову та хімічні властивості.

Як і прості речовини, хімічні елементи поділяють на *металічні* й *неметалічні*. Метали утворені металічними елементами, а неметали — неметалічними.

Якщо провести умовну лінію від Бору до Астату, то в довгому варіанті Періодичної системи над лінією розташовані неметалічні елементи, а під нею — металічні (мал. 66, див. також останній форзац). У короткому варіанті Періодичної системи під цією лінією також розташовані металічні елементи, а над нею — як металічні, так і неметалічні елементи (див. перший форзац). Отже, визначати, є елемент металічним чи неметалічним, зручніше за довгим варіантом Періодичної системи. Цей поділ умовний, оскільки всі елементи так чи інакше виявляють як металічні, так і неметалічні властивості, але в більшості випадків такий розподіл відповідає дійсності.

The diagram shows a long periodic table of elements. The elements are arranged in rows and columns. The regions are color-coded as follows:

- Metals (Металічні):** Shaded in light grey. This includes the first two columns (alkali and alkaline earth metals), the transition metals in the middle, and the lanthanides and actinides at the bottom.
- Non-metals (Неметалічні):** Shaded in yellow. This includes the elements in the top right corner (hydrogen, helium, boron, carbon, nitrogen, oxygen, fluorine, neon) and the elements in the second and third rows of the right side (silicon, phosphorus, sulfur, chlorine, argon).
- Other elements:** Shaded in light blue. These include the elements in the second and third rows of the right side (beryllium, lithium, beryllium, boron, carbon, nitrogen, oxygen, fluorine, neon) and the elements in the second and third rows of the right side (silicon, phosphorus, sulfur, chlorine, argon).

Мал. 66. Розташування металічних і неметалічних елементів у Періодичній системі елементів (довгий варіант)

- Класифікація елементів на металічні та неметалічні ґрунтується на здатності атомів віддавати або приймати електрони в хімічних реакціях. Атоми металічних елементів переважно віддають електрони і перетворюються на позитивно заряджені йони. Атоми неметалічних елементів переважно приймають електрони та перетворюються на негативно заряджені йони.

Цікаво, що...

## Складні речовини



Речовина, яку утворюють декілька хімічних елементів, є складною.

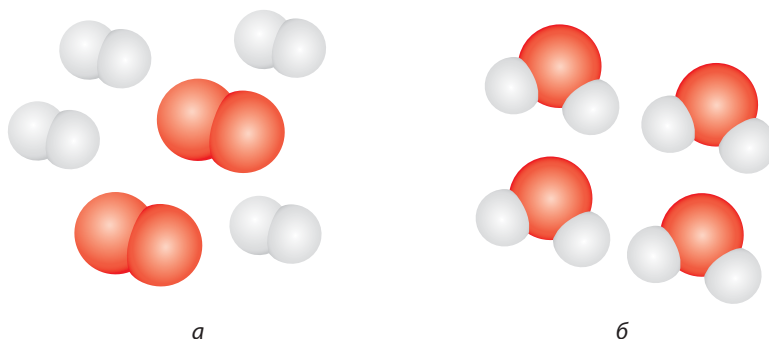
Складні речовини також називають *хімічними сполуками*. До них належать кухонна сіль, сода, глюкоза, вода, оцтова кислота та багато інших. Складних речовин у природі існує значно більше, ніж простих.

Складні речовини можуть бути утворені різним числом елементів:

- двома (метан  $\text{CH}_4$ , кварц  $\text{SiO}_2$ , вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ );
- трьома (сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , мармур  $\text{CaCO}_3$ , сульфатна кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ );
- чотирма (малахіт  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ );
- п'ятьма (сіль Мора  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ).

Відомі речовини, у складі яких міститься понад десять хімічних елементів.

Складні речовини слід відрізнити від сумішей простих речовин (мал. 67, с. 86), які також складаються з атомів різних елементів. Для цього необхідно пригадати відмінні риси сумішей і чистих речовин (див. § 5). Кількісне співвідношення компонентів суміші може



**Мал. 67.** Модель суміші водню та кисню, що складається з атомів Оксигену (червоні кульки) і Гідрогену (білі кульки) (а). У складі води також містяться атоми Оксигену й Гідрогену, але в молекулах води вони хімічно сполучені (б)

бути різним, а хімічні сполуки мають сталий склад. Наприклад, можна приготувати суміш 100 г води з однією ложкою цукру, а можна і з двома або півтори ложками. А в сполуці FeS на кожний атом Феруму припадає лише один атом Сульфуру, а не півтора або три.

Тобто склад сполук можна описати однією хімічною формулою, а склад сумішей — ні.

Окрім того, компоненти суміші зберігають свої фізичні та хімічні властивості. Наприклад, якщо змішати залізний порошок із сіркою, то утвориться суміш двох речовин. І сірка, і залізо в її складі зберігають свої властивості: залізо притягується магнітом, а сірка не тоне у воді. Із цієї суміші за допомогою магніту можна відокремити залізо. Якщо ж залізо і сірка прореагують один з одним, утвориться нова сполука з формулою FeS. Ця сполука вже не виявляє властивостей ані заліза, ані сірки, вона має свої властивості. Ніяким методом розділення сумішей ми не зможемо виділити атоми Феруму зі сполуки FeS.

### Класифікація складних речовин

Складні речовини поділяють на дві великі групи: *неорганічні* та *органічні*. Неорганічні речовини можуть складатися з атомів будь-яких елементів. У складі органічних сполук обов'язково містяться атоми Карбону, тому більшість з них при нагріванні обвуглюються. Переважна більшість органічних речовин містить також атоми Гідрогену. Прикладами органічних речовин є: метан  $\text{CH}_4$ , сахароза

Іранський учений-енциклопедист, лікар, алхімік і філософ. Здобув різнобічну освіту — вивчав медицину, філософію, метафізику, поезію, магію та алхімію. Прославився як майстерний лікар. Саме він сформулював основне завдання алхімії як перетворення металів за допомогою «еліксиру», а також добування із звичайних каменів (кварцу та скла) коштовних. Ар-Разі першим запропонував класифікацію всіх відомих речовин на землісті (мінеральні), рослинні і тваринні. Мінеральні речовини він розподіляв на шість груп: «духи», або спирти (ртуть, нашатир, сірка тощо); «тіла», тобто метали (золото, срібло тощо); «камені» (ляпіс, малахіт, бірюза, гіпс тощо); купороси; «бораки» та солі.

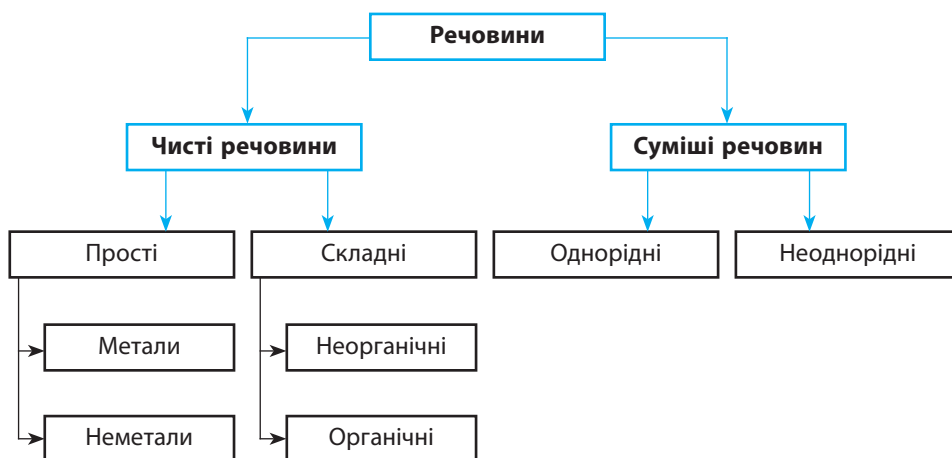


**Абу Бакр Мухаммед  
ібн Закарія Ар-Разі  
(Разес) (865–925)**

$C_{12}H_{22}O_{11}$ , етиловий спирт  $C_2H_5OH$ , оцтова кислота  $CH_3COOH$ . Органічних речовин існує значно більше, ніж неорганічних.

Неорганічні й органічні речовини, у свою чергу, поділяються ще на низку груп. Але в сьомому класі ви детальніше ознайомитеся лише з неорганічними речовинами, а інші вивчатимете в подальшому курсі хімії.

Розподіл речовин на різні групи за їхніми ознаками і властивостями називається *класифікацією*. У цьому параграфі ми розглянули основну *класифікацію речовин*, яку можна зобразити такою схемою:





## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 2

**Ознайомлення зі зразками простих і складних речовин** 

*Обладнання:* штатив із пробірками, пробіротримач, нагрівальний прилад.

*Реактиви:* мідний купорос, залізо, цинк, алюміній, мідь, сірка, цукор, крейда, графіт, питна сода, кухонна сіль.

**! Правила безпеки:**

- при виконанні дослідів використовуйте невеликі кількості реактивів;
  - остерігайтеся потрапляння реактивів на одяг, шкіру, в очі.
1. Уважно розгляньте видані вам зразки речовин.
  2. Для кожного зразка відзначте наявність металічного блиску, забарвлення, твердість.
  3. Зважаючи на формули речовин, розподіліть їх на прості і складні. Із-поміж простих речовин визначте метали та неметали.
  4. На підставі яких ознак можна відрізнити метали?
  5. Чи можна за якими-небудь ознаками відрізнити прості речовини від складних?
  6. Свої спостереження запишіть у зошиті і зробіть висновки.

**Висновки:**

1. Прості речовини складаються з одного хімічного елемента. Прості речовини розділяють на метали і неметали. Для металів характерні металічний блиск, ковкість, електро- та теплопровідність. Метали утворені переважно металічними елементами, а неметали — неметалічними.
2. Складні речовини складаються з декількох хімічних елементів, їх також називають хімічними сполуками. Складні речовини розділяють на органічні та неорганічні. У складі неорганічних можуть міститися будь-які хімічні елементи, а в органічних сполуках обов'язково є атоми Карбону і Гідрогену.

**Контрольні запитання**

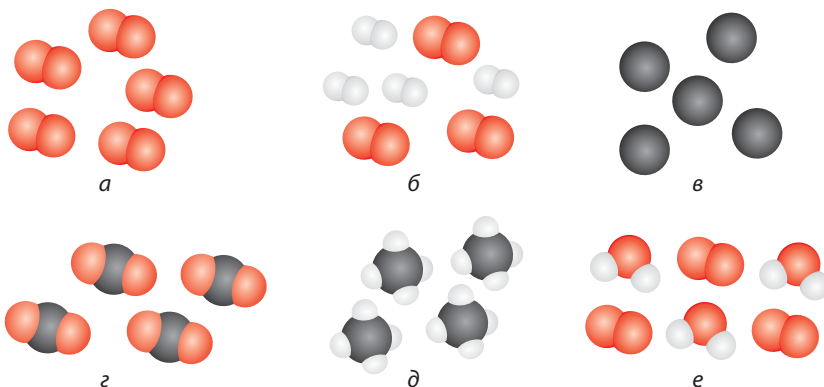
1. Дайте визначення простим і складним речовинам.
2. На які групи речовин поділяють прості і складні речовини? За якими фізичними властивостями вони відрізняються?
3. Які елементи утворюють метали, а які — неметали?

- Наведіть приклади простих речовин молекулярної і атомної будови.
- У чому полягає різниця між поняттями: а) «хімічний елемент» і «проста речовина»; б) «проста речовина» і «складна речовина»; в) «складна речовина» і «суміш речовин»?
- Які речовини належать до органічних, а які — до неорганічних? Наведіть приклади.



### Завдання для засвоєння матеріалу

- Виберіть фізичні властивості, характерні для алюмінію: а) твердий; б) газуватий; в) блискучий; г) крихкий; д) пластичний; е) добре проводить електричний струм; є) не проводить електричного струму; ж) швидко нагрівається.
- Із наведеного переліку випишіть назви неметалічних елементів: Гідроген, Аурум, Йод, Плюмбум, Аргентум, Сульфур, Меркурій.
- Випишіть окремо формули простих і складних речовин:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Au}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{He}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{S}_8$ . Підкресліть символи, які позначають прості речовини — метали.
- Наведіть по п'ять прикладів металічних і неметалічних елементів.
- Обчисліть масову частку Натрію в кухонній солі ( $\text{NaCl}$ ) і харчовій соді ( $\text{NaHCO}_3$ ). У якій із цих складних речовин уміст Натрію більший?
- Як можна довести, що целюлоза (основна речовина, з якої складається деревина) та сахароза є органічними речовинами?
- На малюнку 68 зображені моделі простих і складних речовин, а також їх сумішей. Для кожного випадку а) — е) визначте, моделі яких речовин (простих чи складних) зображені, запишіть хімічні формули цих речовин. Визначте, у якому випадку зображена суміш речовин, складіть хімічні формули речовин у суміші.



**Мал. 68.** Моделі деяких речовин і сумішей (чорними кульками позначено атоми Карбону, червоними — атоми Оксигену, білими — Гідрогену)

8. Малахіт (речовина зеленого кольору) під час нагрівання розкладається на купрум(II) оксид  $\text{CuO}$  (порошок чорного кольору), воду  $\text{H}_2\text{O}$  і вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ . Чи є малахіт сумішшю купрум(II) оксиду, води та вуглекислого газу? З яких хімічних елементів складається малахіт?
9. Речовина хлор  $\text{Cl}_2$  є дуже отруйним газом, але водночас атоми Хлору містяться у складі кухонної солі  $\text{NaCl}$ , яку ми вживаємо щодня. Чи немає в цьому суперечності? Відповідь поясніть.
- 10\*. У природі трапляється 89 хімічних елементів, проте простих речовин налічується близько 600. Як можна пояснити цей факт? Наведіть належні приклади. Чим можна пояснити існування значно більшої кількості складних речовин порівняно з кількістю простих речовин?

Цікаво, що...

- Існування алотропних модифікацій Стануму пояснює так звану «олов'яну чуму». Звичайне біле олово на лютому морозі перетворюється на іншу алотропну модифікацію — дуже крихке сіре олово. Через це олов'яні вироби на морозі розсипаються на порошок.

## § 13. Валентність

### Поняття про валентність

При утворенні молекул атоми з'єднуються не безладно, а в певній послідовності особливими хімічними зв'язками. Кожний атом може утворити не нескінченне, а тільки певне число таких зв'язків. У XIX столітті вчені встановили, що атоми різних елементів мають різну здатність приєднувати до себе інші атоми. Так, наприклад, було помічено, що атом Гідрогену може приєднати тільки один атом іншого хімічного елемента ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{NaH}$ ), атом Оксигену — два атоми Гідрогену ( $\text{H}_2\text{O}$ ), атом Нітрогену — три атоми Гідрогену ( $\text{NH}_3$ ).

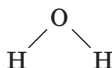
Ця властивість атомів була названа *валентністю*.



Валентність — це число зв'язків, які певний атом може утворити з іншими атомами.

Щоб показати, як атоми сполучені в молекулі, використовують *графічні (структурні) формули*. Вони показують не тільки число атомів у молекулі, але й послідовність їх сполучення.

Графічна формула молекули води  $\text{H}_2\text{O}$  записується так:



Із цієї формули видно, що в молекулі атом Оксигену сполучений з двома атомами Гідрогену, причому атоми Гідрогену один з одним не зв'язані. Кожний хімічний зв'язок у графічній формулі позначається рискою. Атом Оксигену утворює два зв'язки, отже, валентність Оксигену дорівнює двом (Оксиген двовалентний), а атоми Гідрогену утворюють по одному зв'язку — валентність Гідрогену дорівнює одиниці (Гідроген одновалентний).

Розглянемо молекулу вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ . Графічна формула має такий вигляд:



У молекулі вуглекислого газу атоми Оксигену утворюють по два зв'язки з атомом Карбону (такий зв'язок називають подвійним), а Карбон у цьому випадку утворює чотири зв'язки (або два подвійні зв'язки). У цій сполуці валентність Карбону дорівнює чотирьом.

Деякі елементи виявляють *сталу валентність* — у всіх сполуках їм властиве тільки одне певне значення валентності. Так, Гідроген завжди одновалентний, а Оксиген завжди двовалентний. Інші елементи можуть виявляти різні валентності в різних сполуках. Наприклад, Сульфур може бути двовалентним, чотиривалентним і шестивалентним. Про такі елементи кажуть, що вони виявляють *змінну валентність*. Для позначення валентності використовують римські цифри.

**Таблиця 3. Валентність деяких хімічних елементів**

Елементи зі сталою валентністю	Елементи зі змінною валентністю
Одновалентні: H, K, Na, F, Li	Fe, Co — II, III Pb, Sn, C — II, IV
Двовалентні: O, Ba, Ca, Mg, Zn, Be	Cu — I, II S — II, IV, VI
Тривалентні: Al, B	As, P — III, V Cl, Br, I — I, III, V, VII

За відомою валентністю одного хімічного елемента можна встановити валентність інших елементів у сполуці. Визначимо, наприклад, валентність елементів у молекулі хлороводню  $\text{HCl}$ . Атоми Гідрогену завжди одновалентні, отже, валентність атомів Хлору також дорівнює одиниці, оскільки атом Хлору зв'язаний тільки з атомом Гідрогену і не може утворити з ним більше одного зв'язку. У молекулі амоніаку  $\text{NH}_3$  атом Нітрогену зв'язаний з трьома одновалентними

атомами Гідрогену, отже, Нітроген тривалентний, оскільки утворює три зв'язки. Зважаючи на це, можна зобразити графічні формули хлороводню й амоніаку:



У хімічних формулах валентність записують над символом відповідного елемента:



Валентність хімічних елементів можна визначити за Періодичною системою. Вища (максимальна) валентність хімічного елемента в більшості випадків дорівнює номеру групи Періодичної системи, у якій розташований цей елемент. Щоб визначити й інші можливі валентності, треба від значення вищої валентності відняти 2, 4 або 6 (табл. 4).

**Таблиця 4. Визначення валентності за Періодичною системою\***

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

\* Для короткого варіанта Періодичної системи.

Наведений у таблиці 4 принцип визначення валентності за допомогою Періодичної системи не завжди точний. Є винятки з нього. Наприклад, Оксиген (шоста група) виявляє тільки валентність II, а для Феруму (восьма група) характерні валентності II і III. Проте для більшості елементів, із якими ви матимете справу в шкільному курсі, цей принцип справедливий.

### Визначення валентності хімічних елементів за формулами бінарних сполук

Сполуки, що складаються з двох хімічних елементів, називають *бінарними*. Для визначення валентності елементів у бінарній спо-

луці не обов'язково складати структурні формули. Сумарне число зв'язків атомів одного елемента в бінарній сполуці завжди дорівнює сумарному числу зв'язків усіх атомів іншого елемента.

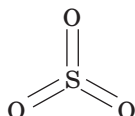
Наприклад, у молекулі вуглекислого газу  $\text{CO}_2$  Карбон чотири-валентний (загальне число зв'язків дорівнює  $1 \cdot \text{IV} = 4$ ), а Оксиген двовалентний (загальне число зв'язків дорівнює  $2 \cdot \text{II} = 4$ ). Для всіх елементів у бінарній сполуці добуток числа атомів на валентність буде однаковим.

Для визначення валентності в бінарних сполуках можна використати такий алгоритм:

Порядок дій	Приклади обчислень		
1. Указуємо валентність елемента з відомою (сталю) валентністю	$\overset{\text{II}}{\text{Fe}}_2 \text{O}_3$	$\overset{\text{II}}{\text{C}} \text{O}_2$	$\overset{\text{I}}{\text{C}} \text{H}_4$
2. Множимо число атомів цього елемента на його валентність	$3 \cdot \text{II} = 6$	$2 \cdot \text{II} = 4$	$4 \cdot \text{I} = 4$
3. Ділимо отримане значення на число атомів іншого елемента	$6 : 2 = \text{III}$	$4 : 1 = \text{IV}$	$4 : 1 = \text{IV}$
4. Записуємо значення валентності над символом цього елемента	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}_2 \overset{\text{II}}{\text{O}}_3$	$\overset{\text{IV}}{\text{C}} \overset{\text{II}}{\text{O}}_2$	$\overset{\text{IV}}{\text{C}} \overset{\text{I}}{\text{H}}_4$

### Складання формули бінарної сполуки за валентністю елементів

Знаючи значення валентностей елементів, можна скласти формулу бінарної сполуки. Складемо, наприклад, формулу сполуки, що складається з атомів шестивалентного Сульфуру — S(VI) і двовалентного Оксигену — O(II). Кожний атом Оксигену утворює тільки два зв'язки, тому для утворення шести зв'язків з атомом Сульфуру необхідно три атоми Оксигену. Отже, формула цієї сполуки —  $\text{SO}_3$ , а її графічна формула:



Складаючи хімічні формули, необхідно враховувати порядок написання символів елементів у формулі. На першому місці в хімічній формулі записується символ того елемента, який у Періодичній системі розташований лівіше або нижче. Так, якщо сполука складається з атомів Нітрогену й Оксигену, то на першому місці записується символ Нітрогену, а якщо сполука складається з атомів Калію та Бром, то на першому місці — символ Калію.

Для складання формул бінарних сполук також можна скористатися таким алгоритмом:

Порядок дій	Приклади обчислень		
1. Записуємо символи елементів у необхідному порядку та позначаємо їхню валентність	$\begin{matrix} \text{III} & \text{II} \\ \text{Al} & \text{O} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{VI} & \text{I} \\ \text{S} & \text{F} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{IV} & \text{II} \\ \text{C} & \text{S} \end{matrix}$
2. Знаходимо найменше спільне кратне (НСК) для значень валентностей елементів	НСК (III і II) = 6	НСК (VI і I) = 6	НСК (IV і II) = 4
3. Число атомів певного елемента дорівнює відношенню НСК до валентності цього елемента	$6 : \text{III} = 2 \text{ (Al)}$ $6 : \text{II} = 3 \text{ (O)}$	$6 : \text{VI} = 1 \text{ (S)}$ $6 : \text{I} = 6 \text{ (F)}$	$4 : \text{IV} = 1 \text{ (C)}$ $4 : \text{II} = 2 \text{ (S)}$
4. Записуємо отримані індекси після символів елементів	$\begin{matrix} \text{III} & \text{II} \\ \text{Al}_2 & \text{O}_3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{VI} & \text{I} \\ \text{S} & \text{F}_6 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{IV} & \text{II} \\ \text{C} & \text{S}_2 \end{matrix}$

Поняття валентності виникло понад двісті років тому і нині викликає багато нарікань від багатьох хіміків. Так, за наведеними правилами складно визначити валентність елементів у простих речовинах, а також у речовинах немалекулярної будови. Наприклад, у залізі кожний атом Феруму оточений вісьмома сусідніми атомами. У кухонній солі — натрій хлориді — кожний йон Натрію взаємодіє із шістьма йонами Хлору, а кожний йон Хлору — із шістьма йонами Натрію (мал. 60б, с. 71). Водночас Натрій і Хлор у цій сполуці прийнято вважати одновалентними. Поняття валентності має реальний сенс лише в тому разі, якщо йдеться про молекулярні речовини.

#### • Лінгвістична задача

- У багатьох європейських мовах слово «валентність» має багато спільнокореневих слів. Так, в іспанській мові *valencia* означає «ціна». Французьке слово *valable* і англійське *valid* означають «здатність» (відповідно, *invalidable* та *invalid* — «нездатний»). Також є слова *value* — «значення» і *valeur* — «вартість». У стародавніх римлян слово *valentia* означало «сила». Як ви вважаєте, що означає слово «валентність»?





### Висновки:

1. Валентність дорівнює числу зв'язків, які певний атом може утворити з іншими атомами. При складанні графічних формул зв'язки позначають рисками, отже, валентність дорівнює числу рисок у графічній формулі.
2. Деякі елементи виявляють сталу валентність в усіх сполуках: Гідроген завжди одновалентний, Оксиген — двовалентний тощо. Деякі елементи виявляють змінну валентність, валентність таких елементів обов'язково вказують у назвах сполук.
3. Для визначення валентності за хімічною формулою або при складанні формул за валентністю необхідно дотримуватися принципу, що загальне число зв'язків усіх атомів одного елемента в сполуці дорівнює загальному числу зв'язків усіх атомів іншого елемента.



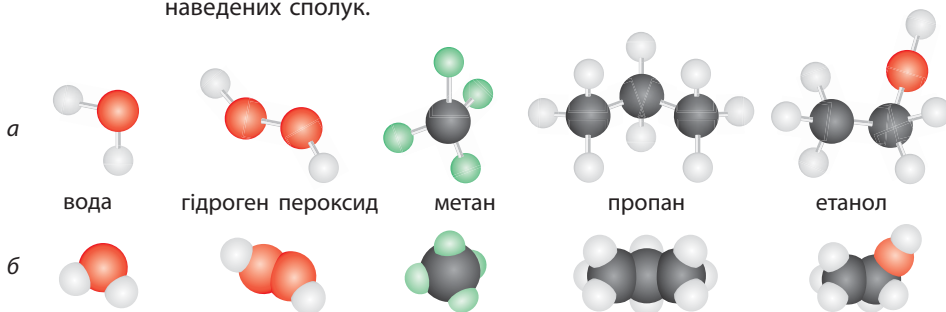
### Контрольні запитання

1. Дайте визначення валентності.
2. Які елементи виявляють сталу валентність, а які — змінну?
3. Наведіть алгоритм визначення валентності в бінарних сполуках. Розгляньте його на прикладі вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ .
4. Наведіть алгоритм складання формул бінарних сполук за валентністю елементів. Розгляньте його на прикладі сульфур(VI) флуориду.



