

О. Г. Ярошенко

ХІМІЯ

7



УДК 54(075.3)
ББК 24я721
Я77

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(лист МОН України № 1/11-5792 від 30.07.2007 р.)*

Ярошенко О. Г.

Я77 Хімія: Підруч. для 7-го кл. — К.: Станіца-Київ, 2007. — 112 с.: іл.
ISBN 978-966-7039-15-8

Цим підручником розпочинається систематичне вивчення хімії в основній школі з дванадцятирічним терміном навчанням на базі пропедевтичних знань про тіла, речовини, фізичні та хімічні явища, що вже одержали учні, вивчаючи природознавство. Об'єм і зміст матеріалу ретельно продумані й логічно розкриті, текст перемежований цікавими прикладами, різноманітними та доступними для виконання семикласниками дослідями.

ББК 24я721

ISBN 978-966-7039-15-8

© Ольга Ярошенко, 2007
© Художнє оформлення. Т.о.в. «Станіца-Київ», 2007
© Т.о.в. «Станіца-Київ», 2007

ЗМІСТ

Від автора	5
------------------	---

ВСТУП

§ 1. Хімія — природнича наука. Короткі відомості з історії хімії	8
§ 2. Правила поведінки учнів у хімічному кабінеті. Ознайомлення з обладнанням кабінету хімії та лабораторним посудом	14
§ 3. Прийоми поводження з лабораторним посудом, штативом і нагрівними приладами; будова полум'я <i>Практична робота 1</i>	19

ТЕМА 1

Початкові хімічні поняття

§ 4. Речовини, їх фізичні властивості. Чисті речовини і суміші	24
§ 5. Атоми. Хімічні елементи, їхні назви і символи	28
§ 6. Атомна одиниця маси. Відносна атомна маса хімічних елементів	32
§ 7. Молекули та йони	35
§ 8. Якісний та кількісний склад речовин. Хімічна формула і відносна молекулярна маса речовини	38
§ 9. Прості речовини. Метали та неметали	42
§ 10. Різноманітність речовин. Складні речовини	46
§ 11. Валентність, визначення валентності за формулами бінарних сполук	49

§ 12. Складання формул бінарних сполук за валентністю. Обчислення за хімічною формулою	53
§ 13. Фізичні та хімічні явища	58
§ 14. Дослідження фізичних і хімічних явищ <i>Практична робота 2</i>	61
§ 15. Закон як форма наукових знань. Закон збереження маси речовин	63
§ 16. Хімічні рівняння	67

ТЕМА 2

Прості речовини метали і неметали

§ 17. Оксиген. Кисень. Фізичні властивості та поширеність в природі	72
§ 18. Добування кисню в лабораторії. Реакція розкладу. Поняття про каталізатор	76
§ 19. Хімічні властивості кисню. Реакція сполучення	79
§ 20. Окиснення, горіння. Умови виникнення і припинення горіння	83
§ 21. Добування кисню з калій перманганату KMnO_4 <i>Практична робота 3</i>	86
§ 22. Найважливіші оксиди	89
§ 23. Застосування кисню, його біологічна роль. Колообіг Оксигену	92
§ 24. Ферум та залізо. Властивості, поширення та застосування заліза	96
Узагальнення	102
Періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва	104
Основоположники хімічної науки	106
Показчик термінів і понять	110

ВІД АВТОРА

Дорогі семикласники!

Завдяки вивченню природознавства, ви здобули початкові знання про речовини та хімічні явища і вже маєте уявлення про існування «хімічної азбуки». Але щоб зрости високоосвіченою особистістю з науковим світоглядом, цього не достатньо. Ось чому у вашому розкладі занять з'явився новий навчальний предмет — хімія. На уроках хімії ви станете вивчати цю дуже цікаву й важливу природничу науку, без надбань якої сьогодні неможливо уявити життя та побут людини.

Які бувають речовини, що між ними спільного та відмінного, чим вони корисні, а чим небезпечні, якими можуть бути наслідки недбалого поводження з речовинами — про все це та багато іншого ви дізнаєтеся на уроках хімії. А відтак, завдяки хімічним знанням, навчитеся безпечно поводитися з речовинами, з користю для себе використовувати їх та не допускати негативного впливу хімічних явищ на біосферу.

У 7-му класі цей підручник стане вашою основною навчальною книгою з хімії. У роботі з ним вам допоможуть знання про природу, набуті на уроках природознавства. Тому в багатьох параграфах підручника присутня рубрика **«Пригадайте з природознавства»**.

Відразу після кожного параграфа ви знайдете рубрику **«Підведемо підсумки»**, у якій кількома реченнями чітко та стисло відображено головний зміст параграфа, наведено визначення понять і формулювання законів.

Перш ніж хімічні знання потрапили на сторінки книг і зокрема цього підручника, учені провели безліч дослідів. Ви також матимете змогу проводити досліді самостійно та зможете переконатися, що пізнавати хімію не тільки дуже цікаво, а й посилено для кожного. Вказівки до виконання дослідів шукайте у відомій вам з природознавства рубриці **«Сторінка природодослідника»**.

Знання про природу, як і сама природа, безмежні. Тож аби ви мали змогу глибше проникнути у світ хімічних явищ та по-справжньому захопитися вивченням хімії, підручник містить рубрику **«Сторінка ерудита»**. Читайте її, і вже незабаром ви приєднаєтесь до тих, кого вважають ерудитами за їхні глибокі та різнобічні знання з предмета.