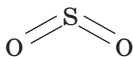
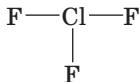
### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Укажіть ряд, у якому наведені символи елементів, здатних виявляти валентність II: а) Fe, Cl, P, S; б) H, F, K, Na; в) Mg, Ba, Ca, O.
2. Моделі молекул можна представляти по-різному: кулестрижневі моделі (мал. 69а) та кулькові (мал. 69б). Розгляньте моделі молекул, визначте валентності всіх хімічних елементів і складіть хімічні формули наведених сполук.

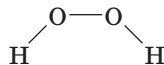
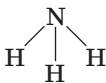


**Мал. 69.** Кулестрижневі (а) та кулькові моделі (б) деяких молекул.

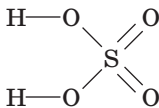
Білими кульками позначені атоми Гідрогену, червоними — Оксигену, зеленими — Хлору, чорними — Карбону


 сульфур(IV) оксид  
(сірчистий газ)


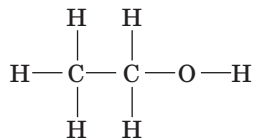
хлор(III) флуорид


 гідроген пероксид  
(перекис водню)


амоніак



сульфатна кислота



етанол (етиловий спирт)

**Мал. 70.** Структурні формули молекул деяких речовин

- Визначте валентність усіх елементів за графічними формулами, зображеними на малюнку 70. Складіть хімічні формули наведених сполук.
- Визначте валентності елементів у таких сполуках: а)  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; б)  $\text{H}_2\text{S}$ ; в)  $\text{SnCl}_4$ ; г)  $\text{PH}_3$ ; д)  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ; е)  $\text{Na}_2\text{O}$ .
- За допомогою Періодичної системи визначте всі можливі валентності, які можуть виявляти елементи: а) Кальцій; б) Сульфур; в) Бром; г) Фосфор; д) Аргентум; е) Бор. В елементів зі змінною валентністю позначте вищу й нижчу валентності.
- Складіть формули сполук, утворених елементами: а) Н і Al(III); б) C(IV) і S(II); в) Pb(IV) і O; г) Br(I) і Zn(II); д) C(IV) і F(I); е) O і Fe(II); є) Cl(IV) і O; ж) Cu(I) і O; з) Cl(I) і Au(III). У дужках вказано валентність, яку виявляє елемент у даній сполуці.
- За малюнком 60а, с. 71, визначте валентність атомів Силіцію й Оксигену у кварці.
- Складіть графічні формули сполук із такими формулами: а)  $\text{SO}_3$ ; б)  $\text{SO}_2$ ; в) NO; г)  $\text{H}_2\text{S}$ .
- Ферум у сполуках з Оксигеном може виявляти валентність II і III. Складіть формули цих сполук і визначте, у якій з них уміст Феруму більший (за масовою часткою).

Цікаво, що...

Перші висловлювання про хімічний зв'язок належать Роберту Бойлю. Він уявляв атоми у вигляді кульок, на поверхні яких є гачки. Цими гачками атоми чіпляються один за одного, як колючі головки реп'яха. Наявність і числом гачків на поверхні атомів Бойль також пояснював кислий, гіркий або пекучий смак деяких речовин.

## § 14. Фізичні та хімічні явища

### Фізичні явища

У навколишньому світі постійно відбуваються зміни. Зміна пір року, рух води в річці, ріст рослин, кипіння води в чайнику — усе це приклади процесів, що відбуваються навколо нас. Ці процеси називають *явищами*. Залежно від того, у якій сфері життя відбуваються явища, їх можна поділити на політичні, соціальні, геологічні, біологічні, а також на фізичні й хімічні.

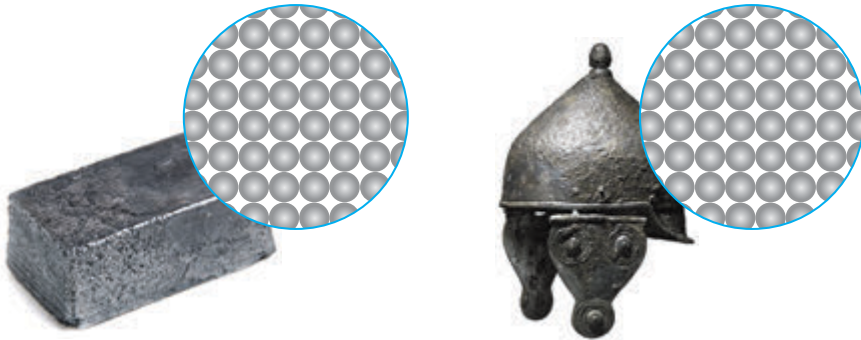
Порівняймо дії двох ремісників: коваля та металурга. Коваль бере залізний брусок, нагріває його, б'є по ньому молотом і в результаті отримує виріб, наприклад, підкову або шолом. Чи змінюється в цьому випадку залізо — речовина, з якої складався брусок? Ні. Під ударами молота частинки (атоми) в залізі рухаються, зміщуються, але самі не змінюються (мал. 71). Таке явище належить до *фізичних*.



Явища, при яких змінюється форма предмета або агрегатний стан речовини, але не змінюється її склад, називають фізичними.

Унаслідок перебігу фізичних явищ частинки в речовині не змінюються, отже, не змінюються і властивості речовин.

Кипіння води, поява крапель води або льоду в холодильнику, замерзання річок, відливання виробів із розплавленого металу, подрібнення речовин — усе це приклади фізичних явищ.



**Мал. 71.** Залізний брусок і залізний шолом складаються з однієї речовини — заліза. Тому перетворення бруска на шолом є фізичним процесом

## Хімічні явища

А що ж робить металург? Він бере залізну руду й перетворює її на блискучі бруски заліза. Чи змінилася при цьому речовина? Залізна руда — це бурий порошок або камені, які не проводять електричний струм і легко розсипаються від удару молотком. А залізо має металічний блиск, добре проводить електричний струм, унаслідок удару не розсипається, а розплющується. Отже, залізна руда і брусок заліза складаються з різних речовин, які мають різні властивості (мал. 72). На відміну від коваля, металург перетворив частинки залізної руди на частинки заліза. Такий процес є *хімічним*.

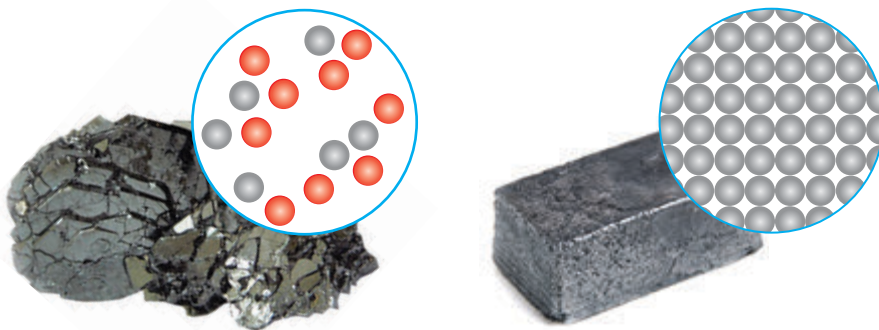


Явища, при яких одні речовини перетворюються на інші, називають хімічними.

Горіння деревини, поява іржі на поверхні залізних виробів (мал. 73), прокисання молока, пригорання їжі на сковорідці — усе це приклади хімічних явищ.

У процесі перебігу хімічних явищ частинки однієї речовини (атоми, молекули чи йони) перетворюються на частинки іншої, тобто з однієї речовини утворюється інша речовина з іншими властивостями.

Часто замість слів «хімічне явище» кажуть *хімічний процес* або *хімічна реакція*. Про речовини, що вступають у хімічну реакцію, говорять, що вони *реагують*, або *взаємодіють*, між собою. Ці речовини називають *реагентами* або *початковими речовинами*, а нові речовини, що утворюються в результаті реакції, — *продуктами реакції*.



**Мал. 72.** У хімічних явищах змінюється сама речовина: залізна руда і залізний брусок складаються з різних частинок, тому перетворення руди на брусок є хімічним явищем



**Мал. 73.** Перетворення залізного бруска на ошурки — фізичне явище, оскільки властивості речовин не змінюються. А перетворення на іржу — хімічне, оскільки за властивостями іржа відрізняється від заліза

У хімічних явищах виявляються *хімічні властивості* речовин — їхня здатність змінюватися під впливом різних умов і реагувати з іншими речовинами. *Описати хімічні властивості речовини* — означає вказати, як вона може змінюватися, з якими з інших речовин і за яких умов може реагувати. Дослідження хімічних властивостей речовин — одне із завдань хімії.

### Ознаки хімічних реакцій

Дуже часто хімічні та фізичні явища відбуваються одночасно. Наприклад, при горінні свічки парафін спочатку плавиться і випаровується (фізичні явища), а потім випари парафіну починають горіти (хімічне явище). Якщо нагрівати шматочок цукру, то він розплавиться (фізичне явище), а в разі тривалого нагрівання перетвориться на вуглеподібну чорну масу (хімічне явище).

Як же відрізнити хімічні явища від фізичних? Звичайно ж, можна сказати, якщо молекули речовини змінилися, то явище належить до хімічних, а якщо не змінилися, то до фізичних. Але молекули надзвичайно складно побачити навіть у найпотужніший мікроскоп.

Оскільки в процесі хімічної реакції утворюються нові речовини з новими властивостями, то про перебіг реакції свідчить зміна фізичних властивостей реагуючих речовин. Так, якщо поставити молоко в тепле місце, то через деякий час воно перетвориться на кисле молоко. При скисанні молока з молочного цукру утворюється молочна кислота, про перебіг цієї реакції можна судити за *зміною смаку*.





а




б

**Мал. 74.** Ознака хімічної реакції — утворення нерозчинної речовини, що випадає в осад: а — на стінках чайника; б — при зливанні двох рідин

Якщо жир на сковорідці починає підгоряти, то про перебіг цієї реакції ми дізнаємося за *появою запаху* акролеїну — продукту розкладання жиру. 

При кипінні водопровідної води з розчинених у ній речовин утворюється речовина, що не розчиняється у воді, тому осідає у вигляді накипу на стінках чайника — *випадає в осад* (мал. 74). 

*Виділення газу* також свідчить про хімічне перетворення: гашення харчової соди столовим оцтом або лимонною кислотою супроводжується характерним шипінням унаслідок утворення вуглекислого газу (мал. 75). 

Якщо в склянку зі столовим оцтом насипати соду, то газ починає виділятися так активно, що здається, ніби рідина закипає.



а



б



**Мал. 75.** Ознака хімічної реакції — виділення газу:  
а — цинк із кислотою утворюють безбарвний газ; б — мідь з кислотою також утворюють газ, але з характерним бурим забарвленням



а





б



**Мал. 76.** Ознаки хімічної реакції: а — чай при додаванні лимона змінює забарвлення; б — реакції з виділенням енергії часто супроводжуються виділенням світла

Як у цьому випадку відрізнити кипіння від хімічної реакції? Для цього треба пригадати, як відбувається кипіння: рідина закипає, коли нагрівається до певної температури — температури кипіння. Для води зазвичай це 100 °С. Під час кипіння води бульбашки газу (пари) утворюються у всьому об'ємі рідини. У разі взаємодії оцту із содою рідина не нагрівається, а газ виділяється тільки в тому місці, де сода контактує з розчином, тобто кипінням цей процес назвати не можна.

Часто про хімічні перетворення свідчить *зміна забарвлення* (мал. 76а). Наприклад, колір листя на деревах восени змінюється від зеленого до жовтого або червоного. 

Багато хімічних реакцій, наприклад, реакції горіння, супроводжуються *виділенням енергії* (мал. 76б), зазвичай у вигляді теплоти і світла. Проте є реакції, що відбуваються з поглинанням енергії. Наприклад, реакція фотосинтезу в рослинах відбувається з поглинанням енергії сонячного світла. 

### Ознаки хімічних реакцій:

- зміна забарвлення;
- зміна запаху;
- зміна смаку;
- випадання або розчинення осаду;
- виділення або поглинання газу;
- виділення або поглинання теплоти;
- випромінювання світла.



## Умови перебігу хімічних реакцій

Для перебігу хімічних реакцій необхідні певні умови. Насамперед речовини необхідно з'єднати та перемішати або хоча б привести до зіткнення.

Але не завжди хімічна реакція починається відразу після перемішування речовин. Деревина дуже добре горить, проте сама по собі вона не займається. Для того щоб почалася реакція горіння, деревину треба підпалити — тобто нагріти до певної температури. Далі реакція відбувається самостійно, поки не закінчиться один з реагентів. Для здійснення багатьох хімічних реакцій потрібне постійне нагрівання або охолодження.

Деякі реакції відбуваються під дією світла або електричного струму. Відомі нестійкі речовини, які розкладаються від тертя або удару.

Умови, необхідні для перебігу різних реакцій, дуже різноманітні. Більшість реакцій не вимагає спеціальних умов, але деякі відбуваються лише за певних умов, які описуються в хімічній літературі.

### ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 3

#### Проведення хімічних реакцій



**Обладнання:** штатив із пробірками, пробіркотримач, нагрівальний прилад.

**Реактиви:** розчини лугу, фенолфталеїну, нітратної кислоти, мідного купоросу, крейда, кристалічний амоній хлорид, цукор.

#### ! Правила безпеки:

- для дослідів використовуйте невеликі кількості реактивів;
- остерігайтеся потрапляння реактивів на одяг, шкіру, в очі;
- пам'ятайте: холодні й гарячі предмети мають однаковий вигляд;
- нагрівання здійснюйте з використанням спеціальних тримачів;
- дотримуйтеся правила визначення запаху речовин (правило 11 на с. 29).

1. Налийте в пробірку близько 1 мл лугу і додайте кілька крапель фенолфталеїну. Які зміни спостерігаєте?

2. Насипте в пробірку шпателем невелику кількість крейди і краплями додавайте розчин кислоти. Що відбувається з осадом?

3. Налийте в пробірку 1–2 мл розчину мідного купоросу та додайте таку саму кількість розчину лугу. Які зміни спостерігаєте?

4. Насипте в пробірку шпателем невелику кількість амоній хлориду і додайте 1–2 мл розчину лугу. Визначте запах речовини в пробірці.

5. У пробірку насипте невелику кількість цукру і нагривайте. Які зміни ви спостерігаєте на початку нагрівання? А після тривалого нагрівання?

6. Опишіть свої спостереження. За результатами виконаних дослідів зробіть висновки щодо ознак хімічних реакцій. За яких умов відбуваються реакції?



### Висновки:

1. Під час фізичних явищ змінюється форма або агрегатний стан речовин, але їхній склад, а отже й фізичні властивості, не змінюються. У хімічних явищах (хімічних реакціях) речовини змінюються, тобто одні речовини перетворюються на інші. Це відбувається завдяки зміні складу речовин.
2. Про перебіг хімічних реакцій можна дізнатися за певними ознаками: зміною забарвлення, запаху, смаку, утворенням або зникненням осаду, виділенням або поглинанням теплоти, газу або світла.



### Контрольні запитання

1. Дайте визначення хімічних і фізичних явищ. Чим вони відрізняються?
2. Перелічіть ознаки хімічних реакцій.
3. За яких умов відбуваються хімічні реакції?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Виберіть з поданого переліку умови перебігу реакцій: а) змішування речовин; б) виділення газу; в) попереднє нагрівання речовин; г) виділення теплоти і світла; д) попереднє розчинення реагуючих речовин; е) дія електричного струму; є) утворення осаду.
2. Що відбувається з атомами та молекулами в хімічних реакціях? Виберіть правильні твердження: а) молекули реагентів руйнуються, а з них утворюються нові молекули; б) одні атоми руйнуються, із них утворюються інші; в) молекули в хімічних реакціях не змінюються; г) атоми в хімічних реакціях не змінюються; д) атоми перегруповуються, утворюючи молекули нових речовин.

3. Наведіть приклади фізичних явищ, при яких змінюється агрегатний стан речовин.
4. Наведіть три приклади хімічних реакцій, які ви спостерігали в природі або в побуті.
5. Виберіть, які з наведених явищ належать до хімічних, а які — до фізичних: а) узимку гілля дерев вкривається памороззю; б) опале листя згниває; в) розлитий ацетон швидко випаровується; г) запах розлитих парфумів швидко поширюється по всій кімнаті; д) із часом на стінках чайника утворюється накип; е) у теплом місці молоко швидко скисає; є) бронзові пам'ятники вкриваються зеленим нальотом; ж) крапля бруду на черевіку до ранку перетворюється на коричневу пляму; з) іржавий цвях очищується від іржі наждачним папером.
6. Наведіть приклади хімічних явищ, які супроводжуються зміною агрегатного стану речовин.
7. Які ознаки хімічних реакцій спостерігаються: а) під час горіння багаття; б) під час іржавіння заліза; в) під час скисання їжі?
8. Наведіть приклади хімічних реакцій із повсякденного життя, які відбуваються: а) при постійному нагріванні; б) після первинного нагрівання; в) під дією світла; г) зі зміною забарвлення.
- 9\*. Проект № 2 «Хімічні явища в природному доквіллі».
- 10\*. Проект № 3 «Хімічні явища в побуті».
- 11\*. Проект № 4 «Використання хімічних явищ у художній творчості й народних ремеслах».
- 12\*. Проект № 5 «Речовини і хімічні явища в літературних творах і народній творчості».

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

### Дослідження фізичних і хімічних явищ



**Обладнання:** штатив, тигельні щипці, пробіркотримач, спиртівка, склянки.

**Реактиви:** мідний дріт або пластинка, парафін, свічка, вода, хлоридна кислота, сода.

#### **! Правила безпеки:**

- для дослідів використовуйте невеликі кількості реактивів;
- остерігайтеся потрапляння реактивів на одяг, шкіру, в очі;
- пам'ятайте, холодні й гарячі предмети виглядають однаково;
- нагрівання здійснюйте з використанням спеціальних тримачів.

### 1. Плавлення парафіну

Візьміть шматочок парафіну та покладіть його на металеву пластинку або в пробірку. Закріпіть її в штативі та обережно нагрівайте в полум'ї спиртівки. Що відбувається? Чи утворилася нова речовина? Запишіть свої спостереження та визначте, до яких явищ належить явище плавлення.

### 2. Горіння свічки

Запаліть свічку та деякий час спостерігайте процес горіння. Які явища відбуваються? Чи відбувається перетворення речовини? Які ознаки свідчать про фізичне явище, а які — про хімічне? Запишіть свої спостереження.

### 3. Взаємодія соди з хлоридною кислотою

Візьміть дві склянки: у першу налейте воду, а в другу — хлоридну кислоту. Додайте в кожну склянку трохи питної соди. Що відбувається в кожній склянці? Запишіть свої спостереження та визначте, яке явище відбулося в пробірці з кислотою.

### 4. Прожарювання міді

За допомогою тигельних щипців унесіть у полум'я спиртівки мідний дріт або пластинку і протримайте близько 1 хвилини. Відзначте зміну кольору поверхні дроту. Про що це свідчить? Запишіть свої спостереження та визначте, яке явище ви спостерігали.

### 5. Формулювання висновків

За результатами практичної роботи зробіть висновки.

При формулюванні висновків до практичної роботи дайте відповіді на такі запитання:

1. Які властивості речовин ви визначили впродовж цієї роботи? До яких властивостей — фізичних чи хімічних — вони належать?
2. Перелічіть окремо фізичні та хімічні явища, які ви спостерігали в цій роботі.
3. За якими ознаками ви охарактеризували явища як хімічні чи як фізичні?

Реакцію взаємодії соди з оцтовою або лимонною кислотою використовують під час випікання печива — завдяки виділенню вуглекислого газу тісто піднімається, стає пухкішим. Ця ж реакція лежить в основі дії кислотних вогнегасників. Вуглекислий газ виділяється також під час процесу бродіння: дріжджі (мікроорганізми), які додають у тісто, живляться розчиненим цукром і виділяють вуглекислий газ. Тому під час випікання хліба або булочок тісто стає дуже пухким і без соди.

Цікаво, що...

## ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

### Взаємодія харчової соди із соком квашеної капусти, лимонною кислотою, кефіром

*Вам потрібні:* піпетка, харчова сода, сік квашеної капусти, лимонна кислота, кефір.

**! Правила безпеки:**

- для дослідів використовуйте невеликі кількості речовин;
- остерігайтеся потрапляння речовин на одяг, шкіру, в очі.

В окремі посудини помістіть невеликі кількості соку квашеної капусти, лимонної кислоти та кефіру. До лимонної кислоти додайте невелику кількість води, щоб її розчинити.

До кожної посудини додайте невелику кількість соди (на кінці ложки). Що відбувається? Опишіть свої спостереження.



Перевірте свої знання за темою «Початкові хімічні поняття».

## ТЕМА II. КИСЕНЬ

У цьому розділі ви дізнаєтеся...

- чим ми дихаємо;
- чому на Землі можливе горіння;
- чому машини іржавіють;
- чи потрібний кисень для автомобіля;
- чи можна зібрати кисень за допомогою магніту;
- як можна прискорити хімічну реакцію;
- як можна виявити кисень;
- чи можна отруїтися киснем;
- у чому полягає різниця між горінням і тлінням;
- куди зникає речовина під час горіння.

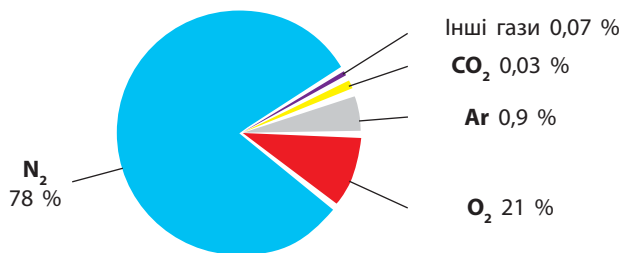
### § 15. Повітря, Оксиген, кисень

#### Повітря і кисень

Навколо нашої планети існує газувата оболонка, яку називають *атмосферою* (мал. 77). Усі ми живемо на «дні» цього газуватого океану. Приземний шар атмосфери ми називаємо *повітрям*. Повітря — це складна суміш близько 15 різних газів. Основними компонентами є азот  $N_2$  і кисень  $O_2$ . Уміст азоту становить 78 % від об'єму повітря,



**Мал. 77.** Атмосфера Землі — це порівняно тонкий газуватий шар навколо нашої планети. Приблизно п'яту частину нижніх шарів атмосфери становить кисень



**Мал. 78.** Склад сухого повітря поблизу поверхні Землі

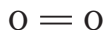
а кисню — 21 %. Крім того, у повітрі міститься невелика кількість аргону (0,9 %), вуглекислого газу (0,03 %), озону, водяної пари й інших газів (мал. 78). Об'ємні частки кисню й азоту в повітрі визначив А. Лавуазьє у 1774 році.

Склад повітря дещо змінюється залежно від місцевості, погодних умов і висоти над рівнем моря. Наприклад, водяної пари в повітрі у вологу та теплу погоду міститься більше, а в суху та холодну — менше. Вуглекислий газ утворюється в результаті горіння та дихання, тому в повітрі великих міст його більше, ніж над лісами та морями. Уміст азоту й кисню у різних місцевостях майже сталий.

У зачинених і непровітрюваних приміщеннях може накопичуватися багато вуглекислого газу. Повітря, що містить понад 0,1 % вуглекислого газу, негативно діє на людину. Тому слід регулярно провітрювати приміщення.

### Кисень та озон

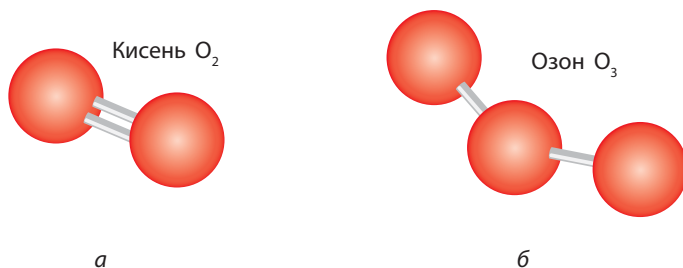
Головний компонент повітря — це кисень. Він підтримує дихання, завдяки чому на Землі можуть жити тварини, та горіння, без якого вже неможливе наше життя. У молекулі кисню два атоми Оксигену сполучені один з одним двома хімічними зв'язками (мал. 79a). Графічна формула кисню має такий вигляд:



Як видно з неї, валентність атомів Оксигену і в простій речовині дорівнює II.

Найбільше кисню міститься в нижніх шарах атмосфери (тропосфері). При підйомі вище над землею вміст кисню потроху змен-





**Мал. 79.** Формули і моделі молекул: а — кисню; б — озону

шується. Саме тому при подорожі високо в горах стає важче дихати. У верхніх, дуже розріджених шарах атмосфери кисню майже немає.

Хімічний елемент Оксиген утворює ще одну просту речовину — озон  $O_3$  (мал. 79б). Озон також наявний в атмосфері, але він переважно перебуває на висоті 30–50 км, утворюючи так званий озоновий шар. Озоновий шар захищає нас від шкідливого ультрафіолетового випромінювання Сонця.