Успіх кожного з вас у засвоєнні хімічних знань значною мірою залежатиме від самостійного виконання завдань та вправ рубрики

«Переконайтеся у засвоєнні знань». Вона містить запитання, які дозволяють здійснювати перевірку знань в усній формі, а також завдання, виконання яких потребує практичного застосування теоретичних знань. Серед них є завдання, позначені зірочкою. Це творчі завдання, що вимагають умінь аналізувати властивості речовин, передбачати наслідки різних впливів на речовини та розуміти хімічні явища, висловлювати власні судження та нестандартно підходити до розв'язування задач. Перш ніж приступити до виконання завдань цієї рубрики, слід вдумливо прочитати текст параграфа та рубрику **«Підведемо підсумки»**, у разі потреби пригадати матеріал попередніх уроків хімії, а також вивчене на уроках з інших предметів.

На форзацах підручника розміщені **портрети видатних учених**, а в розділі **«Основоположники хімічної науки»** міститься інформація про їхній внесок у розвиток хімії. Як бачите, науку хімію творять реальні люди, і перед кожним із вас також відкриті дороги до її подальшого розвитку.

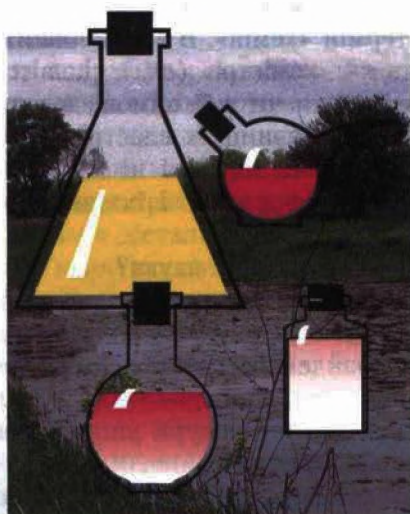
Малюнки, таблиці та схеми, яких чимало в цьому підручнику, зроблять наочним вивчення матеріалу.

Завершується підручник **«Показчиком термінів і понять»**.

Бажаю вам не лише долучитись до пізнання храму науки хімії, а й до подальшого його творення!

Автор

ВСТУП



H



S



O



H



Fe



C



S



§ 1. Хімія — природнича наука.

Короткі відомості з історії хімії



**Пригадайте
з природо-
знавства**

- Що називають речовиною
- Які явища природи ви знаєте
- Які природничі науки вам відомі

В усі часи свого існування людина вивчала природу. Спочатку це було спостереження за явищами та тілами. З часом вона вдалася до такого методу дослідження природи, як порівняння, а з винайденням пристроїв, машин та механізмів навчилася глибоко проникати в найпотаємніші її куточки. Сьогодні вивченням природи займається багато наук, а серед них такі як біологія, географія, фізика й, безперечно, хімія.

Звідки походить її назва? З цього питання в учених і досі немає спільної думки. Одні схильні вважати, що вона походить від старогрецького слова хюма — «виплавлення, лиття» металу. Інші — від слова хемі або кемі, що на мові, якою розмовляло населення

Древнього Єгипту, означало «чорний, таємний». Хеме — це також назва Єгипту доарабських часів. До речі, у нашій державі тривалий час (до 30-х років XX ст.) живився термін «хемія». В англomовних країнах і дотепер вимова цього слова звучить як «кeмістрі» (англ. chemistry).

Але справа не в назві науки чи в її вимові, а в тому, що ця наука досліджує. Хімія — наука про речовини, їх властивості та перетворення.

Перетворення одних речовин на інші ні на мить не припиняються в організмі людини, тварини чи рослини. І їх також досліджують учені-хіміки.

Постає питання: коли з'явилася ця наука?

Як і будь-яка наука, хімія мала досить тривалий період накопичення фактів, розрізнених відомостей, поодиноких відкриттів. Серед них без перебільшення слід назвати винайдення способів отримувати вогонь, запобігати псуванню продуктів харчування, а згодом — виготовляти зброю та посуд. Уже за часів Київської Русі наші пращури виплавили та обробляли метали, виготовляли скло, фарби, тканини.

Археологічні розкопки довели, що в IV–III тисячолітті до н. е. люди застосовували сім металів — золото, срібло, мідь, залізо, олово, свинець і ртуть. Відомо, що окремі періоди розвитку людства дістали назви «кам'яний», «золотий», «бронзовий» (таку назву має сплавлена суміш міді й олова), «залізний» віки за відповідною назвою основних матеріалів, які застосовувалися для виготовлення зброї та знарядь праці. Ще в давнину люди займалися хімічним виробництвом (звичайно, не в сучасному розумінні цього слова). Їх цікавило тільки практичне використання речовин чи хімічних явищ, але вони не ставили за мету вивчення будови та властивостей речовин.

Хімічне виробництво також існувало на території Давньої Греції, Месопотамії, Індії та Китаю.

З приборканням вогню в людей з'явилася можливість не лише готувати їжу, а й виготовляти скляний, керамічний, порцеляновий посуд та інші речі

домашнього вжитку, парфуми та зброю, фарбувати тканини, бальзамувати тіла померлих тощо. А це призвело до активного вивчення речовин та їх властивостей.

Першими, хто почали записувати спостереження за речовинами, їх властивостями, були древні греки. Протягом тисячоліть відбувалося накопичення хімічних знань людини. Помітним у їх формуванні був період панування **алхімії**. Досі не встановлене точне походження цього терміну. Проте, починаючи з III ст. н. е., він на кілька віків міцно увійшов у життя. Алхіміками називали людей, які шукали способи перетворення звичайних металів, наприклад, олова в золото. Головна ж мета алхімії полягала в тому, щоб знайти філософський камінь, чудодійний «еліксир життя», за допомогою якого можна було б лікувати хворих, надовго зберігати молодість і красу, дарувати людині безсмертя і силу.