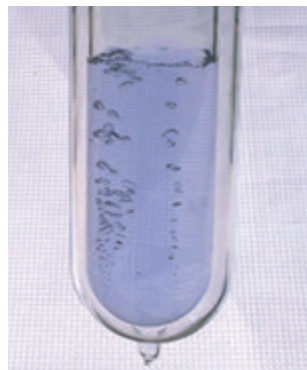
### Фізичні властивості кисню

За звичайних умов кисень — газ без кольору, смаку та запаху. Товстий шар кисню має ясно-блакитне забарвлення.

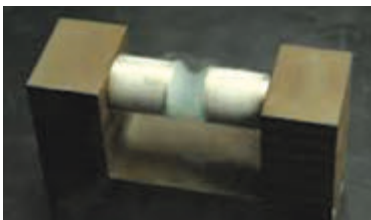
Кисень малорозчинний у воді — в 1 л води при температурі  $20\text{ }^\circ\text{C}$  розчиняється 31 мл кисню (0,004 % за масою). Проте цієї кількості достатньо для дихання риб, що живуть у водоймах. Газуватий кисень трохи важчий за повітря: 1 л повітря при температурі  $0\text{ }^\circ\text{C}$  і звичайному тиску важить 1,29 г, а 1 л кисню — 1,43 г.

Рідкий кисень — це рухома, блакитна рідина, яка кипить при  $-183\text{ }^\circ\text{C}$  (мал. 80). Твердий кисень — це сині кристали, які плавляться при ще нижчій температурі —  $-218,7\text{ }^\circ\text{C}$ .

Кисень — парамагнітна речовина, тобто в рідкому і твердому станах він притягується магнітом (мал. 81, с. 110).



**Мал. 80.** Рідкий кисень має блакитне забарвлення

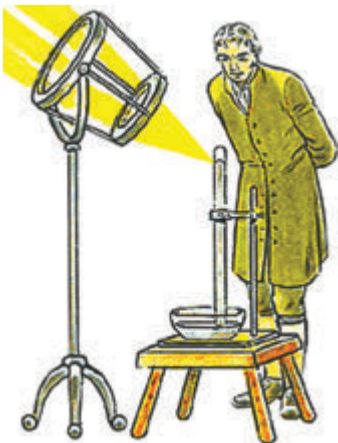


**Мал. 81.** Рідкий кисень притягується магнітом

### Відкриття кисню

Кисень був відкритий у 1774 році Дж. Прістлі. Він досліджував газоподібні речовини, що утворюються при розжарюванні різних речовин сфокусованими за допомогою лінзи сонячними променями (мал. 82). За такого впливу, зокрема на меркурій(II) оксид, виділяється кисень.

Оскільки в чистому кисні легше дихалося, то відкритий газ Прістлі назвав «покрощеним повітрям». Незалежно від Прістлі приблизно в той же час кисень був відкритий і К. Шеєле. Через здатність кисню підтримувати горіння Шеєле назвав його «вогненным повітрям». Шеєле добув кисень раніше, ніж Прістлі, але опублікував свої результати пізніше. Тому першовідкривачем кисню вважають Дж. Прістлі.



Часто можна почути, що блакитний колір денного неба пов'язаний із забарвленням кисню. Проте це не зовсім відповідає дійсності. Колір кисню робить свій внесок у забарвлення неба, проте синій колір пов'язаний здебільшого зі складнішим явищем — розсіюванням сонячного світла в повітрі.

Історія відкриття кисню цікаво переплітається з історією появи підводних човнів. Є відомості, що кисень був відкритий ще в XVII столітті голландським ученим К. Дреббелем. Він використовував цей газ для дихання в підводному човні власної конструкції. Але це відкриття належало до військової техніки й трималося в секреті, тому не вплинуло на подальші дослідження.

**Мал. 82.** Для добування кисню Прістлі прожарював меркурій(II) оксид  $\text{HgO}$  у пробірці, наповненій ртуттю. Утворений кисень витискував ртуть і збирався над шаром ртуті

Англійський хімік, філософ і громадський діяч. Був священнослужителем, а у вільний час займався наукою, володів дев'ятьма мовами. Один із провідних учених у галузі пневмохімії (хімії газів). У 1774 році відкрив кисень. Окрім кисню, вперше добув азот, хлороводень, флуороводень, амоніак, сірчистий газ, вуглекислий газ. Він був першим, хто спеціально розчинив вуглекислий газ у воді, після чого вода стала напрочуд смачною. Так була винайдена газована (содова) вода. За цей винахід йому було присуджено вищу нагороду Лондонського королівського товариства — медаль Коплея. Содова вода стала першим товарним продуктом хімії газів.



**Джозеф Прістлі**  
(1733–1804)

### Оксиген у природі

Оксиген — один із найважливіших елементів у природі. Крім простих речовин, він також утворює сполуки майже зі всіма хімічними елементами. Виняток становлять тільки інертні елементи — Гелій, Неон, Аргон.

На поверхні нашої планети Оксиген є найпоширенішим елементом (мал. 83, с. 112). У складі сполук з іншими елементами він становить 49 % від маси земної кори. Оксиген міститься у складі найважливіших мінералів літосфери (червоний залізняк, кварц, гіпс, польовий шпат тощо) і речовин, що зумовлюють родючість ґрунтів (гумус і солі).

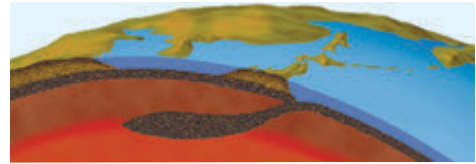
Славний шведський фармацевт і хімік-самоук. У 15 років він став учнем в аптеці в Гетеборзі, потім працював у багатьох аптеках Швеції. Незважаючи на неодноразові пропозиції посісти посаду професора, уважав за краще залишитися аптекарем. Уже в 32 роки Шеєле був удостоєний звання члена Стокгольмської академії наук. Сучасники про нього говорили: «Аптекарь Шеєле не міг доторкнутися до якогось-небудь тіла без того, щоб не зробити відкриття». Шеєле відкрив сім хімічних елементів (O, F, Cl, Mn, Mo, Ba, W). Він уперше виділив багато органічних кислот: щавлеву, лимонну, винну, молочну та інші. Відкрив велику кількість цінних неорганічних сполук.



**Карл Вільгельм Шеєле**  
(1742–1786)



Атмосфера — 21 %



Літосфера — 49 %



Гідросфера — 89 %



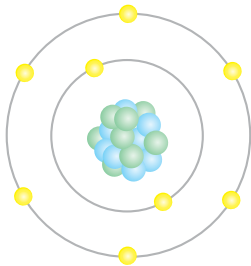
Живі організми — 62 %

**Мал. 83.** Поширеність Оксигену в природі

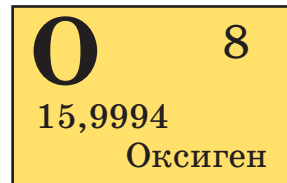
Найпоширеніша сполука Оксигену — це вода  $H_2O$ . Величезні скупчення води — річки, моря й океани — утворюють гідросферу Землі. З урахуванням розчинених речовин гідросфера містить 86–89 % Оксигену за масою.

Оксиген міститься у складі величезної кількості складних речовин: оксидів, кислот, лугів, солей та інших. Живі організми також містять велику кількість Оксигену. У складі різних сполук Оксиген становить близько 60 % маси тіла людини.

У Періодичній системі Оксиген має порядковий номер 8, відповідно заряд ядра атома Оксигену +8 (мал. 84). Хімічний символ елемента — **O**, відносна атомна маса 16 — це означає, що атом Оксигену в 16 разів важчий за 1/12 маси атома Карбону (мал. 85). У хімічних сполуках Оксиген завжди виявляє валентність II, незважаючи на те, що він розташований у VI групі Періодичної системи.



**Мал. 84.** Модель атома Оксигену



**Мал. 85.** Із Періодичної системи можна дізнатися про порядковий номер Оксигену та його відносну атомну масу

Оксиген є найактивнішим елементом у природі після Флуору. Завдяки цьому він утворює сполуки майже з усіма елементами.

## Поняття про оксиди

Сполуки, які окрім Оксигену містять лише один інший хімічний елемент, називають *оксидами*.



Оксиди — це бінарні сполуки хімічних елементів з Оксигеном.

Щоб розрізнити оксиди, їм присвоюють назви. Назви оксидів складаються з двох слів: назви хімічного елемента (у називному відмінку) та слова «оксид».

$\text{Na}_2\text{O}$  — натрій оксид;

$\text{Al}_2\text{O}_3$  — алюміній оксид.

Якщо оксид утворено елементом зі змінною валентністю, то також вказують його валентність:

$\text{CuO}$  — купрум(II) оксид;  $\text{Cu}_2\text{O}$  — купрум(I) оксид.

Формули оксидів складають за валентністю елементів, що їх утворюють, як було пояснено в § 13.

Свою назвою елемент Оксиген завдячує А. Лавуазьє. Згідно з теорією Лавуазьє, Оксиген був основним функціональним компонентом кислот, відтак отримав свою назву *Oxygenium* — «той, що народжує кислоти» (від грец. *oxus* — кислий та *genos* — народження).

Цікаво, що...



## Висновки:

1. Оксиген — один із найпоширеніших і найважливіших елементів у природі. Він утворює сполуки майже зі всіма відомими елементами. Найбільше Оксигену міститься у гідросфері, також значний вміст Оксигену в літосфері та атмосфері.
2. Оксиген у сполуках завжди двовалентний, його відносна атомна маса дорівнює 16.
3. Кисень і озон — прості речовини, утворені Оксигеном. Найпоширеніша серед них — кисень, що міститься в атмосфері Землі. Кисень — безбарвний газ, трохи важчий за повітря і малорозчинний у воді. Рідкий і твердий кисень має блакитне забарвлення і притягується магнітом.



### Контрольні запитання

1. Опишіть фізичні властивості кисню.
2. Опишіть поширеність кисню й озону на Землі.
3. Чи є хімічною реакцією перетворення рідкого кисню на газуватий? А на твердий? Відповідь поясніть.
4. Яка поширеність Оксигену в різних оболонках Землі?
5. Які сполуки Оксигену є у складі земної кори?
6. Наведіть приклади найпоширеніших і найважливіших сполук Оксигену, що трапляються в природі.
7. Які речовини називають оксидами?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Обчисліть відносні молекулярні маси кисню й озону.
2. Обчисліть, у скільки разів кисень важчий за повітря.
3. Навіщо працівники рибних господарств роблять узимку ополонки на льоду річок і озер?
4. Як ви вважаєте, чи можна виділити чистий кисень з повітря дією магніту, якщо інші гази повітря магнітом не притягуються?
5. Уявіть, що перед вами дві однакові закриті колби, наповнені за однакових умов повітрям і киснем. Як можна визначити, у якій із колб міститься кисень? Чи можна це виявити, не відкриваючи колби?
6. З підвищенням температури розчинність газів у воді зменшується. Чи можна заливати в акваріум для риб прокип'ячену охолоджену воду?
7. Використовуючи наведені в параграфі дані, обчисліть: а) масу кисню об'ємом 10 л; б) об'єм кисню масою 10 г.
8. Обчисліть, у скільки разів атом Оксигену важчий за атом: а) Гідрогену; б) Карбону; в) Сульфуру.
9. Складіть формули оксидів: магній оксид, ферум(II) оксид, фосфор(V) оксид, плюмбум(IV) оксид, купрум(I) оксид, хром(III) оксид.
10. Визначте валентності елементів у наведених оксидах, назвіть ці оксиди:  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $P_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $I_2O_5$ ,  $SO_3$ ,  $Cl_2O_7$ .
11. Оксиген міститься у мінералах: гематиті  $Fe_2O_3$ , кварці  $SiO_2$ , піролюзиті  $MnO_2$ . У якому з них масова частка Оксигену найбільша?
- 12\*. Відомо, що максимальний уміст кисню спостерігається в нижніх шарах атмосфери. У міру віддалення від поверхні Землі його вміст зменшується, а у верхніх шарах атмосфери кисню майже немає. Чим це можна пояснити?

### Лінгвістична задача

- Оксос у перекладі з грецької мови означає «кислий», гідро — «вода», а генеа — «походження». Що означають назви хімічних елементів Оксиген і Гідроген?

## § 16. Рівняння хімічних реакцій. Закон збереження маси речовин у хімічних реакціях

### Закон збереження маси

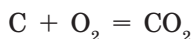
Усі хімічні перетворення зручніше описувати за допомогою хімічних формул і *рівнянь реакцій*. Процес горіння вугілля можна описати такою схемою:



Цей схематичний запис називають *рівнянням хімічної реакції*. У лівій частині наведеного рівняння один атом Карбону й одна молекула кисню, що складається з двох атомів Оксигену. У правій частині рівняння одна молекула вуглекислого газу (карбон(IV) оксиду), що складається з одного атома Карбону та двох атомів Оксигену.



Число атомів кожного хімічного елемента в обох частинах рівняння однакове. Для того щоб підкреслити однакову кількість атомів усіх елементів, у наведеному записі стрілку можна замінити на знак рівності:



Рівняння хімічної реакції є відображенням *закону збереження маси речовин у хімічних реакціях*.

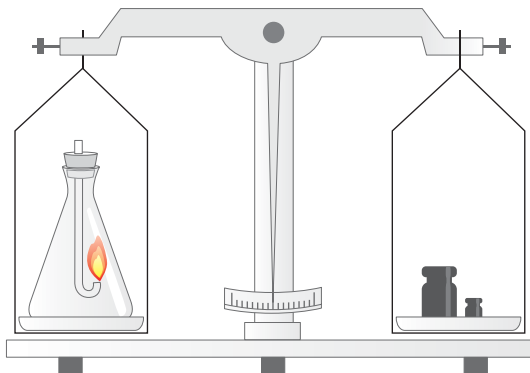


Маса речовин, що вступили в хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, що утворилися в результаті реакції.


Цей закон був відкритий М. В. Ломоносовим у 1748 році та, незалежно від нього, А. Лавуазьє у 1789 році, тому цей закон називають також законом Ломоносова–Лавуазьє.

У результаті хімічних реакцій одні речовини перетворюються на інші: *атоми, з яких складаються початкові речовини, не зникають, не з'являються і не перетворюються з одного виду на інший, а тільки перегруповуються, утворюючи молекули нових речовин.*





**Мал. 86.** Дослід, що ілюструє закон збереження маси в хімічних реакціях: при горінні свічки в закритій посудині рівновага на терезах не змінюється

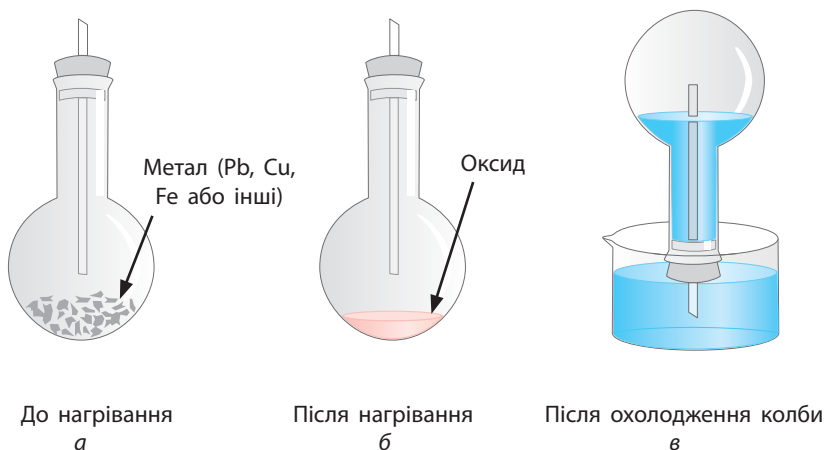
Сьогодні це твердження здається очевидним, проте в XVII столітті спостереження деяких учених суперечили йому. Наприклад, спирт під час горіння поступово втрачає масу і, врешті-решт, зникає. Якщо залізна пластинка лежить на повітрі, вона поступово іржавіє і її маса за таких умов збільшується. Як це пояснити? Пояснення цим фактам отримали тільки після проведення експериментів із ретельним  зважуванням початкових речовин та продуктів реакцій.

Доведемо, що під час горіння закон збереження маси виконується. Горіння свічки — це хімічна реакція, що відбувається з утворенням вуглекислого газу та води (у вигляді водяної пари). Продукти реакції (вуглекислий газ і водяна пара) — це газуваті речовини, які випаровуються, і тому здається, що речовина зникає. Якщо реакцію проводити в закритій посудині, то продуктам реакції нема куди зникати.

На одну шальку терезів помістимо свічку в посудині, заповненій киснем, що герметично закривається (мал. 86). Урівноважимо терези й підпалимо свічку. Свічка певний час горить, а потім, коли витратиться кисень, горіння припиняється. Під час горіння свічки рівновага терезів зберігається. Отже, маса колби з початковими речовинами дорівнює масі колби з продуктами реакції.

У разі іржавіння заліза атоми Феруму реагують з киснем і водою з навколишнього повітря. У цьому випадку утворюється іржа, маса якої більша, ніж маса початкового заліза, тому здається, що речовина виникає нізвідки.





**Мал. 87.** Прожарювання металу в закритій колбі. Після закінчення реакції місце повітря, що витратилося на реакцію, займає вода

Проведемо подібний дослід у герметичній колбі (мал. 87а). Помістимо зразок металу в колбу і закриємо її корком із запаяною газовідвідною трубкою та нагріємо. Після прожарювання метал змінює свій колір, оскільки перетворився на оксид (мал. 87б). Щоб довести, що частина повітря витратилася на реакцію з металом, опустимо газовідвідну трубку в посудину з водою і зламаємо кінець трубки. Оскільки частина повітря сполучилася з металом, то в колбі виник вільний простір, який через трубку заповнює вода (мал. 87в).

Видатний російський учений. Навчався у Слов'яно-греко-латинській академії, в Києво-Могилянській академії, Петербурзькому університеті, в університеті Гамбурга. Ломоносов був одним із найосвіченіших людей Росії того часу. Заслужують на увагу та пошану його роботи не тільки в галузі хімії, але й у мінералогії, географії, металургії, фізиці, історії, поезії, образотворчому мистецтві. Відкрив закон збереження маси, створив першу в Росії хімічну лабораторію. За результатами спостережень сонячного затемнення встановив існування атмосфери на Венері. За його ініціативою був відкритий Московський університет, який донині носить його ім'я.



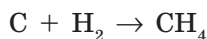
**Михайло Васильович  
Ломоносов**  
(1711–1765)

## Складання рівнянь хімічних реакцій

Рівняння хімічних реакцій складаються з урахуванням закону збереження маси. Розглянемо, як складаються рівняння реакцій утворення бінарних сполук із простих речовин.

**Приклад 1.** Складемо рівняння реакції утворення метану  $\text{CH}_4$  — основного компоненту природного газу. Метан складається з атомів Карбону та Гідрогену. Отже, для його добування необхідні прості речовини, одна з яких складається з атомів Карбону (вугілля  $\text{C}$ ), а інша — з атомів Гідрогену (водень  $\text{H}_2$ ).

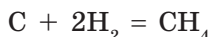
У лівій частині записуємо формули *початкових речовин (реагентів)*  $\text{C}$  і  $\text{H}_2$ , а в правій — *продукту реакції*  $\text{CH}_4$ :



Але цей запис ще не є рівнянням реакції — це *схема реакції*. Для того щоб вона перетворилася на рівняння, необхідно зрівняти число атомів кожного елемента в лівій і правій частинах. Для цього необхідно *дібрати коефіцієнти* — цифри перед хімічними формулами, які вказують число молекул (атомів або формульних одиниць). Як видно, у лівій і правій частинах схеми по одному атому Карбону, але в лівій частині два атоми Гідрогену (одна молекула водню), а в правій — чотири атоми (у складі однієї молекули метану). Це суперечить закону збереження маси. Щоб це виправити, перед формулою водню в лівій частині рівняння необхідно поставити коефіцієнт 2:

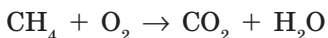


Тепер в обох частинах рівняння число атомів Гідрогену та Карбону однакове. Щоб підкреслити, що коефіцієнти дібрані, стрілку між реагентами і продуктами в рівнянні можна замінити знаком рівності:



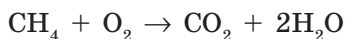
**Приклад 2.** Розглянемо реакцію горіння метану. Горіння — це взаємодія з киснем  $\text{O}_2$ . Під час горіння метану утворюються вуглекислий газ  $\text{CO}_2$  і вода  $\text{H}_2\text{O}$ .

Запишемо схему реакції:

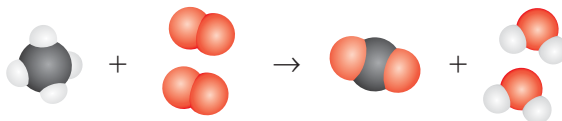
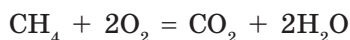


Тепер треба зрівняти число атомів кожного хімічного елемента, тобто дібрати коефіцієнти. Почнемо з атомів Карбону: в обох частинах

рівняння їх по одному. Потім підраховуємо атоми Гідрогену: у лівій частині чотири атоми, а в правій — два. Щоб зрівняти їх число, треба перед формулою води поставити коефіцієнт 2:



Залишилося зрівняти число атомів Оксигену (зазвичай Оксиген зрівнюють останнім). У лівій частині рівняння два атоми Оксигену в молекулі  $\text{O}_2$ , а в правій — чотири (два атоми у складі молекули вуглекислого газу  $\text{CO}_2$  і два атоми у складі двох молекул води  $\text{H}_2\text{O}$ ). Отже, в лівій частині рівняння перед формулою кисню треба поставити коефіцієнт 2:



Тепер число атомів усіх елементів однакове, отже, коефіцієнти дібрано правильно.

*Добираючи коефіцієнти в рівнянні реакції, слід пам'ятати такі правила:*

- коефіцієнт показує число молекул, окремих атомів або формульних одиниць у рівнянні реакції;
- коефіцієнт ставиться тільки **перед** хімічною формулою;
- коефіцієнт стосується всіх атомів, з яких складається молекула, перед якою він стоїть, наприклад:

запис  $2\text{H}_2\text{O}$  означає дві молекули води, у яких міститься 4 атоми Гідрогену (по два в кожній молекулі) і 2 атоми Оксигену (по одному в кожній молекулі);

- коефіцієнт 1, як і індекс 1, не записується;
- індекс показує число атомів елемента (або груп атомів) у складі молекули, а коефіцієнт — число молекул, наприклад:

$\text{H}$  — один атом Гідрогену;

$2\text{H}$  — два атоми Гідрогену;

$\text{H}_2$  — одна молекула водню, що складається з двох атомів Гідрогену;

$2\text{H}_2$  — дві молекули водню, кожна з яких складається з двох атомів Гідрогену.

Записи  $4\text{H}$  і  $2\text{H}_2$  нерівнозначні. Хоча в них записане однакове число атомів Гідрогену, проте перший запис означає чотири окремі атоми Гідрогену, а другий — дві молекули водню.

У рівняннях реакцій також часто вказують умови перебігу реакцій або виділення газу й осаду. Так, якщо з розчину виділяється газувата речовина, то поряд з її формулою ставлять стрілку, спрямовану вгору:  $\uparrow$ . Якщо з газів або рідин утворюється нерозчинна речовина, то поряд з її формулою ставлять стрілку, спрямовану вниз:  $\downarrow$ .



### Висновки:

1. Маса речовин, що вступають у реакцію, дорівнюють масі утворених речовин, що підтверджує закон збереження маси в хімічних реакціях. Цей закон ґрунтується на тому, що атоми в хімічних реакціях не зникають, а просто переходять з одних речовин до складу інших. За допомогою хімічних символів і знаків закон збереження маси відображають рівнянням хімічної реакції.
2. При складанні рівнянь хімічних реакцій необхідно дотримуватися вимоги, щоб число атомів усіх елементів у лівій і правій частинах рівняння було однаковим. Для цього перед хімічними формулами пишуть коефіцієнти, які означають число молекул, окремих атомів або формульних одиниць.



### Контрольні запитання

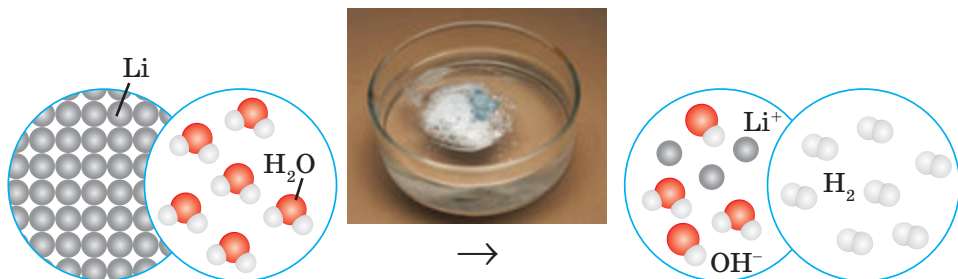
1. Сформулюйте закон збереження маси речовин і обґрунтуйте його з позиції понять про атоми та молекули.
2. Чому при горінні свічки її маса поступово зменшується? Чи не суперечить це закону збереження маси?
3. Який запис називають рівнянням хімічної реакції?
4. Яке значення має коефіцієнт у рівнянні реакції та індекс у хімічній формулі? У чому полягає відмінність між коефіцієнтом та індексом?