Уже в III–VI ст. н. е. в Єгипті жреці, яких можна назвати представниками перших учених-хіміків, володіли секретами бальзамування тіл, виготовлення фарб, які лишилися для нас загадкою, займалися пошуком способів перетворення неблагородних металів у золото. Відомо, що в бібліотеці єгипетського міста Александрії, одному із семи чудес світу, зберігалися манускрипти з описом процесів прожарювання, перегонки, фільтрування тощо. Були там і рукописи, які велися на «алхімічній» мові, оскільки алхіміки прагнули зберегти свої таємниці.

Приблизно в VII ст. н. е. араби перейняли надбання й прийоми роботи єгипетських жреців та збагатили алхімію новими знаннями. Центр алхімії перемістився до арабів. Саме араби додали до слова *хемі* префікс *ал*. Таким чином, *алхімія* — це середньовічна назва хімії. Вона означала мистецтво видобування і переробки різних речовин для практичних потреб.

У Західній Європі алхімія дістала розвиток лише в XIII ст. У містах та при монастирях почали з'являтися численні лабораторії.

Слід зазначити, що на Русі це явище поширення не мало, хоча праці алхіміків були відомі й навіть перекладалися на церковнослов'янську мову.

На відміну від давньогрецьких філософів, котрі лише спостерігали світ, а пояснення будували на припущеннях та розмірковуваннях, алхіміки діяли, експериментували. Вони зробили чимало відкриттів, винайшли способи очищення речовин, створили різні прилади та лабораторний посуд, придатний для проведення хімічних дослідів. Незаперечним є той факт, що своїм виникненням хімія як наука, завдячує саме алхімікам. Вони також дали поштовх розвитку виробництва ліків. Парацельс, засновник медицини, прямо вказував, що мета хімії полягає не у виготовленні золота і срібла, а у виготовленні ліків.

Обидва головні бажання алхіміків — утворення золота з недорогоцінних металів та пошук філософського каменю — виявилися нездійсненими. Серед дослідників були, звичайно, і ті, що переслідували не наукові цілі, а просто прагнули багатства чи ставили за мету залякати людей незрозумілими



Мал. 1.
Лабораторія алхіміка

хімічними явищами та їх наслідками. Однак слід віддати належне алхімікам за те, що вони зберегли надбання греків, виготовили чимало лабораторних приладів, принципи дії яких використовуються й зараз.

Остаточні знання про речовини набули достовірного, наукового характеру у XVIII ст. Пов'язано це з діяльністю таких всесвітньо відомих учених, як Дж. Дальтон, Р. Бойль, А. Лавуазьє, М. Ломоносов та інших.

Як відомо, спочатку людина використовувала натуральні матеріали (камінь, дерево), а із часом сама почала створювати потрібні їй речовини та матеріали. Нині вражаючою є кількість речовин, що виготовляються штучно. Тож наука хімія не лише вивчає речовини, що існують у природі, а й займається створенням нових, які називають *штучними* та *синтетичними*.

У повсякденному житті нас оточують різні *матеріали*, що є речовинами чи сумішами речовин, багато з яких створені людиною завдяки хімічним знанням задля практичного використання. На малюнку 2 зображено добре відомі речі повсякденного вжитку, виготовлені з матеріалів, яких не існує в природі. Якщо припинити їх виробництво, ми позбудемося багатьох предметів, без яких уже не уявляємо свого побуту.



Підведемо підсумки

- Хімія — одна з природничих наук, що вивчає склад, будову, властивості речовин та їх перетворення.
- Термін «алхімія» закріпився за відповідним етапом розвитку хімії.
- Усі тіла живої й неживої природи складаються з речовин. Речовин, створених людиною, значно більше, ніж природних.



Мал. 2. Добре відомі речі повсякденного вжитку

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Спробуємо й ми на уроці здійснити дослідження властивостей деяких речовин.

Дослід 1. Властивість натрій гідрокарбонату (питної соди) та розчину оцтової кислоти (оцту) взаємодіяти між собою з утворенням нових речовин.

Проведемо дослід із содою та оцтом, але по-іншому, ніж у 5 класі, виявимо утворення вуглекислого газу, скориставшись для цього вапняною водою.



Пригадайте з природознавства

- Що називають явищами, які бувають явища
- Яке явище ви спостерігали при додаванні оцту до питної соди
- Підтримує чи не підтримує горіння вуглекислий газ
- Як за допомогою сірників можна виявити наявність вуглекислого газу

Для його проведення знадобляться:

речовини – питна сода (натрій гідрокарбонат), розчин оцтової кислоти (оцет), вапняна вода (водний розчин кальцій гідроксиду);

прилади та матеріали – пробірка, гумова пробка з газовідводною трубкою, хімічний стакан, сірники.

У хімічний стакан наллємо прозору вапняну воду. Питну соду помістимо на денце пробірки, додамо оцту й відразу отвір пробірки закриємо пробкою з газовідводною трубкою, кінець якої спрямуємо в стакан з вапняною водою. Будемо спостерігати за змінами, що відбуваються в пробірці та хімічному стакані. Про що вони свідчать?

Дослід 2. Утворення амоній хлориду («дим без вогню»).

Уважно поспостерігайте, що станеться після того, як ваш учитель з'єднає отвори двох на вигляд нічим не заповнених, але злегка зволжених пробірок. Ви здивовані побаченим?