### Завдання для засвоєння матеріалу

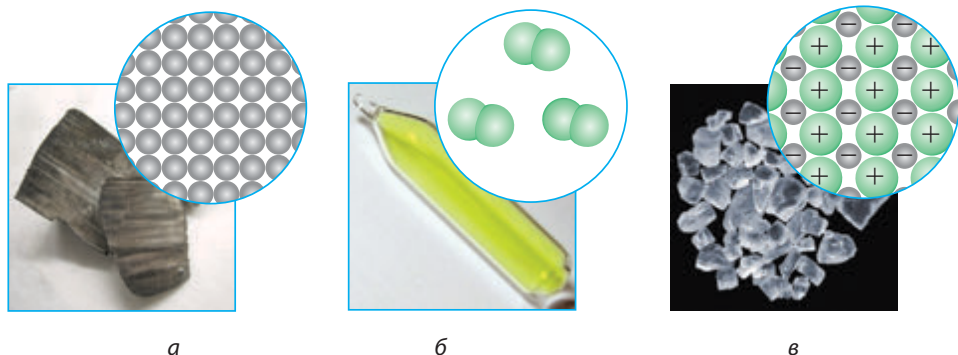
1. Поясніть, що означають записи:  
а)  $2\text{H}$ ,  $\text{O}$ ,  $4\text{Fe}$ ,  $3\text{Ca}$ ,  $5\text{N}$ ; б)  $\text{O}_2$ ,  $5\text{O}_2$ ,  $6\text{O}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $2\text{O}_3$ ; в)  $3\text{H}_2\text{O}$ ,  $5\text{H}_2$ ,  $2\text{CO}_2$ ,  $5\text{C}$ ,  $3\text{O}_2$ .
2. Розгляньте схематичне зображення хімічної реакції утворення амоніаку. Запишіть для неї рівняння, якщо синіми кульками позначені атоми Нітрогену, а червоними — Гідрогену.





**Мал. 88.** Схема взаємодії літію з водою

3. Доберіть коефіцієнти. У разі потреби позначте виділення газу або нерозчинної речовини відповідними символами.
- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| а) $S + O_2 \rightarrow SO_2$     | г) $BaO_2 \rightarrow BaO + O_2$              |
| $Fe + S \rightarrow FeS$          | $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$               |
| $N_2 + F_2 \rightarrow NF_3$      | $N_2O_5 \rightarrow NO_2 + O_2$               |
| б) $Al + Br_2 \rightarrow AlBr_3$ | д) $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$        |
| $Pb + O_2 \rightarrow Pb_3O_4$    | $C_2H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$        |
| $FeO + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$   | $PbCl_2 + Na_2S \rightarrow PbS + NaCl$       |
| в) $SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$  | е) $Al(OH)_3 + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2O$ |
| $Li + O_2 \rightarrow Li_2O$      | $H_2S + SO_2 \rightarrow S + H_2O$            |
| $Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$    | $P_2O_5 + H_2O \rightarrow H_3PO_4$           |
4. Складіть рівняння реакцій: а) унаслідок взаємодії водню  $H_2$  і кисню  $O_2$  утворюється вода  $H_2O$ ; б) залізо  $Fe$  у вологому повітрі вкривається іржею, основною складовою якої є речовина з формулою  $Fe(OH)_3$ ; в) унаслідок розкладу сахарози  $C_{12}H_{22}O_{11}$  утворюються вугілля  $C$  і вода  $H_2O$ .
5. На малюнку 88 представлено схему хімічної реакції взаємодії літію з водою. Складіть рівняння цієї реакції.



**Мал. 89.** Моделі речовин: а — натрію; б — хлору; в — натрій хлориду

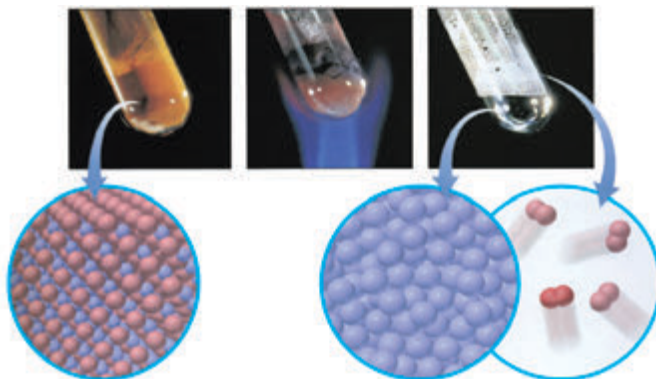
6. На малюнку 89 (с. 121) наведено моделі речовин. Складіть рівняння реакції натрію з хлором.
7. У результаті взаємодії сірки S масою 16 г із залізом Fe утворилося 44 г ферум(II) сульфід FeS. Обчисліть масу використаного заліза.
8. Унаслідок взаємодії метану масою 8 г із киснем масою 32 г утворився вуглекислий газ масою 22 г. Обчисліть, яка маса води утворилася в результаті цієї реакції.
9. Складіть рівняння реакцій утворення з простих речовин таких сполук: а) ферум(II) оксид FeO; б) аргентум(I) сульфід Ag<sub>2</sub>S; в) кальцій фосфід Ca<sub>3</sub>P<sub>2</sub>; г) алюміній оксид Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; д) фосфор(V) оксид P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## § 17. Добування і зберігання кисню

### Розкладання оксидів

Методи добування кисню можна поділити на промислові та лабораторні. У лабораторії кисень зручніше добувати з тих його сполук, які при нагріванні легко розкладаються з виділенням кисню. Найчастіше для цього використовують калій перманганат KMnO<sub>4</sub>, калій хлорат KClO<sub>3</sub> (бертолетову сіль), калій нітрат KNO<sub>3</sub> (індійську селітру), гідроген пероксид H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Уперше кисень був добутий нагріванням ртуті(II) оксиду HgO сфокусованими сонячними променями. При цьому утворюється рідка ртуть і газуватий кисень (мал. 90):



**Мал. 90.** При прожарюванні червоного меркурій(II) оксиду утворюється рідка сріблеста ртуть і газуватий кисень

У такий спосіб можуть розкладатися сполуки й інших неактивних металічних елементів з Оксигеном.

Але зазвичай такі реакції відбуваються при дуже високих температурах, тому їх використовувати для добування кисню в лабораторії не дуже зручно.

### Розкладання бертолетової солі. Каталізатори

Покладемо в чисту суху пробірку декілька кристалів бертолетової солі та нагріватимемо її в полум'ї спиртівки. Спочатку сіль починає плавитися (357 °C), а потім розплав закипає (400 °C) — починається розкладання з виділенням безбарвного газу за рівнянням:



Щоб довести, що газ, який виділяється, є киснем, у пробірку вносимо тліючу скіпку (мал. 91). Скіпка яскраво спалахує. Це означає, що добутий газ — кисень, оскільки він підтримує горіння.

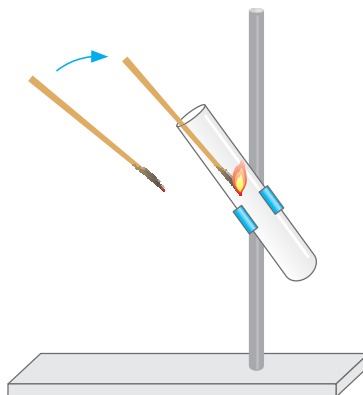
Щоб прискорити реакцію, до бертолетової солі можна додати невелику кількість порошку манган(IV) оксиду  $\text{MnO}_2$ . За його наявності кисень починає виділятися при значно нижчій температурі (200 °C), навіть нижчій за температуру плавлення. Манган(IV) оксид у цій реакції не витрачається, він тільки прискорює її. Такі речовини називають *каталізаторами*, а пришвидшення реакції під дією каталізатора — *каталізом*.



Каталізатори — це речовини, які змінюють швидкість хімічної реакції, проте самі в ній не витрачаються.

Здатність певних речовин прискорювати хімічні реакції відома вже понад 200 років, але перші класичні пояснення цього явища, а також наведене визначення каталізаторів було введено видатним хіміком В. Оствальдом.

**Мал. 91.** Підтвердження наявності кисню в пробірці: тліюча скіпка, внесена в пробірку з киснем, спалахує



Видатний німецький фізико-хімік, лауреат Нобелівської премії 1909 року. Народився в Ризі, де навчався та в 28 років почав працювати професором. У віці 35 років переїхав до Лейпцига, де очолив Фізико-хімічний інститут. Вільгельм Оствальд вивчав закони хімічної рівноваги, електричні властивості розчинів, відкрив закон розбавлення, що був названий його ім'ям, розробив основи теорії кислотно-основного каталізу, багато займався історією хімії.

Заснував першу в світі кафедру фізичної хімії і перший фізико-хімічний журнал. Свого часу активно підтримував теорію Арреніуса, чим сприяв її визнанню іншими хіміками.



**Вільгельм-Фрідріх  
Оствальд**  
(1853–1932)

### Розкладання калій перманганату

Кисень у лабораторії зручно добувати з калій перманганату  $\text{KMnO}_4$ . Калій перманганат являє собою чорно-фіолетові кристали зі специфічним блиском (мал. 92). Невелику кількість порошку калій перманганату помістимо в пробірку. Щоб уникнути розкидання порошку, в пробірку слід помістити ватний тампон (мал. 93).

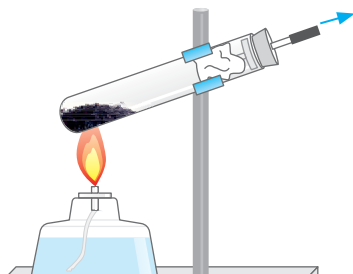
Для того щоб почалася реакція, пробірку необхідно нагріти приблизно до  $230\text{ }^\circ\text{C}$ . Порошок поступово нагрівається і починає розтріскуватися — відбувається реакція:



Якщо до пробірки приєднати газовідвідну трубку, то кисень, що виділяється, можна зібрати в яку-небудь посудину.

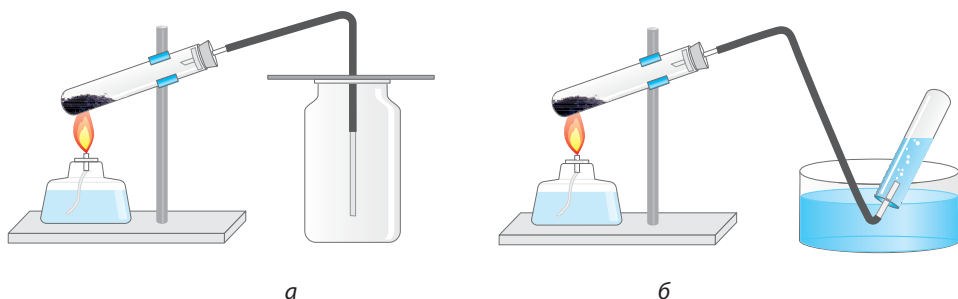


**Мал. 92.** Калій перманганат використовують для добування кисню в лабораторії



**Мал. 93.** Пристрій для добування кисню розкладанням калій перманганату





**Мал. 94.** Пристрій для збирання кисню: *а* — методом витіснення повітря; *б* — методом витіснення води

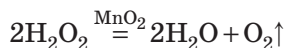
### Як можна зібрати добутий кисень?

Кисень важчий за повітря і малорозчинний у воді, тому його можна збирати двома способами: витісненням повітря і витісненням води. У першому випадку (мал. 94а) кисень, який надходить у посудину скляною трубкою, поступово витісняє повітря. Щоб уникнути перемішування кисню з атмосферним повітрям, отвір посудини нещільно закривають шматком вати або аркушем фільтрувального паперу. Щоб переконатися, що посудина заповнилася киснем, до її отвору підносять тліючу скіпку. Якщо посудина заповнена, то скіпка спалахує біля отвору.

У разі збирання кисню над водою (мал. 94б) газ, що виділяється, поступово витісняє воду із циліндра, заздалегідь заповненого водою. Коли газ повністю витіснить воду із циліндра, його отвір закривають склом і тільки потім виймають із води та перевіряють.

### Добування кисню з гідроген пероксиду

Часто для добування кисню в лабораторії використовують гідроген пероксид  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Гідроген пероксид за звичайних умов розкладається, але дуже повільно, навіть якщо його підігріти на пальнику. Але якщо в розчин гідроген пероксиду внести дрібку манган(IV) оксиду, то рідина дуже спінюється, майже «закипає» — це виділяється кисень:



Після закінчення реакції в пробірці залишається суміш води та манган(IV) оксиду. Цю суміш легко розділити фільтруванням. У цій реакції манган(IV) оксид бере участь як каталізатор, але не реагує з гідроген пероксидом. У цьому легко впевнитися, якщо відфільтрований манган(IV) оксид знову додати до гідроген пероксиду для розкладу його нової порції.



Оскільки каталізатори в процесі хімічної реакції не витрачаються, то їх додають до реагентів у дуже малій кількості. Існує навіть вираз «дати реагент у каталітичній кількості», що означає «дуже мало».

### Реакції розкладу

Якщо уважно проаналізувати наведені рівняння реакцій добування кисню, то можна помітити спільну ознаку: у лівій частині цих рівнянь написана формула однієї речовини, а в правій — декількох. Такі реакції називаються *реакціями розкладу*.



Реакції, у яких з однієї складної речовини утворюється декілька інших речовин, називаються реакціями розкладу.

У загальному вигляді рівняння реакції розкладу можна записати в такий спосіб:



### Добування кисню в промисловості. Зберігання кисню

Наведені вище методи добування кисню можуть бути застосовані тільки в лабораторних умовах. Для промислового добування великих обсягів кисню вони не використовуються через високу вартість початкових речовин. Великі кількості кисню добувають із рідкого повітря розділенням (ректифікацією). Спочатку повітря охолоджують до  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а потім поступово нагрівають. При  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  азот випаровується, а рідкий кисень залишається. Цей метод не можна назвати хімічним, оскільки кисень просто відокремлюється із суміші газів — повітря.

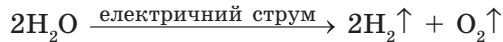
Добутий рідкий кисень зберігають у спеціальних балонах — посудинах Дьюара (мал. 95), які за будовою нагадують звичайний термос. Посудина Дьюара має дві стінки, з простору між якими відкачане повітря. Завдяки цьому посудина майже не пропускає



Мал. 95. Посудина Дьюара для зберігання зріджених газів (а) та її будова (б)

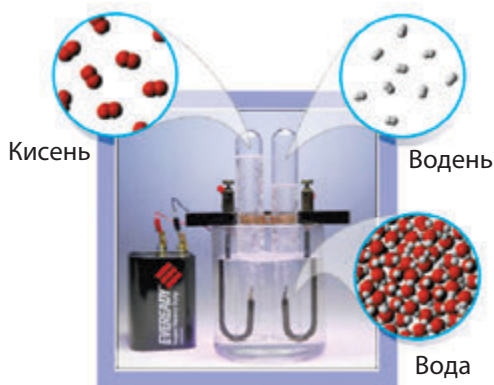
теплоту, і в ній тривалий час при низькій температурі може зберігатися зріджений газ.

Часто в промисловості кисень добувають із води. Під дією електричного струму вода розкладається на дві прості речовини — кисень і водень. Цей процес називають *електролізом* (мал. 96).



Електроліз води відбувається досить повільно і потребує значних витрат електрики, але добутий кисень є досить чистим, тому в деяких випадках цей метод є доцільним.

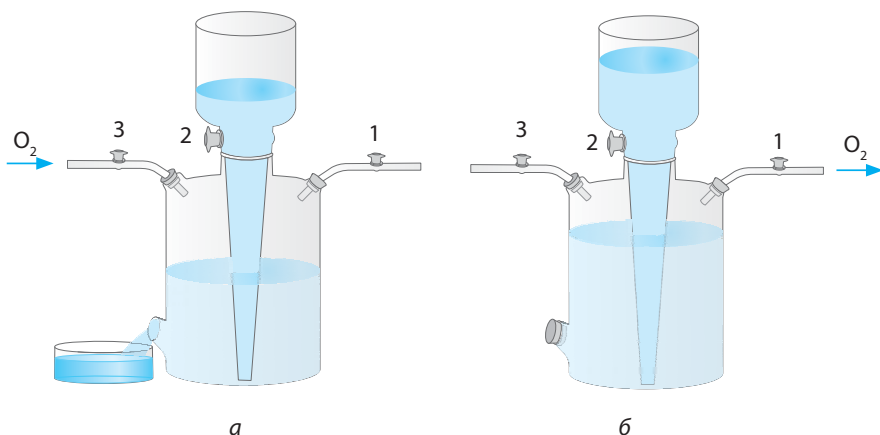
Добутий газуватий кисень зберігають у спеціальних сталевих балонах під високим тиском, щоб він займав менше місця. Балони з киснем фарбують у синій колір, щоб не сплутати їх з балонами, наповненими іншими газами (мал. 97). Вентилі таких балонів



Мал. 96. Прилад для добування кисню електролізом води



Мал. 97. Балони для зберігання чистого кисню під високим тиском



**Мал. 98.** Газометр для зберігання і використання газів у лабораторії: *а* — наповнення газометру киснем методом витіснення води (крани 1 і 2 закриті, кран 3 відкритий); *б* — використання зібраного кисню (крани 1 і 2 відкриті, кран 3 закритий)

у жодному разі не можна змащувати машинними мастилами, оскільки навіть залишки мастила в потоці чистого кисню спричинять сильний вибух.

Для зберігання кисню і зручного користування ним у лабораторії використовують інший пристрій — газометр (мал. 98). Це великий скляний балон із великою лійкою, заповненою водою. Спочатку газометр заповнюють киснем методом витіснення води (мал. 98*а*). Коли газометр заповнений, відкривають кран 2 і вода з лійки витісняє зібраний газ через кран 1 (мал. 98*б*).



### Висновки:

1. У лабораторії кисень добувають розкладанням складних речовин: бертолетової солі, калій перманганату або гідроген пероксиду. Добутий кисень можна виявити, використовуючи тліючу скіпку, а збирають його методом витіснення води або повітря.
2. Реакції добування кисню є реакціями розкладу, у яких з однієї речовини утворюється декілька. Часто вони відбуваються за участю каталізаторів — речовин, що прискорюють хімічні реакції, але самі при цьому не витрачаються.
3. У промисловості кисень добувають або розділенням (ректифікацією) повітря, або реакцією розкладу води електролізом.



### Контрольні запитання

1. Які умови перебігу реакцій є загальними для описаних лабораторних методів добування кисню?
2. Виберіть речовини, розкладанням яких можна добути кисень: а) калій перманганат  $\text{KMnO}_4$ ; б) вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ ; в) вода  $\text{H}_2\text{O}$ ; г) манган(IV) оксид  $\text{MnO}_2$ .
3. Які реакції називають реакціями розкладу?
4. Як кисень добувають у промисловості?
5. Які речовини називаються каталізаторами? Чому каталізатори додають у невеликих кількостях?
6. Чим принципово відрізняються лабораторні та промислові способи добування кисню?
7. У який спосіб можна довести наявність чистого кисню в посудині? На якій властивості кисню він ґрунтується?
8. Наведіть способи збирання кисню. На яких властивостях кисню вони ґрунтуються?
9. У яких посудинах зберігають газуватий і рідкий кисень?
10. Як відрізнити балон, у якому зберігається кисень? Чому не можна змащувати вентиля кисневих балонів мастилом?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Назвіть лабораторні методи добування кисню. Напишіть відповідні рівняння реакцій.
2. Складіть формули сполук Оксигену з Гідрогеном, Калієм, Магнієм, Алюмінієм, Карбоном(IV), Фосфором(V) і Сульфуром(VI).
3. У якій сполуці вміст Оксигену більший (за масовою часткою) — у калій перманганаті чи бертолетовій солі?
4. Як зміниться стан терезів, якщо в порожню склянку, яка врівноважена на терезах, через трубочку додати кисень?
5. У хімічну склянку налили розчин гідроген пероксиду масою 400 г і додали дрібку манган(IV) оксиду. Після завершення виділення бульбашок газу в склянці залишилася вода масою 375 г. Обчисліть масу виділеного кисню.
6. Для добування кисню у пробірку помістили калій перманганат масою 20 г. Після прожарювання у пробірці залишився твердий залишок масою 18 г. Обчисліть масу добутого кисню. Який об'єм займає цей кисень? (Для обчислення використовуйте дані з попереднього параграфа).
- 7\*. Як ви вважаєте, на чому ґрунтується дія каталізаторів? Чому каталізатори не витрачаються в реакціях?
8. Поясніть, чому посудину Дьюара, заповнену зрідженим газом, не можна щільно закривати накривкою.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

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

*Обладнання:* лабораторний штатив, пробірки, спиртівка, кристалізатор або велика посудина, заповнена водою, колба, кутова скляна трубка, гумові корки (з отвором і без), піпетка.

*Реактиви:* гідроген пероксид, манган(IV) оксид, скіпка.

**! Правила безпеки:**

- при проведенні дослідів використовуйте невеликі кількості реактивів;
- остерігайтеся потрапляння реактивів на одяг, шкіру, в очі;
- пам'ятайте, що холодні і гарячі предмети на зовнішній вигляд однакові, нагрівання здійснюйте лише з використанням спеціальних тримачів;
- обережно поведіться при закріпленні пробірок у штативі.

**1. Добування кисню розкладом гідроген пероксиду**

У велику пробірку (або плоскодонну колбу) внесіть дрібку каталізатора — манган(IV) оксиду. Пробірку закрийте корком з двома отворами. В один отвір необхідно вставити газовідвідну трубку, а в інший — піпетку з розчином гідроген пероксиду.

Піпеткою краплями додавайте гідроген пероксид і спостерігайте виділення кисню.

**2. Збирання кисню методом витіснення повітря**

До отвору газовідвідної трубки піднесіть порожню суху пробірку і зберіть кисень у пробірку. Пробірку для збирання кисню можна прикрити аркушем картону, у якому прорізаний отвір для газовідвідної трубки.

**3. Збирання кисню методом витіснення води**

Для добування кисню скористайтеся тим самим приладом, який був зібраний згідно з рекомендаціями п.1. Для збирання кисню методом витіснення води занурте пробірку в кристалізатор з водою, наповніть її водою та обережно переверніть пробірку отвором до низу, щоб отвір лишався у воді (див. мал. 94б на с. 125). Піднесіть кінець газовідвідної трубки приладу до отвору пробірки у воді та наповніть пробірку киснем.

#### 4. Доведення наявності кисню

Підготуйте тліючу скіпку: спочатку запаліть, а потім загасить її. Доки скіпка тліє, внесіть її в пробірку із зібраним киснем.

У зошиті для практичних робіт опишіть свої спостереження, складіть рівняння реакцій розкладу гідроген пероксиду і горіння вугілля (тліючої скіпки). Замалюйте прилад для добування кисню.

#### 5. Формулювання висновків

За результатами практичної роботи зробіть висновки.

При формулюванні висновків використовуйте відповіді на такі запитання:

1. Як називають метод збирання газів, що ви використали в цій роботі?
2. У який спосіб можна довести, що пробірка повністю заповнена киснем?
3. Чому для добування кисню розкладом гідроген пероксиду краще використовувати колбу, а не пробірку? Яку роль виконує манган(IV) оксид у цьому методі?
4. Чи можна добути кисень розкладом гідроген пероксиду без манган(IV) оксиду?

- Гідроген пероксид у побуті називають *перекис водню*. Зазвичай він використовується у вигляді 3–5%-го водного розчину для дезінфекції подряпин і дрібних ран. Потрапивши на ранку, гідроген пероксид під дією каталізаторів, наявних у крові, починає виділяти кисень, який убиває бактерії, закупорює дрібні судини і зупиняє кровотечу. Також гідроген пероксид використовують у вигляді 30%-го водного розчину під назвою пергідроль.
- Калій перманганат  $\text{KMnO}_4$  дуже часто застосовується у побуті та медицині під назвою «марганцівка». Його використовують у вигляді дуже розбавленого розчину для промивання шлунка в разі отруєння.

Цікаво, що...

## § 18. Хімічні властивості кисню

### Загальна характеристика хімічних властивостей кисню

Описати хімічні властивості речовини означає описати її здатність вступати в різні хімічні реакції. Розглянемо хімічні властивості кисню.

Кисень — одна з найактивніших речовин. Із простих речовин за активністю він поступається лише фтору. Ще з курсу природознавства ви знаєте, що кисень підтримує дихання і горіння. У чистому кисні яскраво спалахує тліюча скіпка і можуть займатися деякі речовини, такі як бензин, спирт, мастило.

При взаємодії речовин з киснем утворюються оксиди. Такі реакції називають *окисненням*.

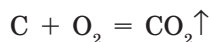
### Взаємодія кисню з простими речовинами

Більшість реакцій взаємодії з киснем відбуваються бурхливо, із виділенням великої кількості теплоти і світла. Зазвичай ми називаємо такі реакції *горінням*.

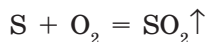


Швидкий процес окиснення речовини, що супроводжується виділенням великої кількості теплоти і, здебільшого, світла, називають *горінням*.

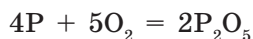
Розжаримо в полум'ї спиртівки шматочок деревного вугілля до почервоніння та внесемо до посудини з киснем. Вугілля продовжує горіти, не утворюючи полум'я, але набагато яскравіше, ніж у повітрі (мал. 99а). Продуктом згоряння вугілля є карбон(IV) оксид — вуглекислий газ:



Помістимо в сталеву ложечку для спалювання невеликий шматочок сірки й нагріватимемо на спиртівці. Сірка спочатку плавиться, а потім спалахує тьмяним синім полум'ям. У разі внесення ложечки до посудини з киснем полум'я стає набагато яскравішим (мал. 99б). Унаслідок згоряння сірки утворюється задушливий сульфур(IV) оксид — сірчистий газ:

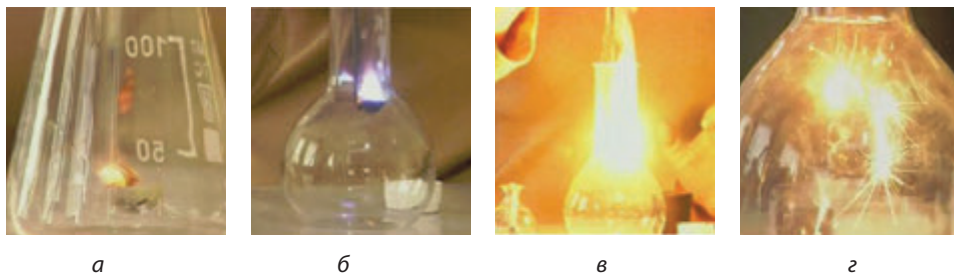


Аналогічно вчинимо з фосфором. Фосфор на повітрі горить відносно активно, але без полум'я, утворюючи густі клуби білого задушливого диму. У чистому кисні фосфор згоряє сліпучо-білим полум'ям (мал. 99в). Дим, що виділяється під час згоряння фосфору, складається з найдрібніших частинок твердого фосфор(V) оксиду:



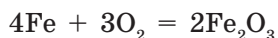
Кисень дуже активно взаємодіє з багатьма речовинами. Причому, чим вищий уміст кисню в суміші газів, тим активніше відбувається





**Мал. 99.** Горіння різних речовин у кисні:  
 а — вугілля; б — сірки; в — фосфору; з — заліза

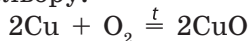
горіння. За звичайних умов залізо в повітрі не горить, але в атмосфері чистого кисню воно активно взаємодіє з киснем. Якщо сильно нагріти кінчик тонкого залізного дроту й опустити його в посудину з киснем, то залізо займеться, розкидаючи яскраві іскри — частинки розжареного ферум(III) оксиду (мал. 99z):



Деякі метали взаємодіють з киснем набагато активніше, наприклад, магній. Якщо підпалити магнієву стрічку в повітрі, то відбудеться реакція з утворенням білого порошку магній оксиду з виділенням великої кількості енергії у вигляді світла (мал. 100):

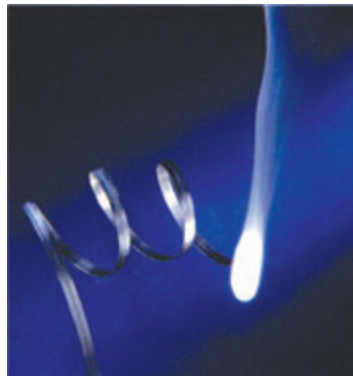


Менш активні метали взаємодіють з киснем не так бурхливо, тобто вони не здатні горіти. Наприклад, мідь і ртуть взаємодіють з киснем лише при сильному нагріванні. Так, при нагріванні в полум'ї пальника міді — металу червоного кольору — утворюється купрум(II) оксид чорного кольору:



Є деякі метали, наприклад, золото або платина, які взагалі не взаємодіють з киснем.

Зверніть увагу на рівняння реакцій взаємодії простих речовин із киснем. У всіх цих рівняннях у лівій частині записані формули двох речовин, а в правій частині — однієї речовини. Тобто в процесі реакції з двох речовин утворюється одна. Такі реакції називають *реакціями сполучення*.



**Мал. 100.** Горіння магнієвої стрічки



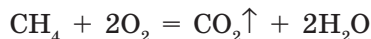
Реакції, у яких із двох простих або складних речовин утворюється одна речовина, називають реакціями сполучення.

У загальному вигляді рівняння реакції сполучення можна записати в такий спосіб:

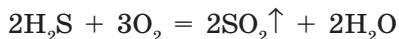


### Взаємодія кисню зі складними речовинами

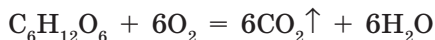
Велика кількість складних речовин також здатна горіти в кисні. Під час горіння складної речовини утворюються оксиди всіх елементів, з яких складається ця речовина. Наприклад, у результаті горіння метану  $\text{CH}_4$  утворюються два оксиди: карбон(IV) оксид і гідроген оксид (мал. 101):



Сірководень  $\text{H}_2\text{S}$  — газ із запахом тухлих яєць — згоряє в кисні також з утворенням двох оксидів: сульфур(IV) оксиду та гідроген оксиду:



За певних умов із киснем може взаємодіяти глюкоза  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  — це цукор, що міститься у винограді й у деяких інших плодах. У цій реакції також утворюється суміш оксидів:

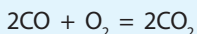


Наведені реакції не відображають усього різноманіття хімічних властивостей кисню, ми розглянули лише найважливіші з них. Із багатьма властивостями ви ознайомитеся надалі.

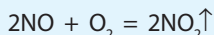


Мал. 101. Горіння метану на нафтовидобувній платформі

Із киснем можуть взаємодіяти також деякі оксиди. Елементи зі змінною валентністю здатні утворювати декілька оксидів. У цьому випадку оксид із нижчою валентністю елемента може взаємодіяти з киснем з утворенням оксиду з вищою валентністю. Наприклад, Карбон здатний утворювати карбон(II) оксид і карбон(IV) оксид. У цьому випадку чадний газ CO здатний взаємодіяти з киснем з утворенням вуглекислого газу CO<sub>2</sub>:



Аналогічно нітроген(II) оксид може взаємодіяти з киснем з утворенням нітроген(IV) оксиду:



Нітроген(IV) оксид під час утворення виділяється у вигляді густого бурого газу, що нагадує хвіст лисиці, тому його іноді називають «лисячий хвіст»



### Висновки:

1. Кисень — хімічно активна речовина. Кисень взаємодіє майже зі всіма простими речовинами (металами й неметалами) і з великою кількістю складних речовин. Багато речовин взаємодіють з киснем з утворенням полум'я, тобто горять.
2. Взаємодії простих речовин із киснем є реакціями сполучення, оскільки в реакції з кількох речовин утворюється одна. Взаємодію речовин із киснем називають реакцією окиснення.
3. При взаємодії простої речовини з киснем утворюється один оксид, а при взаємодії складних — кілька оксидів.



### Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте хімічні властивості кисню.
2. Що таке горіння?
3. Які реакції є реакціями окиснення?
4. Які реакції називають реакціями сполучення?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Доберіть коефіцієнти:
 

а) $\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{O}$	в) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Pt, Cr}_2\text{O}_3} \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
б) $\text{PH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$	г) $\text{PH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$
2. Складіть рівняння реакцій горіння таких речовин: а) алюмінію; б) силіцію; в) срібла.
3. Складіть рівняння реакцій добування оксидів Кальцію, Літію та Гідрогену з простих речовин.

4. Унаслідок взаємодії кисню масою 13,5 г із сіркою утворився сульфур(IV) оксид  $\text{SO}_2$  масою 27 г. Яка маса сірки згоріла під час реакції?
5. У результаті згоряння сірковуглецю  $\text{CS}_2$  витрачено кисень масою 24 г і утворилися карбон(IV) оксид масою 11 г і сульфур(IV) оксид масою 32 г. Складіть рівняння цієї реакції та обчисліть масу сірковуглецю, що згорів.
6. У складі бензину містяться Карбон і Гідроген. Які оксиди утворюються під час роботи автомобільного двигуна?
7. Унаслідок горіння невідомої речовини утворилися сульфур(IV) оксид і вода. З яких елементів могла складатися ця речовина?
8. У результаті горіння невідомої речовини утворилися карбон(IV) оксид, вода й азот. З яких елементів могла складатися ця речовина?
9. У який спосіб можна довести, що при згорянні метану утворюється вуглекислий газ?
- 10\*. Як ви вважаєте, чому під час горіння деяких речовин, наприклад, вугілля, не утворюється полум'я?

Цікаво, що...

- Під час пожежі в закритому приміщенні утворюється карбон(II) оксид — чадний газ, який спричиняє тяжкі отруєння. Щоб уникнути небезпеки, необхідно подбати про доступ свіжого повітря. Відбудеться доокиснення, унаслідок якого чадний газ  $\text{CO}$  перетвориться на вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ .
- Реакцію горіння магнію раніше фотографіи використовували для створення світлового спалаху при фотографуванні.

## § 19. Горіння й окиснення речовин у повітрі

### Горіння речовин у повітрі

Люди здавна замислювалися над природою горіння речовин. За тисячоліття накопичення знань і розвитку науки висувалося чимало гіпотез, які намагалися пояснити, чому одні речовини горять, а інші — ні. Більшість із цих гіпотез сьогодні викликають усмішку, а їхнє вивчення цікаве тільки з історичного погляду.

Уперше сучасну теорію горіння висловив французький хімік А. Лавуазьє. Він установив, що горіння відбувається за участю повітря, а точніше, одного з його компонентів — кисню. Крім того, Лавуазьє довів, що повітря є не простою речовиною, а сумішшю газів, та визначив його склад.

З усіх газів, що містяться у складі повітря, тільки кисень підтримує горіння. Горіння речовин може відбуватися з різною швид-

Видатний французький хімік. Із ранніх років виявляв цікавість до фізики та хімії. Довго вивчав горіння речовин, першим установив, що в горінні та диханні бере участь кисень. Щоб довести склад алмазу, у складчину з друзями купив великий діамант і спалив його, чим довів, що алмази складаються з атомів Карбону (мал. 102). Відкрив закон збереження маси речовин у хімічних реакціях. Довів, що кисень і метали є простими речовинами, а вода — складною. На той час хіміки вважали її простою речовиною, оскільки не могли її розкласти. Запровадив у хімії систему присвоєння назв речовинам, що ґрунтується на їхньому складі. Дав сучасні назви багатьом елементам.

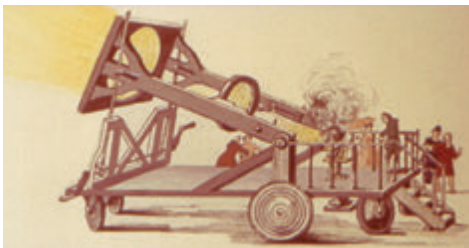


**Антуан Лоран  
Лавуазьє**  
(1743–1794)

кістю залежно від активності речовини та вмісту кисню у повітрі. Активні речовини, такі як фосфор, метан, магній тощо, згоряють дуже швидко (мал. 103). Менш активні речовини, наприклад, цукор, згоряють повільніше.

Істотно на активність горіння впливає вміст кисню в повітрі. Якби в повітрі містилося менше ніж 15 % кисню, то горіння було б неможливим. А якби вміст кисню перевищував 30 %, то було б дуже складно загасити вогонь. Усі дерева на нашій планеті згоріли б у результаті лісових пожеж, які могла б загасити тільки дуже сильна злива.

Але головне, що при горінні виділяється багато теплоти (енергії), яку можна використовувати для власних побутових і промислових потреб. А також при горінні виділяється світло, і часто цей процес супроводжується утворенням полум'я.



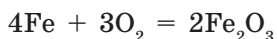
**Мал. 102.** Пристрій, на якому Лавуазьє спалив алмаз у сонячних променях, довівши його хімічний склад



**Мал. 103.** Горіння метану відбувається досить швидко з утворенням полум'я і виділенням теплоти

## Повільне окиснення

Взаємодія речовин із киснем може відбуватися повільно, без помітного виділення теплоти. У цьому випадку горіння не спостерігається. Такі процеси називають *повільним окисненням*. Наприклад, залізо при зберіганні на повітрі повільно перетворюється на рудий порошок іржі, що умовно можна описати рівнянням:



Повільне окиснення — це процес повільної взаємодії речовин із киснем без утворення полум'я та великої кількості теплоти.

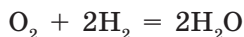
Повільне окиснення відрізняється від горіння відсутністю полум'я та тривалістю перебігу. У повсякденному житті дуже часто трапляються обидва процеси. Ми розпалюємо багаття в лісі, спалюємо природний газ або дрова в печі і спостерігаємо горіння. Процеси повільного окиснення не такі помітні, але трапляються не менш рідко. Усі ми стикалися з тим, що металічні предмети із часом тьмяніють — вкриваються шаром оксиду. У свіжій копці сіна можна відчуті тепло та запах речовин, що виділяються під час пріння вологої трави. Через цю теплоту сіно навіть може зайнятися. *Пріння та гниття* — приклади повільного окиснення речовин у природі.

Процеси горіння й повільного окиснення можуть переходити один в один: дрова в багатті, що перегоріло, ще якийсь час продовжують тліти, і навпаки, тліючий сірник, кинутий у лісі, може стати причиною великої пожежі. На підприємствах просочене мастилом ганчір'я після обтирання верстатів заборонено накопичувати в купах. У середині такої купи процеси повільного окиснення з виділенням теплоти настільки підвищують температуру, що може відбутися самозаймання. Повільне окиснення здатне за певних умов перейти в горіння.

## Вибух

За деяких умов горіння може відбуватися так швидко, що речовина *вибухає*. Зазвичай це відбувається, якщо горюча речовина дуже подрібнена. Наприклад, борошно горючою речовиною назвати складно, але на борошномельних заводах траплялися випадки, коли дуже дрібно змелене борошно, зависле в повітрі, вибухало від невеликої іскри.

Вибухати можуть суміші кисню з деякими газами. Суміш кисню з воднем у співвідношенні 1:2 називають «*гримучий газ*». Він вибухає від найменшої іскри з утворенням води (мал. 104):



Вибухати можуть суміші природного газу або вугільного пилу з повітрям. Ось чому необхідно стежити за справністю газових плит і газових трубопроводів, які розташовані в закритих приміщеннях. Шахти постійно провітрюються потужними насосами не лише для того,

щоб у них легше дихалося, але й для того, щоб зменшити до безпечних меж уміст рудникового газу (метану), що виділяється з вугільних шарів.

На вентилях і трубопроводах, якими подається чистий кисень, не повинно бути навіть слідів мастила. Мастило, подрібнене на краплі в потоці кисню, стає вибухівкою величезної руйнівної сили.

Звичайна тирса, просочена рідким киснем, стає вибуховою речовиною. Суміші пористих горючих матеріалів із рідким киснем — *оксиліквіти* — застосовують як вибухівку під час прокладання тунелів, будівництва дамб, під час видобування руди або каменю в кар'єрах.



**Мал. 104.** Вибух дирижабля «Гінденбург», наповненого воднем, від іскри

### Умови виникнення та перебігу реакції горіння

Розглянемо, від чого залежить перебіг реакції горіння. У першу чергу для виникнення горіння необхідний *контакт горючої речовини з киснем*. Якщо в закритому просторі горить певна речовина, то кисень швидко витрачається і горіння припиняється. Тому для підтримки безперервного горіння в печах і камінах будують витяжні труби (мал. 105). Нагріті продукти згоряння легші за повітря й підіймаються вгору, а на їхнє місце надходить свіже повітря,



**Мал. 105.** Будова каміна





**Мал. 106.** Міхи для нагнітання повітря в полум'я для підвищення його температури

забезпечуючи надходження кисню. Чим вищою є труба, тим сильніша тяга повітря й тим активніше відбувається горіння.

Інтенсивність горіння залежить від вмісту кисню в повітрі. Тому, щоб підвищити температуру полум'я, через нього продувають повітря або подають чистий кисень (мал. 106). Цим прийомом користуються ковалі, газозварники, металурги, скловари. Можливо, ви також ним користувалися. Пригадайте, щоб розпалити багаття на пікніку, ви нагнітаєте повітря на дрова, які вже зайнялися.

Ще однією умовою горіння є те, що *речовина має бути нагрітою, до температури займання*. Навіть якщо речовина має здатність горіти, вона не займеться, поки її не нагріти. Наприклад, папір спалахує на повітрі в разі нагрівання до 230 °С, а бензин треба нагріти до 300 °С. Зазвичай для досягнення температури займання речовину підпалюють. Речовина, що зайнялася, продовжує горіти самостійно, оскільки в процесі горіння виділяється велика кількість теплоти, завдяки якій поступово нагрівається наступна порція речовини.

Температура займання деяких речовин близька до кімнатної. Такі речовини спалахують на повітрі самостійно, без нагрівання. Це явище називають *самозайманням*. До самозаймистих речовин належить білий фосфор, тому його не можна зберігати на повітрі, а тільки під шаром рідини.

Отже, для займання горючих речовин необхідні дві умови: доступ кисню та нагрівання речовини до температури займання. І навпаки, для того щоб загасити предмет, який горить, необхідно або охолодити його, або припинити доступ кисню до нього.



## Гасіння полум'я

Часто для гасіння вогню використовують воду. Вона перешкоджає доступу повітря й охолоджує предмет завдяки випаровуванню. Але є речовини, які не можна гасити водою. До них належать деякі метали (калій, натрій), які самі активно взаємодіють із водою, що може тільки посилити пожежу. Не можна гасити водою й деякі органічні речовини, такі як бензин, гас тощо. Вони легші за воду, тому в разі спроби загасити їх водою вони спливають на поверхню та продовжують горіти, поширюючи полум'я на сусідні ділянки. Також не можна гасити водою пожежу, що спричинена несправним електрообладнанням.

Найефективніший спосіб гасіння полум'я, який використовується в хімічних лабораторіях,— це запобігання доступу повітря за допомогою піску, піни, вогнегасників або спеціальних цупких тканин, наприклад, азбестових (мал. 107).

На припиненні доступу кисню ґрунтується дія вуглекислотних вогнегасників (мал. 108а, с. 142). Із відкриттям вентиля стиснений під тиском вуглекислий газ надходить у зону горіння та перекриває доступ кисню до горючої речовини (сам вуглекислий газ не підтримує горіння). Звичайно ж, вуглекислий газ швидко випаровується, але за цей невеликий час речовина встигає охолонути і вже не загоряється знову. У побуті частіше використовуються кислотні або порошкові вогнегасники. У кислотних вогнегасниках (мал. 108б, с. 142) вуглекислий газ утворюється в результаті хімічної реакції соди з кислотою,



а

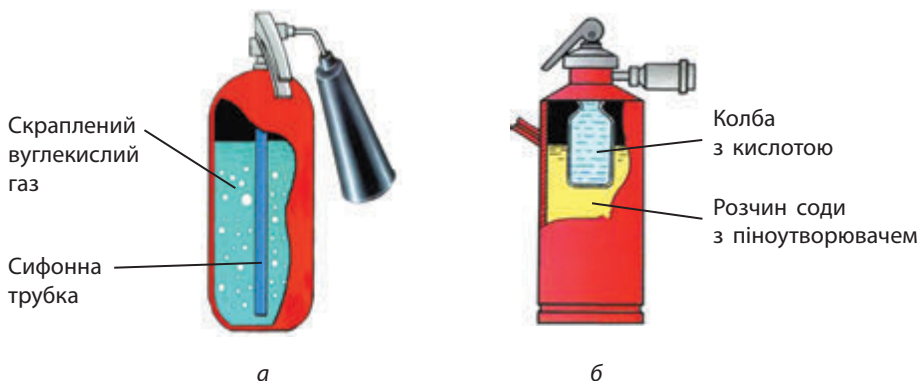


б



в

Мал. 107. Гасіння пожежі піною (а) та водою (б); (в) — сувій азбестової тканини



**Мал. 108.** Вогнегасники: а — вуглекислотний; б — кислотний

а порошкові вогнегасники розкидають спеціальний порошок, який, потрапляючи в полум'я, розкладається з утворенням вуглекислого газу.

У домашніх умовах, щоб загасити предмети, які горять, або одяг, що зайнявся на людині, слід накинути ковдру, шубу, килим або покривало та щільно загорнути, щоб припинити доступ повітря.



### Висновки:

1. Горіння — швидкий процес взаємодії речовини з киснем повітря, що супроводжується виділенням теплоти й утворенням полум'я. Для виникнення горіння необхідні доступ повітря і нагрівання речовини до температури займання.
2. Повільне окиснення — це процес повільної взаємодії речовини з киснем. Воно відбувається з повільним виділенням теплоти і без полум'я. За певних умов повільне окиснення може переходити в горіння і навпаки.
3. Вибух — також реакція окиснення. На відміну від горіння, він відбувається дуже швидко, а теплота (енергія), що виділяється, спричиняє руйнування.
4. Для припинення горіння необхідно, щоб не було хоча б однієї з умов його виникнення. Для цього необхідно або охолодити палаючу речовину, або припинити доступ повітря.



### Контрольні запитання

1. Які умови необхідні для виникнення горіння?
2. Що спільного між процесами горіння, дихання та гниття?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Що спільного і відмінного між процесами горіння, повільного окиснення та вибухом?
2. Дізнайтеся за довідником, які з атмосферних газів легші за повітря; важчі за повітря.
3. Поясніть суть поняття «температура займання».
4. Пріле листя або сіно на повітрі можуть спалахнути. Поясніть чому.
5. Чому для гасіння палаючих предметів можна використовувати цупку ковдру?
6. Обчисліть, яка маса кисню міститься в одній з кімнат вашої квартири.
7. Як ви вважаєте, чому в повітрі горіння відбувається повільніше, ніж у чистому кисні?
8. Чому тліючі вуглинки багаття спалахують яскравим полум'ям, якщо на них сильно подути?
9. Який хімічний процес є основою: а) руйнування деревини в разі тривалого зберігання; б) зменшення міцності одягу з бавовни, льону та шовку із часом; в) саморозігрівання вологого зерна в зерносховищі?
10. Чи можна використовувати термін «молекула повітря»?
- 11\*. Як ви вважаєте, яку функцію виконують азот, кисень, вуглекислий газ і водяна пара в атмосфері Землі?

- У процесі горіння речовин бере участь лише 1/5 об'єму повітря.
- Газ, який залишається після припинення горіння, Лавуазьє назвав «азот», що означає «безжиттєвий».
- За часів Київської Русі пожежу, що траплялася від блискавки, не можна було гасити водою. Такий вогонь вважався божественним, і його гасили молоком.

Цікаво, що...

## § 20. Застосування кисню. Проблема чистого повітря

Пригадайте склад повітря за §15.

### Застосування кисню

Застосування кисню ґрунтується на його здатності підтримувати процеси дихання і горіння. Величезна кількість кисню, що утворюється в природі, йде на підтримку дихання живих організмів. Основна маса кисню, який виробляється в промисловості, витрачається для прискорення процесів окиснення.

### МЕТАЛУРГІЙНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Велика кількість кисню використовується при виплавланні чавуну і сталі. Вдування в доменну піч збагаченого киснем повітря підвищує температуру.

### ХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Кисень використовують на хімічних заводах для виробництва оксидів і кислот (сульфатної, нітратної, оцтової та інших).

### РІЗАННЯ І ЗВАРЮВАННЯ МЕТАЛІВ

Паливні гази при горінні в чистому кисні дають вищу температуру полум'я. При такій температурі плавиться багато металів.

### ВИПЛАВЛЯННЯ СКЛА

Кисень застосовується в різного роду пальниках, призначених для створення високої температури в процесі виплавлення скла.

### РАКЕТНЕ ПАЛИВО

Рідкий кисень використовують як окисник у ракетних двигунах і ракетноносіях.

### МЕДИЦИНА

У медицині кисень застосовують при порушенні функції дихання, у разі недостатнього постачання тканин киснем, для анестезії тощо.

### ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ

Рідкий кисень використовують для виготовлення вибухових сумішей — оксиліквітів. У разі їх підпалювання горіння відбувається миттєво з виділенням великого об'єму газованих продуктів.

### ПІДТРИМКА ДИХАННЯ В УМОВАХ НЕСТАЧІ КИСНЮ

Газуватий кисень застосовується для підтримки дихання в середовищі з недостатнім умістом кисню: для дихання водолазів, шахтарів, пожежників, льотчиків і космонавтів.



## Проблема чистого повітря

Склад повітря на поверхні Землі майже сталий. Лише високо в горах уміст кисню в повітрі зменшується. Але внаслідок природних явищ або діяльності людини склад повітря може істотно змінюватися, що призводить до його забруднення. Забрудненим повітрям важче дихати, рослини поглинають забруднюючі речовини й можуть стати отруйними, наявність певних речовин у повітрі спричиняє кислотні дощі, які загрожують навколишньому середовищу.

Основними природними забруднювачами повітря є вулкани. Під час виверження вони викидають мільйони тонн пилу та вуглекислого і сірчистого газів, що поширюються на тисячі кілометрів. Наприклад, унаслідок виверження вулкана Ейяф'ятлайокудль в Ісландії в 2010 році на два місяці було обмежено повітряне сполучення майже в усій Європі через значну кількість попелу в повітрі. Окрім того, природними забруднювачами повітря є великі лісові та степові пожежі, пилок рослин, а також виділення тварин.