Na

H

S

Cl

O

Cu

C

Fe

Але тут немає нічого дивного. Просто, знаючи властивість амоніаку та хлоридної кислоти взаємодіяти між собою з утворенням речовини амоній хлориду, ваш учитель скористався цим, щоб одержати нову речовину, тверді частинки якої імітували появу «димув».

Яке явище — фізичне чи хімічне — відбулося?

Домашній експеримент. Над каструлею, у якій варять суп, чи над чайником, у якому кип'ять воду, теж з'являється «димок». Запропонуйте спосіб, як дізнатися, що це за речовина. Перевірте своє передбачення і зробіть висновок, яке явище відбулося.

Одержані результати занотуйте в робочому зошиті.

Дослід 3. Зміна забарвлення індикаторів у різному середовищі.

В одному хімічному стакані приготуємо розчин питної соди у воді, а в іншому — лимонної кислоти у воді (його можна приготувати з води і свіжовичавленого соку лимона). В обидва стакани додамо по кілька крапель речовин лакмусу чи метилового оранжевого. Їх ще називають індикаторами, тобто показниками наявності в розчинах певних речовин.

Спостерігайте за змінами, що відбуваються в кожному із стаканів. Зробіть висновки, однакові чи різні властивості проявили питна сода і лимонна кислота у цьому досліді.

Домашній експеримент. (Аналогічно до проведених дослідів) проведіть дослідження здатності:

- а) кухонної солі (натрій хлориду) взаємодіяти з оцтом;
- б) крейди (кальцій карбонату) взаємодіяти з оцтом.

Увага! Досліди виконуйте в прозорому посуді. Твердих речовин слід брати по півчайної ложки, а оцту — столову ложку. У разі утворення газоподібної речовини перевірте, що це за речовина — кисень чи вуглекислий газ. З'ясовані властивості речовин опишіть у робочому зошиті.

Na

H

S

Cl

O

Cu

C

Fe

СТОРІНКА ЕРУДИТА



Пам'ятки культури (Софійський собор, Києво-Печерська лавра), археологічні знахідки (монети, посуд, жіночі прикраси з дорогоцінних металів, скла, емалі), набальзамовані мощі, що зберігаються в Києво-Печерській лаврі, староруські літературні твори часів Київської Русі — усе це є свідченням того, що вже в ті часи на нашій території успішно розвивалось ремесло, використовувалися за призначенням руди, мінерали та різні матеріали.

Щоб їх обробляти, а також виготовляти з них різноманітні предмети, ремісникам необхідно було володіти певними фізичними та хімічними знаннями практичного значення, конструювати горни, тиглі, виливниці тощо. І дійсно, на території Київської Русі при розкопках знайдено цьому підтвердження.

На особливу увагу заслуговує висока техніка написання ікон у часи Київської Русі. Те, що фарби не зруйнувалися упродовж століть, доводить: іконописці знали про виготовленні фарб, фарбуванні тканин.

Закономірно сказати, що в Київській Русі хімічні знання, пов'язані з добуванням та використанням речовин, набули помітного розвитку. Прикро, але практичний досвід наших предків дотепер майже не зберігся (за винятком рецептурних описів використання лікарських трав та мистецтва написання ікон).



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Що вивчає хімія?
2. Коротко схарактеризуйте виникнення та етапи становлення науки хімії.
3. Наведіть приклади природних і штучних речовин, а також тіл, виготовлених з них.
4. Чому хімію, як і фізику та біологію, називають природничою наукою?
- 5*. На яких властивостях речовин базується їхнє використання в наведених прикладах:
 - а) додавання в тісто питної соди;
 - б) побілка приміщень сумішшю крейди та води;
 - в) усунення накипу зі стінок чайника розчином лимонної кислоти?
 - г) шліфування до блиску металевого виробу?Які явища — фізичні чи хімічні — відбуваються в кожному з наведених прикладів?

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



**Пригадайте
з природо-
знавства**

- Органи чуття людини
- Методи дослідження природи
- Агрегатні стани речовини
- Яким посудом та якими приладами ви користувалися на уроках природознавства, вивчаючи речовини



Мал. 3.

Правильне нагрівання речовини в пробірці



Мал. 4.

Правильне виявлення запаху речовини

Ви цілком усвідомлюєте, наскільки важливо дотримуватися певних правил безпеки в повсякденному житті. Узяти хоча б для прикладу правила дорожнього руху, правила поведінки на воді, правила поводження з газом, гарячою праскою тощо. Існують свої правила поведінки і в хімічному кабінеті з речовинами, нагрівними приладами тощо. З'ясуємо, що це за правила та чим вони зумовлені.

1. Ретельно виконуй рекомендації і поради, зазначені в підручнику та усно повідомлені вчителем. У разі виникнення непередбачених ситуацій чи нещасного випадку, звернися за допомогою до вчителя або лаборанта.

2. Не наражай на небезпеку себе і тих, хто перебуває з тобою поруч. Мається на увазі суворе дотримання правил безпеки при нагріванні, випаровуванні речовин, перенесенні речовин з однієї посудини в іншу тощо.

3. Обережно поведься з вогнем. Пам'ятай, що гаряча пробірка на вигляд абсолютно однакова з холодною! При нагріванні користуйся тримачем. Спочатку пробірку прогрій по всій довжині. Як правильно проводити подальше нагрівання, показано на малюнку 3. Для припинення горіння спиртівку чи сухий спирт накрій щільним ковпачком і не знімай його до повного охолодження.