Але найбільше на стан повітря впливає техногенна діяльність людини. Автомобілі, трактори, літаки щорічно спалюють мільйони тонн палива, на теплових електростанціях спалюють мазут і вугілля, а на промислових підприємствах — природний газ. Унаслідок цього в повітря виділяються вуглекислий і сірчистий гази, оксиди Нітрогену тощо.

Для вирішення проблеми чистого повітря необхідно використовувати екологічно чисте паливо (етиловий спирт, водень, біодизель), упроваджувати «зелені» технології на підприємствах і використовувати відновлювані джерела енергії.



### Висновки:

Застосування кисню ґрунтується на його властивостях. Здатність підтримувати горіння використовують для спалювання палива в ракетах і різних пальниках. Здатність кисню підтримувати дихання використовують пожежники, льотчики в тих умовах, коли дихання утруднене.



### Контрольні запитання

1. Перелічіть галузі застосування кисню.
2. На яких властивостях кисню ґрунтується його застосування в техніці та промисловості?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Складіть рівняння реакції горіння заліза з утворенням ферум(III) оксиду  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

2. Без їжі людина може прожити близько місяця. Без води — кілька днів. Скільки часу людина може прожити без кисню? Чому?
3. Чому під час виконання важкої фізичної роботи дихання людини стає частим і глибоким?
4. У людини, яка перебуває в розслабленому стані, об'єм вдиху становить близько 0,5 л повітря. Середня частота дихання — 16 вдихів за хвилину. Обчисліть, який об'єм повітря людина в середньому вдихає за добу.
- 5.\* Проект № 6 «Проблема забруднення повітря та шляхи її вирішення».
- 6.\* Проект № 7 «Зміна концентрації вуглекислого газу в класній кімнаті під час занять».

## § 21. Колообіг Оксигену в природі. Біологічна роль кисню

### Поняття про колообіг хімічних елементів

Майже всі елементи і речовини в природі здійснюють колообіг. Із курсу природознавства вам вже знайомий колообіг води в природі: вода випаровується з океанів, формує хмари, а потім, випадаючи на землю у вигляді дощу, з водою річок знову потрапляє у Світовий океан. Так само можуть здійснювати колообіг і атоми різних елементів. Тільки атоми, завдяки хімічним процесам у живій і неживій природі, поступово переходять з молекул одних речовин в інші. Уперше вчення про колообіг атомів елементів у природі створив видатний український та російський учений, перший президент Української академії наук В. І. Вернадський.

Видатний російський і український учений, академік Петербурзької академії наук, перший президент Української академії наук. Основна наукова діяльність Вернадського пов'язана з мінералогією. Засновник геохімії, біогеохімії, радіогеології. Автор праць із філософії природознавства, наукознавства, творець учення про біосферу та її еволюцію, про вплив людини на навколишнє середовище і про перетворення сучасної біосфери на ноосферу — сферу розуму.

Першим відзначив величезну роль живих організмів у колообігу, концентрації і розсіюванні хімічних елементів. На його думку, вирішальним чинником розвитку біосфери має стати розумова діяльність людини.



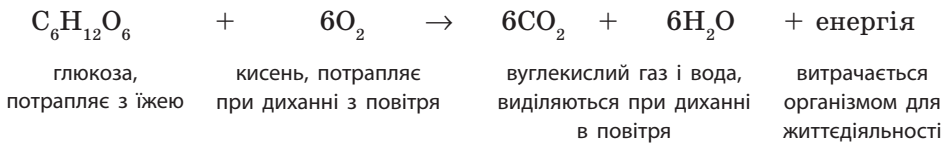
**Володимир Іванович  
Вернадський**  
(1863–1945)



### Зв'язування атомів Оксигену в інші сполуки

Кисень є однією з найважливіших речовин на Землі, яка забезпечує можливість існування життя. Майже всі живі організми використовують кисень для дихання, і лише деякі мікроорганізми можуть існувати без нього.

Чому ж кисень такий необхідний для живих організмів? Під час окиснення органічних речовин виділяється велика кількість енергії, яку організми витрачають для власної життєдіяльності. Один з основних процесів, що відбуваються в організмі за участю кисню — *дихання*, — можна схематично зобразити рівнянням:



Під час дихання тварин і рослин виділяється вуглекислий газ і вода, тобто атоми Оксигену з молекул кисню переходять у склад вуглекислого газу та води.

Але не тільки живі організми споживають кисень атмосфери. Значна кількість кисню витрачається під час гниття та горіння різних речовин, особливо під час лісових пожеж і вивержень вулканів, унаслідок яких також виділяються вуглекислий газ і вода (мал. 109а).

За останні сто років значно збільшилися об'єми кисню, які споживає людство для своїх потреб. Теплові електростанції, автомобілі, літаки та інші види транспорту використовують величезну кількість кисню для спалювання палива — бензину, гасу та мазуту (мал. 109б).

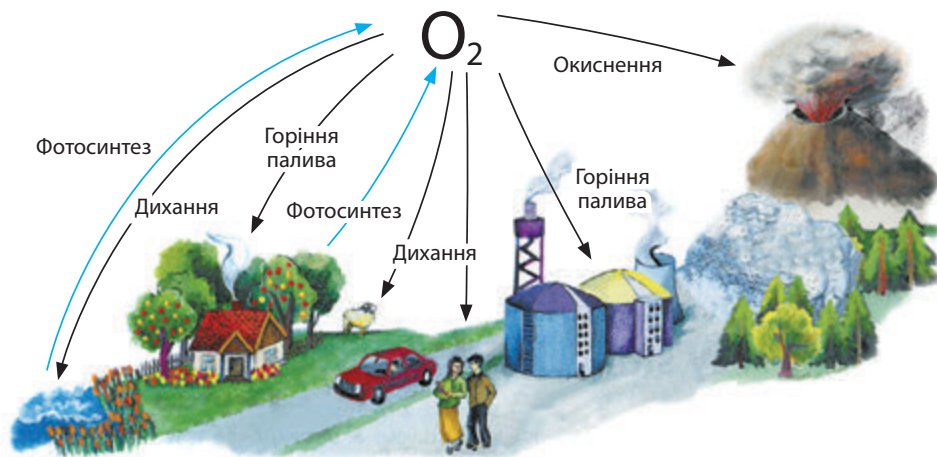


а



б

**Мал. 109.** Великі кількості кисню витрачаються: а — під час виверження вулканів; б — різними промисловими підприємствами



Мал. 110. Колообіг Оксигену в природі

### Утворення кисню

При сучасних обсягах витрат кисню весь його запас в атмосфері дуже швидко вичерпався б, якби не відбувалося його відновлення та поповнення. Головний постачальник кисню на Землі — це рослини. Вони утворюють і виділяють кисень в атмосферу в процесі *фотосинтезу*.

Фотосинтез відбувається з використанням енергії сонячного світла. Рослини поглинають вуглекислий газ з атмосфери та воду з ґрунту, а з них синтезують глюкозу та кисень. Фотосинтез, як і дихання, є дуже складним процесом і складається з великого числа реакцій. Схематично його сумарне рівняння можна записати в такий спосіб:



вуглекислий газ і вода,  
поглинаються  
з повітря і ґрунту

глюкоза, запасається  
в бульбах, листках, стеблах  
та використовується  
для живлення тваринами

кисень  
виділяється  
в атмосферу

У процесі фотосинтезу атоми Оксигену з молекул вуглекислого газу та води частково переходять у молекули кисню. У такий спосіб вони здійснюють колообіг у природі (мал. 110). У цьому колообігу також беруть участь атоми Карбону, Гідрогену та деяких інших елементів.

Колообіг атомів Оксигену супроводжується поглинанням або виділенням енергії. У результаті фотосинтезу енергія Сонця переходить в енергію хімічних зв'язків у молекулі глюкози. Глюкоза,



«згоряючи» в живих організмах, вивільняє цю енергію для їхньої життєдіяльності. Тобто колообіг Оксигену в природі забезпечує «транспортування» енергії Сонця до живих організмів.

Отже, Оксиген разом із Карбоном і Гідрогеном є тими елементами, які забезпечують існування життя на нашій планеті.

Цікаво, що...

- Людина в спокійному стані витрачає для своєї життєдіяльності близько 20 л кисню на годину. Під час виконання фізичної роботи обсяг витрат кисню суттєво збільшується.
- Середній автомобіль за 100 км пробігу витрачає близько 21 м<sup>3</sup> кисню. Цієї кількості вистачило б одній людині для дихання протягом півтора місяця.



### Висновки:

1. Атоми Оксигену в природі здійснюють колообіг, переходячи з кисню в складні сполуки і навпаки. Здебільшого кисень витрачається на дихання живих організмів, горіння і промислову діяльність людини. Головне джерело поповнення кисню в атмосфері — фотосинтез рослин на поверхні Землі і водоростей у Світовому океані.
2. Здійснюючи колообіг, атоми Оксигену сприяють перенесенню від Сонця до живих організмів енергії, необхідної для їхньої життєдіяльності.



### Контрольні запитання

1. У який спосіб відбувається колообіг певного хімічного елемента?
2. У яких природних процесах бере участь кисень?
3. У чому полягає біологічна роль кисню й Оксигену?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Уміст кисню в атмосфері впродовж мільйонів років істотно не змінюється, незважаючи на велике споживання кисню живими організмами. Чим це можна пояснити?
2. Поясніть суть колообігу Оксигену в природі.
3. Бензин є складною сумішшю речовин, але приблизно його склад можна зобразити загальною формулою  $C_7H_{16}$ . Складіть рівняння реакції горіння цієї речовини, якщо продукти згоряння такі самі, як при горінні метану.
4. Які речовини, що забруднюють атмосферу Землі, ви знаєте?
- 5\*. Як ви вважаєте, у який спосіб сьогодні можна зменшити обсяг витрат кисню людством для своїх технологічних потреб?



Перевірте свої знання за темою «Кисень».

## ТЕМА III. ВОДА

У цьому розділі ви дізнаєтеся...

- що вода — унікальна речовина;
- де в природі трапляється вода;
- що таке розчини;
- як відображають кількісний склад розчинів;
- що оксиди бувають кислотними та основними;
- яке значення води в природі і нашому житті;
- що таке кислотні дощі;
- яка вода справді є чистою;
- чи можна самостійно очистити воду.

### § 22. Вода

Пригадайте формулу води та будову її молекули за § 9, 13.

#### Вода — найважливіша речовина на Землі

Сьогодні загальна кількість води на Землі оцінюється в 2 млрд км<sup>3</sup>. Вона вкриває 71 % поверхні нашої планети. Близько 97 % загальної кількості води перебуває в морях і океанах (тільки один Тихий океан займає близько половини поверхні земної кулі). Вода наповнює річки й озера, у вигляді льоду й снігу вкриває гірські вершини та утворює льодовики, міститься у складі мінералів і гірських порід, наявна в ґрунті (мал. 111). Щодня із земної поверхні випаровуються мільйони тонн води, що утворюють хмари, а потім випадають у вигляді дощу й снігу. Без води неможливе життя, адже вода міститься в кожному живому організмі. Вміст води в тілі людини становить 68 %, а деякі медузи майже цілком складаються з води.

І навіть зовсім сухі на вигляд речовини в мікротріщинах і на поверхні містять певну кількість води. Наприклад, висушена на повітрі деревина містить до 15 % води. Для її видалення деревину витримують протягом декількох годин при температурі близько 100 °С. Висушені речовини рекомендується зберігати в щільно закритих банках, пакетах із поліетилену або цупкого паперу. Речовини, що поглинають вологу з повітря, називають *гігроскопічними*. Гігроскопіч-



а



б



в

**Мал. 111.** На Землі вода трапляється у всіх агрегатних станах:  
а — твердому; б — рідкому; в — газоподібному

ність характерна для кухонної солі і цукру. Якщо поряд із мішком сухого цукру поставити відро води, то через певний час частина її поглинеться цукром і він зволожиться. Кухонна сіль у сільничці при тривалому зберіганні злежується — збирається в грудки. Це також спричинено її гігроскопічністю.

### Фізичні властивості води

Формула води (гідроген оксиду) відома кожному —  $\text{H}_2\text{O}$ . При кімнатній температурі вода перебуває в рідкому стані — це безбарвна рідина, у товстому шарі блідо-блакитна. Чиста вода, що не містить домішок, має ледь гіркуватий смак. При атмосферному тиску й температурі  $0\text{ }^\circ\text{C}$  вона перетворюється на лід, а при  $100\text{ }^\circ\text{C}$  кипить. Густина води дорівнює  $1\text{ г/см}^3$  (при  $4\text{ }^\circ\text{C}$ ). Чиста вода погано проводить електричний струм і теплоту.

При замерзанні вода розширюється, оскільки густина льоду менша за густину рідкої води. Тому взимку водойми вкриваються льодом лише на поверхні, а внизу залишається рідка вода, у якій можуть жити тварини (мал. 112). Навесні під час льодоходу крижини не тонуть, а плывуть по поверхні води.

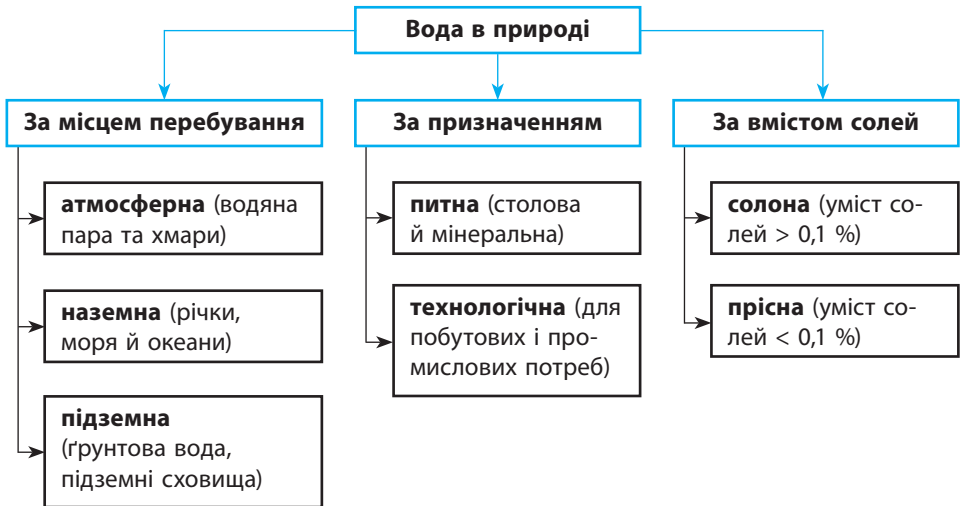


**Мал. 112.** Густина льоду менша за густину рідкої води, завдяки чому взимку річки не промерзають наскрізь, а під шаром льоду можуть жити тварини

Вода має високу теплоємність, тобто повільно нагрівається й повільно остигає. Через це поблизу морів і океанів клімат значно м'якший, ніж у центрі континенту: удень вода поглинає сонячне тепло, а вночі повільно його віддає, нагріваючи сушу.

## Вода в природі

Хоча формула води завжди однакова і не залежить від місця перебування води на планеті, за різними ознаками природну воду можна класифікувати згідно з такою схемою:



Природну воду з хімічної точки зору не можна назвати чистою, тому що вона містить розчинені речовини, переважно різні солі. Саме тому морська вода солонна, а дощова за смаком відрізняється від річкової. Наявність солей у природній воді можна виявити експериментально за допомогою досліду. У порцеляновій чашці випаримо трохи річкової або водопровідної води. Коли вона вся випарується, на дні чашки залишається твердий наліт — це і є солі, що містилися у воді. При випарюванні морської води виділяється більше солей. У такий спосіб можна перекопатися, що найбільш чистою з природних вод є дощова — при її випарюванні майже не утворюється твердого залишку.

Вода трапляється майже всюди. І не тільки у водоймах, а й у складі ґрунтів, гірських порід. Навіть у космосі трапляється вода: як окремі молекули в космічному просторі або у складі льодових комет.

У деяких місцях на поверхню землі виходять води, багаті на розчинені солі, яких мало в річковій або джерельній воді. Воду,

в одному літрі якої міститься більше ніж 1 г розчинених солей, називають *мінеральною*. Склад мінеральних вод різноманітний і залежить від родовища. Деякі мінеральні води мають корисні властивості і використовуються для лікування певних захворювань шлунково-кишкового тракту, печінки, нирок або нервової системи. У деяких містах України існують багаті родовища мінеральних вод: Миргород, Трускавець, Євпаторія, Моршин, с. Березівське (Харківщина), деякі райони Закарпаття. У цих місцях налагоджене спеціальне виробництво мінеральних вод, і ці води можна купити під спеціальними назвами («Миргородська», «Моршинська», «Нафтуся», «Березівська» та багато інших). Але слід пам'ятати, що мінеральні води завдяки специфічному хімічному складу не можна пити в необмежених кількостях, а лише в кількостях, необхідних для лікування.



### Висновки:

1. Вода — одна з найпоширеніших речовин, що трапляється в природі майже всюди. Вона утворює великі скупчення: річки, озера, моря та океани. Міститься у складі багатьох матеріалів і природних об'єктів. Вода — це унікальна речовина, яка в умовах Землі існує в усіх можливих агрегатних станах.
2. Для води характерні незвичайні властивості:  $t_{\text{пл.}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кип.}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , густина  $1000 \text{ кг/м}^3$ , але густина льоду менша за густину рідкої води, завдяки чому лід плаває на поверхні рідкої води і взимку не тоне.



### Контрольні запитання

1. Опишіть поширеність води в природі.
2. Перелічіть фізичні властивості води.



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Чому річкова, кринична й тала вода мають різні смаки? Яка з них найбільш чиста з хімічної точки зору?
2. Якщо скляну пляшку, наповнену водою, виставити на мороз, вона трісне. Чому?
3. Якщо заповнену водою пробірку нагрівати тільки у верхній її частині так, щоб вода тут закипіла, то нижня частина буде лише ледве теплою. Який висновок можна зробити про теплопровідність води?
4. Чи могло б, на вашу думку, зародитися життя на Землі, якби не було води?

## § 23. Розчини. Кількісний склад розчинів

### Поняття про розчини

Вода — найпоширеніший розчинник серед усіх існуючих у природі. Можна впевнено стверджувати, що вода є універсальним розчинником. Це не означає, що вона може розчинити всі існуючі речовини, але серед усіх існуючих розчинників вона розчиняє більше речовин, ніж інші.

Потрапляючи у воду, речовина під впливом молекул води розпадається на окремі частинки (молекули або йони) (мал. 113). Отже, при розчиненні речовини подрібнюються і рівномірно перемішуються з водою. Розчин може бути забарвленим (як у випадку мідного купоросу або марганцівки) або безбарвним (розчин кухонної солі або цукру), але при цьому він завжди прозорий. Колір розчинам надає розчинена речовина. У закритій посудині розчин може зберігатися як завгодно довго, якщо розчинена речовина не вступає з водою в хімічну реакцію і не розкладається.




Розчини — це однорідні суміші змінного складу, що складаються з розчинника і розчинених речовин.



Подібно до інших сумішей, розчини не мають сталого складу. Залежно від співвідношення кількості двох змішаних речовин розчини можуть мати різний склад.

Речовину, що міститься в розчині в надлишку й перебуває в тому самому агрегатному стані, що й розчин, називають *розчинником*, а інші компоненти — *розчиненими речовинами*. У сумішах із водою розчинником вважають воду. Крім неї, як

**Мал. 113.** Шматочок твердої речовини (калій перманганату, або марганцівки) подрібнюється і перемішується з водою, утворюючи розчин

розчинник застосовують й інші рідини: етиловий спирт, гас тощо. Йодна настоянка, яку використовують для дезінфекції ран, є спиртовим розчином йоду. Змити фарбу з рук або одягу можна за допомогою шматочка вати, змоченого ацетоном або бензином, — ці рідини добре розчиняють фарбу. Але в шкільному курсі хімії ви матимете справу переважно з водними розчинами. 

### Масова частка розчиненої речовини

Працюючи з розчином, важливо знати його склад: скільки він містить розчинника і розчиненої речовини. Існує кілька способів вираження складу розчинів, але найчастіше використовують *масову частку розчиненої речовини*, якою виражають масу розчиненої речовини в 100 г розчину у відсотках або в частках від одиниці. Наприклад, розчин солі з масовою часткою 3 % — це розчин, у 100 г якого міститься 3 г солі. Маса води в цьому розчині становить:  $100 \text{ г} - 3 \text{ г} = 97 \text{ г}$ .

Отже, для приготування 100 г цього розчину необхідно розчинити 3 г солі в 97 г води.



Масова частка речовини в розчині показує, яка частина маси розчину припадає на розчинену речовину.

Масову частку розчиненої речовини обчислюють за формулою:

$$w(\text{речовини}) = \frac{m(\text{речовини})}{m(\text{розчину})}$$

Якщо цей дріб помножити на 100 %, то одержимо значення масової частки речовини у відсотках:

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

При цьому маса розчину дорівнює сумі мас усіх компонентів розчину:

$$m(\text{розчину}) = m(\text{речовини}) + m(\text{води})$$

Знаючи масу розчину і масову частку розчиненої речовини, можна обчислити масу речовини:

$$m(\text{речовини}) = w(\text{речовини}) \cdot m(\text{розчину})$$



Знання масової частки розчиненої речовини часто використовують для обчислень, пов'язаних із приготуванням розчинів із чистої речовини та води, розбавлення розчинів певної концентрації тощо.

Розглянемо розв'язання типових задач із використанням масової частки розчиненої речовини.

**Задача 1.** Обчисліть масову частку цукру в розчині, який містить 200 г води і 50 г цукру.

**Дано:**

$$m(\text{цукру}) = 50 \text{ г}$$

$$m(\text{води}) = 200 \text{ г}$$

$$w(\text{цукру}) = ?$$

**Розв'язання:**

Записуємо розрахункову формулу:

$$w(\text{цукру}) = \frac{m(\text{цукру})}{m(\text{розчину})} \cdot 100\%$$

У цій формулі для обчислення необхідно визначити масу розчину: вона складається з маси води і маси розчиненої речовини. Отже:

$$w(\text{цукру}) = \frac{m(\text{цукру})}{m(\text{води}) + m(\text{цукру})} \cdot 100\%$$

Підставляємо дані з умови задачі:

$$w(\text{цукру}) = \frac{50 \text{ г}}{(200 + 50) \text{ г}} \cdot 100\% = 20\%$$

**Відповідь:** 20 %.

**Задача 2.** Яка маса солі міститься в розчині масою 50 г із масовою часткою розчиненої речовини 25 %?

**Дано:**

$$m(\text{розчину}) = 50 \text{ г}$$

$$w(\text{солі}) = 25\%$$

$$m(\text{солі}) = ?$$

**Розв'язання:**

Використовуючи формулу для масової частки, визначаємо з неї масу речовини:

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

Підставляємо в неї дані з умови задачі:

$$m(\text{речовини}) = \frac{50 \text{ г} \cdot 25\%}{100\%} = 12,5 \text{ г}$$

**Відповідь:** 12,5 г солі.

**Задача 3.** Обчисліть масу розчину кислоти з масовою часткою 30 %, що можна приготувати з кислоти масою 90 г.

**Дано:**

$$m(\text{кислоти}) = 90 \text{ г}$$

$$w(\text{кислоти}) = 30 \%$$

$$m(\text{розчину}) = ?$$

**Розв'язання:**

За формулою для обчислення масової частки:

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

Підставляємо дані з умови задачі:

$$m(\text{речовини}) = \frac{90 \text{ г} \cdot 100 \%}{30 \%} = 300 \text{ г}$$

**Відповідь:** 300 г розчину кислоти.

**Задача 4.** Визначте масу води, у якій необхідно розчинити 2 г солі, щоб отримати розчин із масовою часткою солі 0,1 %.

**Дано:**

$$m(\text{солі}) = 2 \text{ г}$$

$$w(\text{солі}) = 1 \%$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

**Розв'язання:**

Спочатку обчислюємо масу розчину, у якому міститься 2 г солі:

$$m(\text{розчину}) = \frac{m(\text{солі})}{w(\text{солі})} \cdot 100 \% = \frac{2 \text{ г}}{1 \%} \cdot 100 \% = 200 \text{ г}$$

Отже,  $m(\text{води}) = m(\text{розчину}) - m(\text{речовини}) = 200 \text{ г} - 2 \text{ г} = 198 \text{ г}$ .

**Відповідь:** 198 г води.

## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 4

### Виготовлення водних розчинів із заданими масовими частками розчинених речовин



**Обладнання:** терези, мірний циліндр, скляна паличка, хімічна склянка.

**Реактиви:** будь-яка наявна в кабінеті хімії розчинна сіль.

#### ! Правила безпеки:

- при виконанні дослідів використовуйте невеликі кількості реактивів;
- остерігайтеся потрапляння реактивів на одяг, шкіру, в очі.

**1.** Обчисліть масу солі та води, необхідних для приготування розчину масою 50 г із масовою часткою солі 5 %.

2. На ліву шальку терезів поставте хімічну склянку і зважте її. На праву шальку додавайте важки так, щоб їхня маса дорівнювала сумарній масі хімічної склянки і солі, необхідної для приготування розчину. У хімічну склянку поміщайте невеликими порціями сіль, поки маси обох шальок терезів не врівноважаться.

3. У мірний циліндр налейте необхідний для приготування розчину об'єм води. Зауважте, що чисельно маса води в грамах, яку ви обчислили, дорівнює об'єму води в мілілітрах, бо густина води дорівнює  $1 \text{ г/см}^3$ .

4. Вилийте відміряний об'єм води в хімічну склянку до відваженої солі і ретельно перемішайте суміш склянкою паличкою до повного розчинення речовини.

5. Запишіть у зошит обчислення та зробіть висновки.



### Висновки:

1. Вода — найпоширеніший розчинник, вона здатна розчинити багато речовин. Розчини — це однорідні суміші, що складаються з розчинника і розчинених речовин.
2. Для вираження складу розчинів часто використовують масову частку розчиненої речовини, що дорівнює відношенню маси розчиненої речовини до маси розчину.
3. Масову частку виражають у частках від одиниці (безрозмірна величина) або у відсотках. Для отримання числа у відсотках необхідно значення масової частки помножити на 100 %.



### Контрольні запитання

1. Для чого можна використовувати відомості про склад розчину?
2. Напишіть формулу для обчислення масової частки розчиненої речовини.
3. У яких одиницях вимірюють масову частку розчиненої речовини?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Чи зміниться масова частка солі в розчині при його зберіганні: а) у закритій посудині; б) у відкритій посудині? Відповідь поясніть.
2. У розчині масою 120 г міститься глюкоза масою 3 г. Визначте масову частку розчиненої речовини.

3. Обчисліть масу солі, що лишиться при випарюванні води з розчину масою 150 г, у якому масова частка солі становить 5 %.
4. У воді масою 180 г розчинили соду масою 20 г. Визначте масову частку розчиненої речовини.
5. В одній склянці води (200 г) розчинили лимонну кислоту масою 0,12 г. Визначте масову частку розчиненої речовини.
6. Визначте масову частку цукру в чаї, в одній склянці якого (200 г) міститься дві чайні ложки цукрового піску (маса цукру в одній чайній ложці дорівнює 4,6 г).
7. Обчисліть масу кухонної солі, яку необхідно взяти для приготування розчину масою 250 г із масовою часткою 5 %.
8. Обчисліть маси цукру і води, необхідні для приготування розчину масою 500 г з масовою часткою цукру 3 %.
9. Фізіологічний розчин, що використовують у медицині,— це розчин кухонної солі з масовою часткою речовини 0,9 %. Обчисліть масу води та солі для приготування такого розчину масою 10 кг.

## ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

### Виготовлення водного розчину кухонної солі

*Вам потрібні:* кухонна сіль, вода, посудина для приготування розчину об'ємом 1,5 л, кухонні терези, мензурка.

#### **! Правила безпеки:**

- для дослідів використовуйте невеликі кількості речовин;
- остерігайтеся потрапляння речовин на одяг, шкіру, в очі.

Допоможіть своїй мамі і приготуйте маринад для консервування огірків. Існує безліч різних рецептів, але зазвичай можна використувати розчин із масовою часткою солі 8 %. Обчисліть масу солі, необхідну для приготування такого розчину масою 1,5 кг.

На кухні масу солі можна відміряти за допомогою кухонних терезів або використовуючи столовий посуд. Зазвичай 1 столова ложка містить 30 г кухонної солі, а чайна ложка — 10 г. Відміряйте необхідну масу солі і перенесіть її у посудину для приготування розчину (оскільки необхідний розчин буде розбавленим, то його об'єм дорівнюватиме 1,5 л).

До цієї посудини додайте води стільки, щоб об'єм розчину становив 1,5 л, і ретельно перемішайте розчин.

## § 24. Взаємодія води з оксидами

Пригадайте, як складати формули оксидів за § 13.

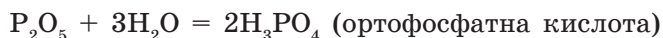
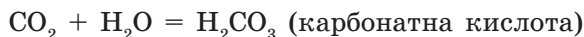
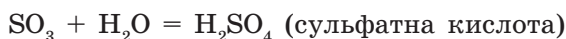
### Поняття про кислоти й основи

Більшість оксидів здатні вступати в хімічні реакції з водою. Зазвичай ці реакції є реакціями сполучення, у результаті яких утворюються продукти приєднання води до оксидів. Речовини, що утворюються сполученням води з іншими речовинами, називають *гідратами*.

Залежно від того, з яким оксидом взаємодіє вода, може утворитися два типи гідратів: *кислоти* і *основи*. Кислоти складаються з атомів Гідрогену і кислотного залишку ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), а у формулах основ на першому місці записують металічний елемент, з яким сполучається гідроксильна група  $\text{—OH}$  ( $\text{KOH}$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ ). Залежно від гідрату, що відповідає певному оксиду, серед оксидів виділяють дві групи: *кислотні оксиди* та *основні оксиди*.

### Кислотні оксиди

Усі кислотні оксиди, за винятком силіцій(IV) оксиду  $\text{SiO}_2$ , за звичайних умов вступають у реакції сполучення з водою з утворенням кислот:



Оксиди, гідрати яких є кислотами, називають *кислотними оксидами*.

Більшість кислотних оксидів — це оксиди неметалічних елементів. Але кислотні оксиди можуть утворювати і металічні елементи, якщо ці елементи можуть виявляти високі валентності, вищі за чотири. Так, до кислотних оксидів належать хром(VI) оксид  $\text{CrO}_3$  та манган(VII) оксид  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ .

Формули найбільш поширених кислотних оксидів та відповідних їм кислот наведено в таблиці 5.

**Таблиця 5. Кислотні оксиди та відповідні їм кислоти**

Кислотний оксид	Кислота (гідрат кислотного оксиду)
$\text{SiO}_2$	Силікатна $\text{H}_2\text{SiO}_3$
$\text{SO}_2$	Сульфітна $\text{H}_2\text{SO}_3$
$\text{P}_2\text{O}_5$	Ортофосфатна $\text{H}_3\text{PO}_4$
$\text{N}_2\text{O}_3$	Нітритна $\text{HNO}_2$
$\text{CrO}_3$	Хроматна $\text{H}_2\text{CrO}_4$
$\text{Mn}_2\text{O}_7$	Перманганатна $\text{HMnO}_4$

### Оснóвні оксиди

Продукти реакції оксидів із водою (гідрати) можуть виявляти оснóвні властивості. Якщо гідрат оксиду є основою, то такий оксид є оснóвним.



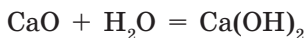
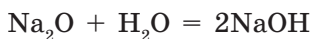
Оксиди, гідрати яких є основами, називають оснóвними оксидами.

До оснóвних оксидів належать оксиди металічних елементів. Це здебільшого оксиди одно-, дво-, а іноді тривалентних металічних елементів (табл. 6).

**Таблиця 6. Оснóвні оксиди та відповідні їм основи**

Оснóвні оксиди	Взаємодія з водою	Основи
$\text{Na}_2\text{O}$	Взаємодіють	Натрій гідроксид $\text{NaOH}$
$\text{K}_2\text{O}$		Калій гідроксид $\text{KOH}$
$\text{Li}_2\text{O}$		Літій гідроксид $\text{LiOH}$
$\text{SrO}$		Стронцій гідроксид $\text{Sr}(\text{OH})_2$
$\text{BaO}$		Барій гідроксид $\text{Ba}(\text{OH})_2$
$\text{Ag}_2\text{O}$	Не взаємодіють	Аргентум гідроксид $\text{AgOH}$
$\text{CuO}$		Купрум(II) гідроксид $\text{Cu}(\text{OH})_2$
$\text{FeO}$		Ферум(II) гідроксид $\text{Fe}(\text{OH})_2$

Більшість основних оксидів із водою не взаємодіють. У реакцію з водою вступають лише оксиди, гідрати яких розчиняються у воді (див. табл 6, с. 161). Такі гідрати називають *лугами*:



Дізнайтеся більше

Єдиний кислотний оксид, що за звичайних умов не взаємодіє з водою, — це силіцій(IV) оксид  $\text{SiO}_2$ , якому відповідає силікатна кислота  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ . Він дуже поширений у природі у складі мінералу кварцу. Звичайний кварцовий пісок на берегах морів і річок — це і є силіцій(IV) оксид.

- При взаємодії кальцій оксиду (негашеного вапна) з водою утворюється кальцій гідроксид (гашене вапно). Під час цієї реакції з водою виділяється настільки багато теплоти, що вода може закипіти. Цю реакцію використовують у так званих хімічних грілках для розігрівання сніданків або напоїв в одноразових пакетах.

### Виявлення кислот і основ у розчинах

Більшість оксидів і відповідних їм гідратів — безбарвні сполуки, тому визначити їх наявність або розрізнити кислоти й основи без «сторонньої допомоги» неможливо. Для виявлення кислот і основ у розчинах використовують *індикатори* — складні органічні сполуки, що змінюють своє забарвлення залежно від наявності кислоти або основи в розчині (мал. 114). Найпоширеніші індикатори та їхній колір за наявності кислот та основ наведено в таблиці 7.

**Таблиця 7.** Забарвлення деяких індикаторів за наявності кислот і основ та у воді

Індикатор	Забарвлення		
	у розчинах кислот	у розчинах основ	у чистій воді
Лакмус	Червоний	Синій	Фіолетовий
Метилоранж	Червоний	Жовтий	Оранжевий
Фенолфталеїн	Безбарвний	Малиновий	Безбарвний

Здебільшого індикатори використовують у вигляді розчинів — у воді або в спирті. Зручніше використовувати індикаторний папір — звичайний папір, просочений розчином індикатору, а потім висушений. У продаж він потрапляє у вигляді набору тоненьких смужечок (мал. 115).





**Мал. 114.** Забарвлення лакмусу: *а* — за наявності кислот; *б* — основ



**Мал. 115.** Розчин індикатору та індикаторний папір

## ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 5

### Випробування водних розчинів кислот і лугів індикаторами



*Обладнання:* штатив із пробірками.

*Реактиви:* розчини основи, кислоти, вода, метилоранж, фенолфталеїн, лакмус.

#### ! Правила безпеки:

- використовуйте невеликі кількості реактивів;
- остерігайтеся потрапляння реактивів на одяг, шкіру, в очі.

1. Підготуйте по три пробірки з водою, розчином кислоти та розчином основи.

2. У першу пробірку з водою додайте кілька крапель розчину метилоранжу, у другу — лакмусу, у третю — фенолфталеїну.

3. Так само додайте індикатори в пробірки з розчинами кислоти й основи.

4. Порівняйте забарвлення індикаторів у різних пробірках і запишіть результати в зошит.

5. Зробіть висновок щодо виявлення кислот і основ індикаторами.



#### Висновки:

1. Оксиди здатні сполучатися з водою з утворенням гідратів. Гідрати кислотних оксидів — кислоти, а основних — основи.
2. До кислотних оксидів належать оксиди неметалічних елементів та оксиди металічних елементів із валентністю, вищою за IV. До основних оксидів належать оксиди металічних елементів із валентністю I, II та іоніди III.
3. Для виявлення кислот та основ у розчині використовують індикатори — речовини, забарвлення яких змінюється за наявності кислоти чи основи.



### Контрольні запитання

1. Які оксиди називають кислотними, а які — основними?
2. Які речовини називають гідратами?
3. Які кислотні оксиди за звичайних умов взаємодіють з водою, а які — ні? Які з основних оксидів здатні взаємодіяти з водою?



### Завдання для засвоєння матеріалу

1. Як можна добути з кислотного оксиду кислоту? Наведіть рівняння реакцій кислотних і основних оксидів з водою.
2. Із наведеного переліку випишіть в окремі стовпчики формули оксидів: а) кислотних; б) основних.  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CrO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ .
3. Які з наведених оксидів взаємодіють із водою? Складіть відповідні рівняння реакцій.  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CrO}$ ,  $\text{SiO}_2$ .
4. Розчин, що утворився при розчиненні газуватого оксиду у воді, забарвлює лакмус у червоний колір. Який це газ міг бути?
5. Гасіння вапна — це взаємодія негашеного вапна (кальцій оксиду) з водою. Складіть рівняння цієї реакції.
6. Як ви вважаєте, чи можна знайти в природних умовах фосфор(V) оксид, сульфур(VI) оксид та натрій оксид? Відповідь поясніть.
7. Доповніть схеми реакцій і назвіть продукти реакції: а)  $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ ; б)  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ ; в)  $\dots + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2$ .
- 8\*. Деякі оксиди використовують як осушувачі для зневоднення газів та деяких неводних рідин. На якому принципі ґрунтується дія оксидів як осушувачів? Які оксиди можна так використовувати і чому саме їх?

## § 25. Проблема чистої води

Пригадайте: чим відрізняються чисті речовини від сумішей.

Чи трапляється в природі абсолютно чиста вода?

### Проблема чистої води

Запаси води на Землі величезні, однак переважно це — солоня вода морів і океанів. Вона не придатна для побутових потреб, її не можна використовувати в промисловості, оскільки вона містить багато розчинених солей. Здебільшого ми використовуємо прісну воду, якої на Землі значно менше, ніж солоної (не більше ніж 3% від усього об'єму води). У багатьох місцях планети прісної води бракує для зрошення сільськогосподарських угідь і потреб промисловості, а в деяких регіонах її не вистачає навіть для пиття. До того ж, діяльність людини впливає як на кількість, так і на якість прісної води. Тому сьогодні перед людством постала дуже актуальна й важлива проблема забезпечення населення планети чистою водою.

## Джерела забруднення води

### ПРОМИСЛОВІСТЬ

Основними забруднювачами вод є чорна та кольорова металургія, машинобудування, енергетична галузь, хімічна промисловість, харчова промисловість.

### СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Стічні води надходять від тваринницьких ферм, птахоферм, від поливу посівів культур. Ці стоки забруднені рештками мінеральних добрив, пестицидами та іншими отрутохімікатами.

### ВИДОБУТОК КОРИСНИХ КОПАЛИН

Відвали гірських порід збагачені піднятими з глибин шкідливими хімічними елементами та сполуками, які згодом розмиваються атмосферними опадами і потрапляють у поверхневі води.

### КИСЛОТНІ ДОЩІ

До атмосфери потрапляє багато кислотних оксидів. Вони взаємодіють із водою, що міститься в повітрі. У результаті цього утворюються розчини кислот, що разом із дощем потрапляють у водойми та ґрунт.

### КОМУНАЛЬНІ СТОКИ

У цих каналізаційних водах багато органічних речовин, які в процесі розкладання в природних водоймах призводять до загибелі багатьох водяних організмів і порушення екосистем.

### ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ

Особливу небезпеку становлять танкери. У випадку пошкодження танкера витік нафти може призвести до екологічної катастрофи, оскільки нафтові плями небезпечні для живих організмів.

### РАДІОАКТИВНІ РЕЧОВИНИ

Радіоактивні речовини потрапляють у воду внаслідок безпосереднього скидання (поховання) радіоактивних відходів енергетики та промисловості, після випробувань ядерної зброї тощо.

## Охорона водойм від забруднення

Для вирішення проблеми чистої води необхідно охороняти водні ресурси планети від забруднень. Для цього насамперед необхідно припинити стоки забрудненої води з промислових та сільськогосподарських підприємств у водойми, будувати сучасні очисні споруди та використовувати нові екологічно чисті технології.

В Україні прийнято низку законів, які на державному рівні забороняють забруднення водойм. Спеціальна Державна екологічна інспекція України опікується охороною природних ресурсів нашої країни.

Цікаво, що...

Деякі речовини і матеріали, такі як тирса, торф, солома або полістирол, завдяки особливостям їхньої поверхні використовують як адсорбенти. Вони виявляють властивість убирати шкідливі речовини з рідкого чи газуватого середовища. Тому нафтові плями, утворені внаслідок аварій танкерів на поверхні води, посипають адсорбентами, які потім вилучають разом з нафтою. Якщо нафтову пляму посипати крейдою або гіпсом, то така суміш тоне. Так очищається поверхня води, проте на морському дні нафта залишається небезпечною для водоростей і тварин.

## Очищення води

Часто річкова вода здається на просвіт неоднорідною, каламутною. Це пов'язано з тим, що крім солей у ній містяться дрібні піщинки, часточки мулу. Для очищення води від завислих твердих нерозчинних частинок застосовують фільтрування. Вода, що пройшла крізь фільтр, прозора, але все ж іще містить розчинені солі.



**Мал. 116.** Водоочисна станція, на якій річкову воду готують для подачі у мережу водогону



**Мал. 117.** Побутові фільтри для очищення питної води:  
а — стаціонарний; б — переносний

За день людина споживає в їжу в середньому 2 л води. Значно більше води витрачається на побутові потреби — миття, прання. У великих містах щоденні витрати води становлять близько 100 л на особу. Вода, що надходить у мережу водогону, має бути прозорою, очищеною від шкідливих речовин і хвороботворних бактерій. Щоб зробити річкову воду безпечною для споживання, в кожному місті функціонують водоочисні станції (мал. 116).

У домашніх умовах надійним способом знезараження води є кип'ятіння. Кип'ячена вода майже не містить бактерій. Але для споживання в їжу знезараження води іноді буває недостатньо, адже в ній ще міститься багато розчинених солей, які можуть завдати шкоди, накопичуючись в організмі при тривалому споживанні. Тому в домашніх умовах бажано використовувати спеціальні фільтри для питної води (мал. 117).

Хімічно чисту воду добувають перегонкою, або дистиляцією, за допомогою спеціального пристрою — дистилятора (мал. 118а, с. 168). Цей спосіб очищення полягає в тому, що рідина при нагріванні переходить у пару, яка потім охолоджується й знову стає рідкою. Найпростіший прилад для перегонки складається з колби, термометра, холодильника та ємності — приймача (мал. 118б, с. 168). Воду, отриману перегонкою, називають дистильованою. Вона майже не містить розчинених солей. Дистильовану воду використовують у хімічних лабораторіях для приготування розчинів, в аптеках для виробництва й розведення ліків, для технічного обслуговування автомобільних акумуляторів.

Пити дистильовану воду небажано. У великих кількостях вона шкідлива для здоров'я, адже організм людини пристосований до споживання води з розчиненими в ній солями, які в незначних кількостях необхідні для життєдіяльності.



**Мал. 118.** Дистильатор — пристрій для повного очищення води: *а* — зовнішній вигляд; *б* — внутрішня будова. Він являє собою бак із нагрівальним приладом. Вода в баку постійно кипить, а водяна пара конденсується в спеціальній ємності — приймачі



### Висновки:

1. Вода — важлива речовина для життєдіяльності і сировина для промисловості. Запаси води на планеті обмежені, тому до них необхідно ставитися ощадливо. Основним джерелом забруднення води є промислова діяльність людини.
2. Усі відходи промисловості необхідно обов'язково очищувати. Також очищення потребує річкова вода, що використовується для споживання в харчових і побутових цілях.



### Контрольні запитання

1. Назвіть основні джерела забруднення води.
2. У який спосіб видаляють розливу нафту з водойм?
3. Які споруди використовують для підготовки води до споживання та очищення промислових викидів?
4. У який спосіб можна очищати воду в побуті?
5. Що таке дистильована вода? Яке застосування вона має?
6. Яка вода в природі найбільш близька до дистильованої води? Які домішки вона може містити?
7. Яких домішок у воді можна позбутися фільтруванням, відстоюванням, дистиляцією?
- 8\*. Опишіть причину виникнення кислотних дощів.
- 9\*. З додаткової літератури або мережі Інтернет дізнайтеся про методи очищення води в промисловості або на водоочисних спорудах вашого міста.
- 10.\* Проект № 8 «Проблема збереження чистоти водойм».

- 11.\* Проект № 9 «Якість води, отриманої з різних джерел».
- 12.\* Проект № 10 «Фізичні та хімічні властивості води».
- 13.\* Проект № 11 «Способи очищення води в побуті».

## ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

### Очищення води кип'ятінням і за допомогою побутового фільтра

*Вам потрібні:* чайник, побутовий фільтр для води, ложка з дерев'яною ручкою або порцелянова чашка, водопровідна вода.

#### **!** Правила безпеки:

- для дослідів використовуйте невеликі кількості речовин;
- остерігайтеся потрапляння речовин на одяг, шкіру, в очі;
- дотримуйтеся правил безпеки при нагріванні речовин.

Звичайна водопровідна вода не є чистою водою, а є розчином різних солей і газів. Виявити наявність солей у воді можна випарюванням. Для цього невелику кількість водопровідної води треба обережно випарити в порцеляновій чашці або в ложці. При цьому на дні утвориться твердий залишок розчинених солей. Повторіть цей дослід із кип'яченою охолодженою водою та водою, очищеною побутовим фільтром. Порівняйте кількість твердого залишку, утвореного з неочищеної води та з води, очищеної різними способами. Занотуйте свої спостереження і поясніть їх.



Перевірте свої знання за темою «Вода».



## Додаток 1

### Фізичні властивості деяких речовин

Речовина	Густина, г/см <sup>3</sup>	Температура плавлення, °С	Температура кипіння, °С	Розчинність у воді
Азот	0,00125	-210	-196	Малорозчинний
Алмаз	3,52	Близько 4000	Невідома	Нерозчинний
Алюміній	2,70	660	2500	Нерозчинний
Амоніак	0,000771	-77,75	-33,42	Добре розчиняється
Ацетон	0,79	-95	56	Добре розчиняється
Вода	1,0	0	100	
Водень	0,00009	-259	-253	Малорозчинний
Графіт	2,27	Близько 4000	Невідома	Нерозчинний
Залізо	7,87	1539	2870	Нерозчинне
Золото	19,3	1063	2880	Нерозчинне
Йод	4,94	114	186	Малорозчинний
Кварц	2,65	1610	2950	Нерозчинний
Кисень	0,00143	-219	-183	Малорозчинний
Кислота оцтова	1,05	17	118	Добре розчиняється
Крейда	2,71	Розкладається	Розкладається	Нерозчинна
Магній	1,738	651	1090	Нерозчинний
Метан	0,000718	-182,5	-161,6	Малорозчинний



## Закінчення таблиці

Речовина	Густина, г/см <sup>3</sup>	Температура плавлення, °С	Температура кипіння, °С	Розчинність у воді
Мідний купорос	2,28	Розкладається	Розкладається	Добре розчиняється
Мідь	8,96	1083	2543	Нерозчинна
Озон	0,00214	-197,2	-119,9	Добре розчиняється
Олово	7,29	232	2620	Нерозчинне
Платина	21,1	1768,3	3825	Нерозчинна
Ртуть	13,6	-38,87	356,58	Нерозчинна
Свинець	11,3	327	1745	Нерозчинний
Силіцій	2,33	1414,8	2349,8	Нерозчинний
Сіль кухонна	2,17	801	1465	Добре розчиняється
Сірководень (гідроген сульфід)	0,00152	-85,7	-60,8	Малорозчинний
Сода питна	2,16	Розкладається	Розкладається	Добре розчиняється
Сода пральна	2,53	852	Розкладається	Добре розчиняється
Спирт етиловий	0,79	-114	78	Добре розчиняється
Срібло	10,5	961	2167	Нерозчинне
Хлороводень (гідроген хлорид)	0,001477	114,22	85	Добре розчиняється
Хром	7,19	1875	2480	Нерозчинний
Цинк	7,13	420	906	Нерозчинний
Цукор	1,59	185	Розкладається	Добре розчиняється

## Додаток 2

### Шкала твердості речовин Ф. Мооса

Твердість за шкалою Мооса	Еталонний мінерал	Оброблюваність мінералів	Інші мінерали з аналогічною твердістю
1	Тальк	Легко дряпається нігтем	Графіт
2	Гіпс	Ледве дряпається нігтем	Хлорит, галіт, кухонна сіль
3	Кальцит	Дряпається мідним дротом	Біотит, золото, срібло
4	Флюорит	Дряпається ножом	Доломіт, сфалерит
5	Апатит	Із зусиллям дряпається ножом	Гематит, лазурит
6	Ортоклаз (польовий шпат)	Дряпається напилком, залишає слід на склі	Опал, рутил
7	Кварц (гірський кришталь)	Піддаються обробці алмазом, дряпають скло, під час витісування напилком утворюють іскри	Гранат, турмалін
8	Топаз		Берил, шпінель
9	Корунд		
10	Алмаз	Ріже скло	

### Додаток 3

#### Традиційні (тривіальні) назви деяких речовин та їхні хімічні формули

Назва	Формула
Амоніачна вода (нашатирний спирт)	Водний розчин $\text{NH}_3$
Амонійна селітра	$\text{NH}_4\text{NO}_3$
Антимоній (сурма, стибій)	Sb
Бертолетова сіль	$\text{KClO}_3$
Болотяний газ (метан)	$\text{CH}_4$
Гіпс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Індійська селітра	$\text{KNO}_3$
Їдкий натр	NaOH
Кам'яна (кухонна) сіль	NaCl
Кварц, пісок	$\text{SiO}_2$
Магнезит	$\text{MgCO}_3$
Мармур, вапняк, крейда, кальцит	$\text{CaCO}_3$
Мідний купорос	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Нашатир	$\text{NH}_4\text{Cl}$
Палена магнезія	MgO
Палене (негашене) вапно	CaO
Поташ	$\text{K}_2\text{CO}_3$
Сода питна (харчова)	$\text{NaHCO}_3$
Сода (пральна) кальцинована	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
Чадний газ	CO
Чилійська селітра	$\text{NaNO}_3$
Чорна магнезія	$\text{MnO}_2$

## Додаток 4

### Хімічні рекорди

**Найрідкісніший елемент** — Астат (0,16 г у всій земній корі).

**Найважча з газуватих речовин** — радон (густина — 10,05 г/л при 0 °С), а **найлегша** — водень (густина — 0,08929 г/л).