4. Дотримуйся чистоти й порядку на робочому місці. Стеж за тим, щоб речовини не потрапляли на руки, одяг, стіл, підлогу. Якщо попадання речовин все ж таки сталося, спокійно, але негайно змий чи збери їх. Пробки й кришки від банок з речовинами клади на стіл догори дном. На час виконання дослідів зошит, підручник та щоденник краще покласти в портфель.

5. Працюй з мінімальними кількостями речовин. Це зробить безпечним виконання тобою дослідів, захистить зовнішнє середовище від забруднення. Якою має бути мінімальна кількість речовин, дізнавайся з опису досліду в підручнику чи з усної рекомендації вчителя. Якщо рідини чи твердої речовини взято більше ніж треба, ні в якому разі не відливай та не відсипай її назад у посудину.

6. Виявляючи запах речовин, не нахиляйся над пробіркою, а легким порухом руки спрямуй потік повітря до себе (мал. 4).

7. Ні в якому разі не пробуй речовини на смак.

8. Після проведення дослідів приведи своє робоче місце в належний стан. Помий хімічний посуд, яким користувався. Здай обладнання та речовини лаборанту. Обов'язково вимий руки. Дистань робочий зошит і зроби в ньому необхідні записи про результати спостереження та отримані висновки.

9. Зважай на попереджувальні знаки. У хімічній лабораторії — навіть шкільній, не кажучи вже про наукові, — зібрано багато небезпечних речовин. Серед них є легкозайmistі, вибухонебезпечні, такі, що можуть спричинити опіки, зіпсувати одяг, викликати отруєння при вдиханні парів чи попаданні в органи травлення. Посудини з цими речовинами промарковують попереджувальними знаками: «Небезпечно», «Вогнебезпечно», «Отруйна речовина», «Отруйний газ» тощо (мал. 5). З такими речовинами слід бути особливо обережними як у лабораторіях, так і на виробництві.

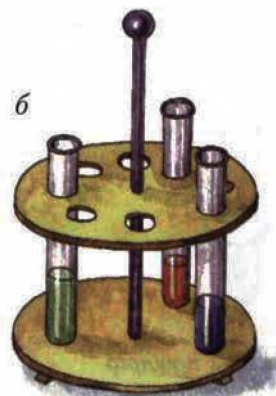
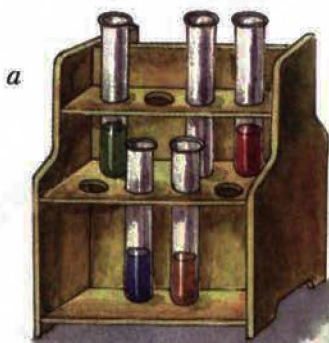
Обладнання шкільного кабінету хімії.

Шкільний кабінет хімії має допоміжне приміщення — лаборантську кімнату. У ній зберігають наочність, прилади та речовини, необхідні для проведення хімічних дослідів, різноманітний посуд тощо.

Лабораторний посуд та правила роботи з ним.

Як ви вже знаєте з природознавства, для виконання дослідів виготовляють спеціальний лабораторний посуд. На уроках хімії найчастіше користуються посудом, виготовленим зі скла, що витримує нагрівання.

Пробірки мають форму вузького циліндра з округлим дном. Тому вставляють їх у спеціальні штативи (мал. 6). Пробірки зазвичай виготовляють місткістю 20 мл.



Мал. 6. Штативи з пробірками: а — прямокутної форми; б — округлої форми.

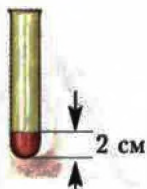


Мал. 5.

Попереджувальні знаки:

- а — небезпечно;
- б — вогнебезпечно;
- в — отруйна речовина;
- г — отруйний газ

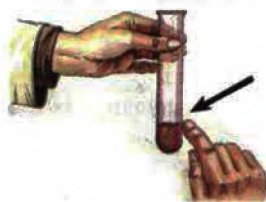
Основні правила роботи з пробірками



Мал. 7. Рівень рідини в пробірці не повинен перевищувати 2 см



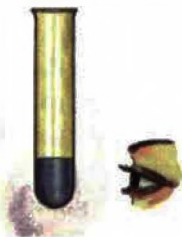
Мал. 8. Правильно тримати пробірку слід у верхній її частині



Мал. 9. Змішування рідини в пробірці



Мал. 10. Змішування в пробірці рідкої речовини з твердою скляною паличкою



Мал. 11. Спостерігати за змінами в пробірці треба збоку



Мал. 12. Закріплення пробірки у тримачі

Правило перше. Наливати рідину в пробірку треба по її стінці, тримаючи пробірку під невеликим кутом. Від дна пробірки рідина не повинна підніматися вище за 2 см (мал. 7).

Правило друге. Тримати пробірку слід у верхній її частині, аби бачити все, що в ній відбувається (мал. 8).

Правило третє. Змішувати рідини в пробірці необхідно, злегка постукуючи по ній пальцем (мал. 9) або легко струшуючи її під кутом близько 60 градусів. Ні в якому разі не можна струшувати пробірку, закриваючи її пальцем.

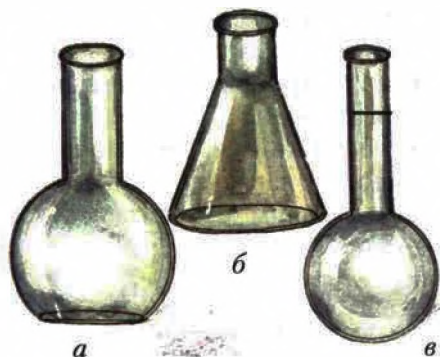
Правило четверте. Змішувати в пробірці рідку речовину з твердою треба за допомогою скляної палички, тримаючи пробірку при цьому вертикально. Коли проводять хімічну реакцію між твердою і рідкою речовиною, першою в пробірку поміщають тверду речовину (мал. 10).

Правило п'яте. Спостерігати за змінами, що відбуваються в пробірці, у будь-якому випадку треба збоку, не заглядаючи в неї ні в якому разі (мал. 11).

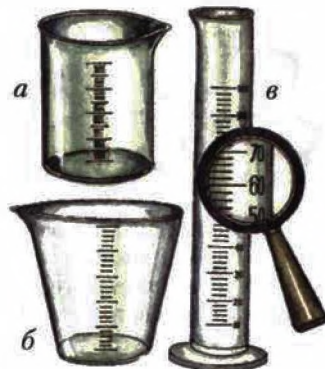
Правило шосте. Для проведення нагрівання речовин у пробірці її слід закріплювати в тримачі для пробірок. Отвір пробірки завжди необхідно спрямовувати вбік від себе та від інших учнів, щоб нікому не зашкодити в разі викидання речовин. Закріплення пробірок у тримачі показано на малюнку 12.

Спочатку треба рівномірно та по всій довжині прогріти пробірку, щоб вона не луснула під час нагрівання, і тільки після цього нагрівати її дно.

Правило сьоме (стосується також роботи з іншим хімічним посудом). Після кожного попередньо проведеного дослідження, щоб не зашкодити виконанню наступних, необхідно ретельно вимити пробірку.



Мал. 13. Хімічні колби:
а — плоскодонна;
б — конічна; в — круглодонна



Мал. 14. Мірний посуд: а — мірний стакан; б — мензурка; в — мірний циліндр

Хімічні колби (мал. 13) за формою бувають плоскодонні, круглодонні та конічні. Верхня їх частина звужена й закривається гумовою пробкою.

Колби мають різний об'єм — від кількох десятків мл до 1 л і більше. Вони призначені для зберігання розчинів речовин, проведення дослідів, у тому числі нагрівання. На колби нанесені позначки їх об'єму та рівня граничного наповнення.

Мірний посуд — це мірні циліндри, мірні стакани, мензурки. Мірний посуд (мал. 14) виготовляють зі скла чи прозорих пластмас з нанесенням поділок. Використовується мірний посуд для вимірювання об'єму речовини чи суміші речовин, зокрема розчинів. Для правильного визначення об'єму необхідно, щоб позначка верхнього рівня рідини в мірному посуді перебувала на одному рівні з очима, як показано на малюнку 15.

Хімічні стакани (мал. 16) — це скляні циліндричні посудини з плоским дном. Зазвичай вони бувають об'ємом від 50 мл до 500 мл. Використовуються, як правило, для приготування розчинів, демонстрації дослідів тощо.

Лійки, піпетки, палички для перемішування речовин у розчині також виготовляються зі скла (мал. 17).

Чашки і тиглі виготовляють з вогнетривкої порцеляни. Порівняно із скляним посудом, порцеляновий витримує більш високі температури. Тиглі нагрівають на відкритому вогні. Порцелянові ж чашки варто ставити на азбестову сітку.



Мал. 15.
Для правильного визначення об'єму позначка верхнього рівня рідини перебуває на одному рівні з очима



Мал. 16.
Хімічні стакани



Мал. 17.
Лійки, піпетки



Мал. 18. Порцеляновий посуд:

- а — чашка і тигель;
б — ступка з товкачем;
в — чашка для випарювання

Порцелянові ступки з товкачами використовують для подрібнення твердих речовин до порошкоподібного стану. Порцеляновий посуд зображено на малюнку 18.

Це далеко не повний перелік лабораторного посуду. У процесі навчання ви й далі будете знайомитися з різним хімічним посудом та його використанням.



Підведемо підсумки

- У своєму житті та діяльності людина дотримується певних правил і норм поведінки.
- Існують також правила поведінки в хімічному кабінеті, які необхідно знати та бездоганно виконувати.
- Для проведення дослідів користуються різноманітним лабораторним посудом: пробірками, колбами, мензурками, мірними стаканами, ступками тощо.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

Виробництво скла належить до дуже давніх виробництв. Відомо, що ще в IV ст. до н. е. в деяких країнах Сходу уміли виплавляти скло. Ім'я першовідкривача способу виготовлення скла невідоме, однак до наших днів дійшла легенда про те, як це сталося. Щоб вітер не загасив розведене на піщаному березі багаття, мореплавці обклали його шматками соди, а на ранок на його місці знайшли тверді блискучі краплі. У правдоподібність цієї історії можна вірити. Адже й понині скло виготовляють сплавленням піску, вапняку й соди. Додаючи при сплавленні домішки інших речовин, отримують різнокольорове, термостійке, оптичне скло тощо.

Зовні скло однорідне, тверде, доволі крихке і при нагріванні, перш ніж розплавитися, поступово розм'якшується. Ця остання його властивість використовується у виробництві скляного лабораторного посуду та інших виробів.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Яке основне обладнання хімічного кабінету ви знаєте?
2. Назвіть види лабораторного посуду. Наведіть приклади застосування конкретного лабораторного посуду.
3. Сформулюйте правила поведінки в хімічному кабінеті.
4. Чому ступки і товкачі не виготовляють зі скла, а колби та пробірки — з порцеляни?

§ 3. Прийоми поводження з лабораторним посудом, штативом і нагрівними приладами; будова полум'я

Практична робота 1

Мета роботи полягає в тому, щоб кожний з вас вивчив складові частини лабораторного штатива та спиртівки, познайомився з будовою полум'я, навчився правильно й безпечно поводитися з ними.