**Найдорожча проста речовина** — каліфорній (вартість 0,001 міліграма — 120 доларів США).

**Найбільш ковкий метал** — золото (з 1 г можна витягнути дріт завдовжки 2,4 км).

**Найбільш тугоплавкий метал** — вольфрам (температура плавлення — 3420 °С).

**Найвища температура полум'я** виникає під час згоряння тетракарбон динітриду  $C_4N_2$  (4988 °С).

**Найтривалішим експериментом** довгий час вважався 12-денний дослід Лавуазьє. Він нагрівав ртуть у запаяній реторті, у якій вона перетворювалася на меркурій(II) оксид, реагуючи з киснем.

**Найбільше наукових праць** (2872) протягом свого життя опублікував французький хімік М. Бертло.

**Найдовше ім'я серед хіміків** має засновник ятрохімії Філіп Ауреол Теофраст Бомбаст Парацельс фон Гугенгейм (1493–1541).

**Найдовше життя серед хіміків** прожив французький хімік-органік Мішель Ежен Шеврель (1786–1889). Він прославився розшифруванням складу тваринних і рослинних жирів і виділенням найважливіших жирних кислот.

## Додаток 5

### Видатні хіміки України та їхній внесок у розвиток науки

Учений	Внесок у розвиток хімії
<p>Бабко Анатолій Кирилович (1905–1968)</p> 	<p>Український хімік-аналітик. Закінчив хімічний факультет Київського політехнічного інституту (1927). Наукові дослідження були присвячені проблемам хімії комплексних сполук. Вивчав стан комплексних сполук у розчинах. Обґрунтував загальні положення теорії ступінчастої дисоціації. Розробив методику визначення складу комплексів, що містяться у розчині. Створив київську школу хіміків-аналітиків, досягнення якої відомі далеко за межами України. Є автором понад 400 наукових праць</p>
<p>Бах Олексій Миколайович (1857–1946)</p> 	<p>Український хімік і біохімік. Вважається засновником загальновідомої школи біохімії. Його основні наукові праці присвячені вивченню хімічних процесів асиміляції вуглецю зеленими рослинами, окисних процесів у живій клітині, вченню про ферменти. Теоретичні праці Баха про ферменти сприяли розвитку харчової промисловості</p>
<p>Бекетов Микола Миколайович (1826–1911)</p> 	<p>Український і російський фізико-хімік. У 1864 р. організував фізико-хімічний відділ при Харківському університеті, на якому з 1865 р. вперше як самостійну наукову дисципліну читав курс фізичної хімії. Установив ряд активності металів, дав формулювання (близьке до сучасного) закону діючих мас. Відкрив і описав метод відновлення металів (алюмінотермія)</p>

## Продовження таблиці

<p>Бродський Олександр Ілліч (1895–1969)</p> 	<p>Український фізико-хімік. Автор наукових праць з хімічної термодинаміки, електрохімії розчинів та хімії ізотопів. Під його керівництвом вперше в СРСР була створена установка з одержання важкої води (1934), концентратів важкого кисню (1937) та важкого азоту (1949)</p>
<p>Бунге Микола Андрійович (1842–1915)</p> 	<p>Український хімік, заслужений професор Київського університету, член Київського відділення Російського технічного товариства. Працював у галузях електрохімії та хімічної технології. Досліджував електроліз розчинів і органічних сполук, удосконалив методику газового аналізу. Вивчав процес виробництва цукру з цукрового буряку та умови його перебігу. Зробив вагомий внесок у розвиток вітчизняної цукрової промисловості</p>
<p>Гулий Максим Федотович (1905– 2007)</p> 	<p>Український біохімік. Досліджував проблеми молекулярної біології, пов'язані з регуляцією біосинтезу білків, ліпідів та вуглеводів, структуру та властивості білків. Результати цих праць були основою створення нових ліків для застосування у гематологічних і хірургічних клініках, а також низки препаратів для підвищення продуктивності у сільському господарстві</p>
<p>Зелінський Ми- кола Дмитрович (1861–1953)</p> 	<p>Український хімік-органік. Вивчав вуглеводні, з яких складається нафта, — нафтени. Заклав основи нафтохімії. Пропагував питання створення синтетичного рідкого палива. Винайшов вугільний протигаз. У 1930-ті рр. розв'язав для народного господарства важливу проблему виробництва синтетичного каучуку. Створив всесвітньо відому школу хіміків-органіків</p>

## Закінчення таблиці

<p>Пилипенко Анатолій Терентійович (1914–1993)</p> 	<p>Український хімік-аналітик. Основний науковий напрям — застосування комплексних сполук і органічних реактивів у хімічному аналізі неорганічних матеріалів. Дав класифікацію використовуваних у хімічному аналізі органічних реактивів. Особливу увагу приділяв науковій та науково-організаційній роботі в галузі охорони та раціонального використання водних ресурсів України та розвитку методів аналізу об'єктів навколишнього середовища</p>
<p>Писаржевський Лев Володимиро- вич (1874–1938)</p> 	<p>Український учений у галузі фізичної хімії. Досліджував роль розчинників у хімічних процесах. Заклав основи електронної теорії окисно-відновних реакцій. Заклав основи електронної теорії гетерогенного каталізу. У підручнику «Вступ до хімії» (1926) вперше виклав весь матеріал хімії з позиції електронної теорії будови атомів та молекул</p>
<p>Яцимирський Костянтин Борисович (1916–2005)</p> 	<p>Український хімік-неорганік. Головними напрямками дослідів були хімія комплексних сполук, термохімія, біонеорганічна хімія. Вивчав вияви релятивістського ефекту в хімії</p>

## Додаток 6

### Посилання в Інтернет на цікаві хімічні ресурси

- Повний опис властивостей хімічних елементів та їхніх сполук  
<http://www.webelements.com>
- Оригінальне візуальне представлення Періодичної системи хімічних елементів Д. І. Менделєєва на сайті Королівської хімічної спілки  
<http://www.rsc.org/periodic-table>
- Цікавий електронний науково-популярний журнал про хімію та хіміків, що видається спеціалістами Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
<http://chemistry-chemists.com>
- Дуже корисна і цікава інформація з хімії на сайті Alhimik  
<http://www.alhimik.ru>
- Міжнародне товариство IUPAC  
<http://www.iupac.org>
- Український хімічний портал  
<http://www.chemportal.org.ua>
- Портал «Хімічний світ»  
<http://www.chemworld.com.ua>
- Всеукраїнські хімічні олімпіади  
<http://www-chemo.univer.kharkov.ua/olympiad.htm>



## Словник термінів

**Атом** — найменша хімічно неподільна частинка речовини, що складається з ядра, навколо якого обертаються електрони. Ядро атома складається з протонів і нейтронів.

**Атомна маса** — це маса атома, виражена в атомних одиницях маси. Чисельно дорівнює відносній атомній масі, але має одиницю вимірювання — 1 а. о. м.

**Атомна одиниця маси (а. о. м.)** — одиниця вимірювання маси надлегких частинок, що дорівнює  $1/12$  маси атома Карбону, тобто  $1,67 \cdot 10^{-24}$  кг.

**Валентність** — це число хімічних зв'язків, які певний атом може утворити з іншими атомами.

**Випаровування** — процес зміни агрегатного стану з рідкого на газоподібний.

**Відносна атомна маса** — це безрозмірна величина, що дорівнює відношенню маси атома до  $1/12$  маси атома Карбону.

**Відносна молекулярна маса** — це величина, що дорівнює відношенню маси молекули до  $1/12$  маси атома Карбону.

**Властивості** — це ознаки, за якими речовини або тіла відрізняються один від одного чи подібні між собою.

**Горіння** — швидкий процес окиснення речовин, що супроводжується виділенням великої кількості теплоти і світла.

**Група** — вертикальний ряд елементів у Періодичній системі, що об'єднує хімічні елементи з подібними властивостями.

**Дистильована вода** — вода, очищена від домішок неорганічних та органічних речовин методом перегонки (дистиляції).

**Дистиляція** — метод розділення двох (або більше) рідин, що змішуються. Суть методу полягає в тому, що суміш рідин нагрівають, у результаті чого рідина, що кипить при нижчій температурі, починає випаровуватися раніше. Випари цієї рідини відводяться та охолоджуються в холодильнику і краплями збираються у приймачі.

**Електроліз** — процес розкладання розчинених або розплавлених речовин під впливом електричного струму. Наприклад, електролізом води одержують водень та кисень, а електролізом розплаву натрій хлориду (кам'яної солі NaCl) одержують прості речовини натрій та хлор.

**Електрони** — елементарні частинки з електричним зарядом  $-1$  та масою, приблизно у 2000 разів меншою за масу протона чи нейтрона.

**Елемент** — див. Хімічний елемент.

**Елементи металічні** — хімічні елементи, які в хімічних реакціях переважно віддають електрони. У Періодичній системі розташовані переважно на початку періоду.

**Елементи неметалічні** — хімічні елементи, які в хімічних реакціях переважно приймають електрони. У Періодичній таблиці розташовані переважно в кінці періоду.

**Індекс** — показує число атомів певного елемента у складі молекули або формульної одиниці.

**Індикатор** — речовина, що змінює своє забарвлення залежно від наявності іншої речовини в розчині (кислоти, лугу тощо). Найбільш поширені кислотно-основні індикатори — лакмус, фенолфталеїн.

**Йони** — одноатомні або багатоатомні частинки, що мають електричний заряд.

**Каталізатор** — це речовина, що змінює швидкість реакції, але сама при цьому не витрачається. Каталізатори, що підвищують швид-

кість реакції, називають позитивними, а ті, що знижують,— негативними (або інгібіторами). Найбільш поширеним та універсальним каталізатором є платина.

**Коефіцієнт** — показує число молекул (формульних одиниць), що беруть участь у певному процесі.

**Компоненти** — речовини, що містяться у складі сумішей.

**Конденсація** — процес зміни агрегатного стану з газоподібного на рідкий.

**Кристалізація** — процес зміни агрегатного стану з рідкого на твердий.

**Маса атома** — це маса атома, виражена в грамах або кілограмах.

**Масова частка елемента** — це величина, що показує, яка частка маси речовини або молекули припадає на атоми даного елемента.

**Матеріал** — це речовина або суміш речовин, що використовується для виготовлення предметів.

**Метали** — прості речовини, для яких характерні такі загальні фізичні властивості: металічний блиск, електропровідність, висока теплопровідність, пластичність тощо.

**Металічні елементи** — див. Елементи металічні.

**Молекула** — найменша частинка речовини, що є носієм усіх властивостей цієї речовини. Молекули складаються з атомів.

**Неметали** — прості речовини, для яких характерні загальні фізичні властивості: відсутність електропровідності, крихкість, низька теплопровідність та інші.

**Неметалічні елементи** — див. Елементи неметалічні.

**Неоднорідна суміш** — див. Суміш неоднорідна.

**Однорідна суміш** — див. Суміш однорідна.

**Оксиди** — хімічні сполуки, що складаються з атомів двох хімічних елементів, один з яких — Оксиген.

**Перегонка** — див. Дистиляція.

**Період** — горизонтальний ряд елементів у Періодичній системі, що починається з типового металічного елемента і закінчується інертним елементом.

**Плавлення** — процес зміни агрегатного стану з твердого на рідкий.

**Природничі науки** — науки про природу, до них належить хімія, фізика, біологія, географія, геологія, астрономія та інші.

**Продукти реакції** — речовини, що утворюються в результаті хімічної реакції.

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

**Реагенти** — речовини, що вступають у хімічну реакцію.

**Речовина** — різновид матерії, що характеризується певною будовою. Усі тіла складаються з речовин.

**Складні речовини** — речовини, утворені декількома хімічними елементами.

**Сублімація (Возгонка)** — процес зміни агрегатного стану з твердого на газоподібний.

**Суміш неоднорідна** — суміш, у якій окремі компоненти розрізняються неозброєним оком.

**Суміш однорідна** — суміш, у якій окремі компоненти не видно неозброєним оком.

**Тіла** — усі предмети, що оточують нас.

**Фізичні явища** — див. Явища фізичні.

**Формульна одиниця** — група атомів, записана в хімічній формулі. Термін «формульна одиниця» використовується для речовин з атомною або йонною будовою.

**Хімічний елемент** — різновид атомів з однаковим зарядом ядра.

**Хімічні явища** — див. Явища хімічні.

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

**Явища** — усі зміни, що відбуваються навколо нас.

**Явища фізичні** — це явища, під час яких не змінюється склад речовини.

**Явища хімічні** — це явища, під час яких одні речовини перетворюються на інші (змінюється склад речовин).

## Алфавітний покажчик

### А

Агрегатний стан 38  
 Алотропія 83  
 Алхімія 18  
 Атмосфера 107  
 Атом 53  
 Атомна одиниця маси 73

### Б

Бінарні сполуки 92

### В

Валентність 90  
 Вибух 138  
 Випаровування 38  
 Випарювання 48  
 Відносна атомна маса 73  
 Відносна молекулярна маса 74  
 Властивості речовин  
 — фізичні 36  
 — хімічні 99  
 Вода 150

### Г

Гідрати 160  
 Гниття 138  
 Горіння 132

### Д

Дистиляція 49  
 Дихання 147

### З

Закон збереження  
 маси речовин 115

Закон кратних  
 співвідношень 79  
 Закон сталості складу 79

### Е

Експеримент 26  
 Електроліз 127  
 Електрон 53  
 Елементи  
 — металічні 84  
 — неметалічні 84  
 — хімічні 59

### І

Індекс 68  
 Індикатори 162

### Й

Йон 55

### К

Каталіз 124  
 Каталізатор 124  
 Кисень 108  
 Класифікація речовин 87  
 Коефіцієнт 118  
 Конденсація 39  
 Кристалізація 38  
 Колообіг Оксигену 145

### М

Масова частка  
 — елемента в речовині 77  
 — розчиненої речовини 155

Матеріал 35  
Метали 83  
Молекула 54

## Н

Неметали 84

## О

Ознаки хімічних реакцій 99  
Озон 109  
Окиснення 132  
Оксиди 113  
— кислотні 160  
— основні 161  
Оксиліквіти 139  
Очищення води 166

## П

Перегонка 48  
Періодична система  
хімічних елементів 64  
Плавлення 39  
Повільне окиснення 138  
Повітря 107  
Природничі науки 7  
Пріння 138  
Продукти реакції 98

## Р

Реагенти 98  
Реакція  
— розкладу 126  
— сполучення 134  
Речовини 34  
— прості 81  
— складні 85  
— чисті 43  
Рівняння хімічної реакції 115

Родини хімічних елементів 66  
Розчини 154  
Розчинник 154  
Розчинені речовини 154

## С

Спостереження 25  
Суміші 43  
— неоднорідні 44  
— однорідні 45  
Схема реакції 118

## У

Умови  
— горіння 139  
— перебігу хімічних  
реакцій 102

## Ф

Фізичні тіла 34  
Фільтрування 48  
Фотосинтез 147

## Х

Хімічна реакція 98  
Хімічна формула 68  
Хімічне рівняння 115  
Хімічний посуд 22

## Я

Явища  
— фізичні 97  
— хімічні 98  
Ядро атома 53

## Відповіді на розрахункові задачі

- § 6** 3. 8.
- § 8** 4. Карбон +6, Нітроген +7, Хлор +17, Кальцій +20.
- § 9** 3. а)  $N_2$ ; б)  $S_8$ , в)  $CH_4$ ; г)  $NaHCO_3$ . 4.  $H_2SiO_3$ . 10.  $CaCl_2$ . 11. 10.
- § 10** 2. а) Нітроген у 3,5 разу; б) Сульфур у 2 рази; в) Феруму в 2 рази; г) Купрум у 2 рази. 3.  $6,024 \cdot 10^{23}$ . 4. 4. 5. Хлор — 71, сульфатна кислота — 98, сахароза — 342, мідь — 64, гіпс — 136, крейда — 100, малахіт — 222. 6. Вуглекислий газ. 7.  $H_2O_2$ . 8.  $FeS_2$ . 9. а)  $A_r(Pt) = 95,2$ ; б)  $A_r(U) = 237,95$ . 10. 202. 11.  $5,68 \cdot 10^{-22}$  г,  $1,76 \cdot 10^{21}$  молекул.
- § 11** 1. а) 30,4 % і 69,6 %; б) 74,5 % і 25,5 %; в) 43,4 %, 11,3 % і 45,3 %; г) 2 %, 32,7 % і 65,3 %; д) 68,4 %, 10,3 % і 21,3 %. 2. У глюкозі. 3. 1,76 г. 4.  $1,61 \cdot 10^{17}$  тонн атомів Гідрогену і  $1,29 \cdot 10^{18}$  тонн атомів Оксигену.
- § 12** 5. У кухонній солі 39,3 %, у питній соді 27,4 %. 7. а)  $O_2$ ; б)  $H_2$  і  $O_2$ ; в) C; г)  $CO_2$ ; д)  $CH_4$ ; е)  $H_2O$  і  $O_2$ .
- § 15** 1. 32; 48. 2. В 1,1 разу. 7. а) 14,3 г; б) 6,7 л. 8. а) у 16 разів; б) 12 разів; в) 32 рази.
- § 16** 7. 28 г. 8. 18 г.
- § 17** 5. 25 г. 6. 2 г.
- § 18** 4. 13,5 г. 5. 19 г.
- § 20** 4. 11 520 л.
- § 23** 2. 2,5 %. 3. 7,2 г. 4. 10 %. 5. 0,06 %. 6. 4,6 %. 7. 12,5 г. 8. 15 г. 9. 9910 г.



## Зміст

Знайомство з підручником .....	3
--------------------------------	---

### Вступ

§ 1.	Хімія — природнича наука .....	5
	Що вивчає хімія? .....	5
	Хімія — галузь природознавства .....	7
	Хімія в промисловості .....	8
	Хімія та навколишнє середовище .....	10
§ 2.	Короткі відомості з історії хімії.....	11
	Реміснича хімія.....	11
	Хімія в античному світі.....	13
	Виникнення слова «хімія» .....	14
	Алхімічний період.....	15
	Сучасна хімія.....	17
§ 3.	Робота в хімічній лабораторії. Маркування небезпечних речовин. Спостереження й експеримент у хімії.....	19
	Лабораторне обладнання та хімічний посуд .....	19
	Нагрівальні прилади. Будова полум'я .....	21
	Маркування небезпечних речовин. Безпека під час роботи в хімічній лабораторії .....	23
	Спостереження й експеримент у хімії .....	25
	Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії.	
	Прийоми роботи з хімічним обладнанням.....	28
	Практична робота № 1 .....	30

### Тема I. Початкові хімічні поняття

§ 4.	Речовини та їхні фізичні властивості .....	34
	Речовина. Матеріал. Тіло .....	34
	Фізичні властивості речовин.....	36
	Агрегатні стани речовин .....	38
	Лабораторний дослід № 1 .....	39
§ 5.	Чисті речовини та суміші .....	43
	Суміші та чисті речовини в природі.....	43

Однорідні та неоднорідні суміші .....	44
Властивості чистих речовин і сумішей .....	45
Як відрізнити чисту речовину від суміші?.....	46
Розділення сумішей .....	47
Практична робота № 2 .....	52
§ 6. Атоми. Молекули .....	53
Атоми.....	53
Молекули.....	53
Атоми та молекули в речовинах .....	56
§ 7. Хімічні елементи.....	59
Поняття про хімічні елементи .....	59
Назви та символи хімічних елементів .....	60
Поширеність хімічних елементів у природі .....	62
§ 8. Періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва ...	64
Періодична система — перелік відомих елементів.....	64
Структура Періодичної системи .....	64
§ 9. Хімічні формули речовин.....	68
§ 10. Відносна атомна маса. Відносна молекулярна маса .....	73
Відносна атомна маса.....	73
Відносна молекулярна маса .....	74
§ 11. Масова частка елемента в речовині.....	77
Закони Пруста і Дальтона.....	78
§ 12. Прості та складні речовини .....	81
Прості речовини .....	83
Метали та неметали.....	83
Складні речовини .....	85
Класифікація складних речовин .....	86
Лабораторний дослід № 2 .....	88
§ 13. Валентність .....	90
Поняття про валентність.....	90
Визначення валентності хімічних елементів за формулами бінарних сполук.....	92

Складання формули бінарної сполуки за валентністю елементів.....	93
§ 14. Фізичні та хімічні явища.....	97
Фізичні явища .....	97
Хімічні явища.....	98
Ознаки хімічних реакцій .....	99
Умови перебігу хімічних реакцій.....	102
Лабораторний дослід № 3 .....	102
Практична робота № 3 .....	104
<b>Тема II. Кисень</b>	
§ 15. Повітря, Оксиген, кисень.....	107
Повітря і кисень .....	107
Кисень та озон .....	108
Фізичні властивості кисню .....	109
Відкриття кисню .....	110
Оксиген у природі .....	111
Поняття про оксиди .....	113
§ 16. Рівняння хімічних реакцій. Закон збереження маси речовин у хімічних реакціях.....	115
Закон збереження маси.....	115
Складання рівнянь хімічних реакцій .....	118
§ 17. Добування і зберігання кисню .....	122
Розкладання оксидів.....	122
Розкладання бертолетової солі. Каталізатори .....	123
Розкладання калій перманганату .....	124
Як можна зібрати добутий кисень?.....	125
Добування кисню з гідроген пероксиду .....	125
Реакції розкладу .....	126
Добування кисню в промисловості. Зберігання кисню .....	126
Практична робота № 4 .....	130
§ 18. Хімічні властивості кисню .....	132
Загальна характеристика хімічних властивостей кисню....	132
Взаємодія кисню з простими речовинами .....	132

Взаємодія кисню зі складними речовинами .....	134
§ 19. Горіння й окиснення речовин у повітрі .....	136
Горіння речовин у повітрі .....	136
Повільне окиснення .....	138
Вибух .....	138
Умови виникнення та перебігу реакції горіння .....	139
Гасіння полум'я .....	141
§ 20. Застосування кисню. Проблема чистого повітря .....	143
Застосування кисню .....	143
Проблема чистого повітря .....	145
§ 21. Колообіг Оксигену в природі .....	145
Поняття про колообіг хімічних елементів .....	145
Зв'язування атомів Оксигену в інші сполуки .....	146
Утворення кисню .....	147
 <b>Тема III. Вода</b>	
§ 22. Вода .....	150
Вода — найважливіша речовина на Землі .....	150
Фізичні властивості води .....	151
Вода в природі .....	152
§ 23. Розчини. Кількісний склад розчинів .....	154
Поняття про розчини .....	154
Масова частка розчиненої речовини .....	155
Лабораторний дослід № 4 .....	157
§ 24. Взаємодія води з оксидами .....	160
Поняття про кислоти й основи .....	160
Кислотні оксиди .....	160
Оснóвні оксиди .....	161
Виявлення кислот і основ у розчинах .....	162
Лабораторний дослід № 5 .....	163
§ 25. Проблема чистої води .....	164
Проблема чистої води .....	164
Джерела забруднення води .....	165
Охорона водойм від забруднення .....	166
Очищення води .....	166

## Додатки

Фізичні властивості деяких речовин .....	170
Шкала твердості речовин Ф. Мооса.....	172
Традиційні (тривіальні) назви деяких речовин та їхні хімічні формули .....	173
Хімічні рекорди .....	174
Видатні хіміки України та їхній внесок у розвиток науки.....	175
Посилання в Інтернет на цікаві хімічні ресурси .....	178
Словник термінів.....	179
Алфавітний покажчик .....	183
Відповіді на розрахункові задачі.....	185

## Відомості про користування підручником

№ з/п	Прізвище та ім'я учня / учениці	Навчальний рік	Стан підручника	
			на початку року	в кінці року
1				
2				
3				
4				
5				

Навчальне видання

*ГРИГОРОВИЧ Олексій Владиславович*

### ХІМІЯ

**Підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів**

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Редактор *Мишиньова Т. М.*  
Технічний редактор *Труфен В. В.*  
Коректор *Кривко А. І.*

Ш470023У. Підписано до друку 15.09.2015.  
Формат 70×90/16. Гарнітура Шкільна. Ум. друк. арк. 14. Обл.-вид. арк. 16,8.  
Наклад 21977.

ТОВ Видавництво «Ранок».  
Свідоцтво ДК № 3322 від 26.11.2008. 61071 Харків, вул. Кібальчича, 27, к. 135.  
Для листів: 61045 Харків, а/с 3355. E-mail: office@ranok.com.ua  
Тел. (057) 719-48-65, тел./факс (057) 719-58-67.  
З питань реалізації: (057) 727-70-80, 727-70-77. E-mail: commerce@ranok.com.ua

[www.ranok.com.ua](http://www.ranok.com.ua)

[www.e-ranok.com.ua](http://www.e-ranok.com.ua)