Набуті уміння не раз знадобляться на уроках хімії, а знання про будову полум'я — у повсякденному житті.

1. Призначення та будова лабораторного штатива. Штатив призначений для закріплення хімічного посуду — колб, пробірок, порцелянових чашок тощо (мал. 19). Найчастіше його використовують, коли необхідно проводити тривале нагрівання речовин.

Лабораторний штатив складається з масивної чавунної підставки з отвором (1), у який під прямим кутом укручується чавунний стержень (2). Завдяки своїй масивності, підставка надає штативу стійкості. На стержень за допомогою муфт (3) прикріплюють лапки (4) або кільця (5).

Перш ніж закріплювати лапку або кільце, розгляньте муфту й навчіться нею користуватися! Зверніть увагу на наявність двох гвинтів: одним з них муфта прикріплюється до штатива, другим затискується лапка чи кільце. Ніколи не плутайте ці гвинти! Якщо ж ви ненароком їх переплутаєте, то при піднятті чи опусканні на певну висоту закріпленого у штативі посуду він випаде і розіб'ється!

На малюнку 20 і 21 показано проведення дослідів з використанням лабораторного штатива.

2. Збирання лабораторного штатива та робота з ним.

- Укрутіть стержень (2) у підставку (1) до упору. Він повинен бути з підставкою єдиним цілим.
- Надіньте муфту на стержень так, щоб лапку чи кільце підтримував не лише гвинт, а й муфта.
- Закріпіть у муфту лапку і потренуйтеся правильно здійснювати горизонтальне закріплення в ній пробірки. Пробірка закріплена правильно, якщо її можна без особливих зусиль повертати в лапці. Міцно



Мал. 19.
Лабораторний штатив



Мал. 20.
Використання штативу для збирання нескладних приладів



Мал. 21.
Пробірка в лапці штативу



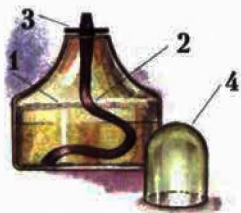
Мал. 22.
*Закріплення пробірки
у лапці штативу*

затиснута пробірка може луснути при закріпленні чи нагріванні. Правильним є закріплення пробірок, якщо лапка розташована неподалік від отвору (мал. 22).

- Закріплену в лапці пробірку потренуйтеся підняти вище та нижче місця її попереднього розташування.

- У другу муфту закріпіть кільце і потренуйтеся підняти його вище та нижче від місця попереднього розташування.

- Поставте на кільце фарфорову чашку або хімічний стакан. Перш ніж поставити стакан, покладіть на кільце азбестову сітку. Простежте, щоб кільце розташовувалося горизонтально до площини підставки лабораторного штатива. Тоді чашка чи стакан стоятимуть рівно.



Мал. 23.
Будова спиртівки

3. Спиртівка та прийоми роботи з нею.

Спиртівка (мал. 23) складається зі скляного резервуару (1), дві третини об'єму якого заповнюють спиртом, гнота (2), закріпленого в металевій трубці з диском (3), ковпачка (4).

Увага! Диск 3 повинен щільно прилягати до резервуару. У протилежному випадку може спалахнути спирт у резервуарі.

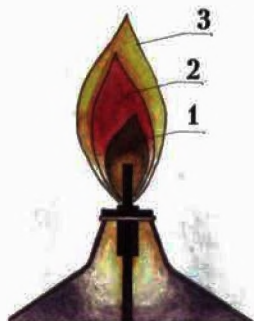
- Потренуйтеся запалити спиртівку. Для цього піднесіть збоку до гнота запалений сірник.

- Погасіть спиртівку, накривши полум'я ковпачком.

4. Будова полум'я.

- Ще раз запаліть спиртівку і придивіться до полум'я (мал. 24). Якщо ви будете уважні, то помітите, що воно має три зони. **Нижня частина** полум'я (1) **найтемніша**, **середня** (2) — **найяскравіша**, **верхня** (3) — **дещо тьмяніша**. Але зони різняться не лише за кольором, а й за температурою. Знизу вгору температура підвищується, тобто, найбільша температура в зоні 3, найменша — у зоні 1. Ці знання допомогатимуть вам досягати швидшого нагрівання речовин при виконанні дослідів.

- Переконайтеся в тому, що в різних зонах полум'я спиртівки температура різна. Для цього дерев'яну скіпку на певний час внесіть у полум'я спиртівки під кутом так, щоб вона перебувала у всіх його зонах.



Мал. 24.
Будова полум'я

Спостерігайте за її обвуглюванням. Чи отримали ви підтвердження, що в різних зонах полум'я має різну температуру?

- Проведіть нагрівання води в пробірці, дотримуючись раніше розглянутих правил та використовуючи тримач для пробірок.

Примітка. Замість спиртівки можна скористатись твердим паливом — *сухим спиртом*.



Підведемо підсумки

- Лабораторний штатив та спиртівка належать до обов'язкового обладнання шкільного кабінету хімії.
- Складові частини лабораторного штативу — це підставка, стержень, муфти, лапки та кільця.
- Спиртівка складається з резервуару, ґноту, пристосування для закріплення ґноту, ковпачка.
- Полум'я спиртівки в різних його частинах має різну температуру.
- Безпечне користування лабораторним штативом і спиртівкою вимагає знання та бездоганного виконання правил поведінки з ними.

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Завдання. Проведіть вдома спостереження за горінням свічки.

Для його виконання вам знадобляться: дві парафінові чи стеаринові свічки, сірники, півлітрова та літрова скляні банки.

Дія 1. Запаліть свічку та розгляньте її полум'я. Чи вдалося вам побачити в ньому, як і в полум'ї спиртівки, три зони?

Дія 2. Внесіть одночасно в нижню та верхню частину полум'я свічки по сірнику. Простежте, чи вони загорілися з інтервалом у часі. Зробіть висновок про температуру полум'я свічки в різних його частинах.

Дія 3. Запаліть дві приблизно однакового розміру свічки. Одну накрийте півлітровою банкою, другу — літровою. З'ясуйте, через скільки хвилин погасне кожна зі свічок. Котра з них горіла довше? Чим це пояснюється?



СТОРІНКА ЕРУДИТА

Сьогодні ми навіть не можемо уявити собі, як люди обходилися без нагрівальних приладів і процесу нагрівання. Вишукування способів добування вогню здійснювали ще первісні люди. Для цього вони використовували бруски деревини чи кістки тварин, енергійним тертям яких викликали полум'я, або ж викресували іскру ударами каменю об камінь. Проте самозаймання наставало не відразу. Зокрема, для самозаймання деревини потрібна температура не нижче 300°C . Доводилося витратити чимало зусиль і часу на добування вогню. Потрібне було і вміння, щоб добутий вогонь довго не згасав.

Нині, коли потрібно запалити спиртівку чи свічку, газову плиту чи багаття, ми просто беремо в руки запальничку чи сірники. Чирк — і вогонь спалахнув! Його поява також є наслідком тертя, проте не потребує зусиль. Винайдення та налагодження на рубежі XVIII–XIX ст. виробництва сірників було без перебільшення важливою подією і вагомим науковим досягненням. У виробництві сірників використовується не менше 10 речовин, які є різними у голові сірника та в намазці короба. Речовини підібрані таким чином, що при найменшому терті сірник спалахує.

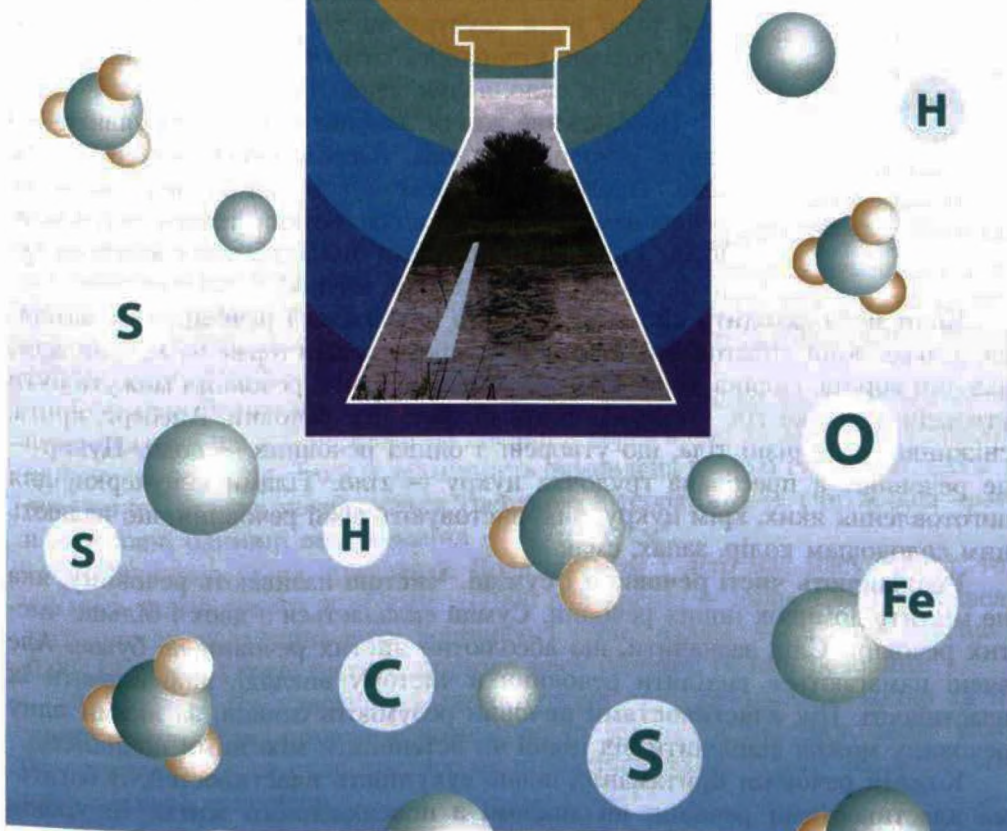


Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Як правильно закріпити пробірку та кільце в лапці штатива?
2. Якими мають бути ваші дії при роботі з лабораторним штативом, аби уникнути випадання кільця чи лапки, пробірки чи порцелянової чашки?
3. Чому необхідно стежити, щоб диск щільно прилягав до резервуару спиртівки?
4. Які знання про будову полум'я допоможуть вам правильно та швидко здійснювати нагрівання речовин?
- 5*. Поясни, які перетворення енергії відбуваються при добуванні вогню тертям.

ТЕМА 1

ПОЧАТКОВІ ХІМІЧНІ ПОНЯТТЯ



§ 4. Речовини, їх фізичні властивості.

Чисті речовини і суміші



**Пригадайте
з природо-
знавства**

- *Агрегатні стани речовини*
- *Які одиниці вимірювання маси, довжини, температури вам відомі*
- *На які сім кольорів розкладається сонячне світло, чому ми бачимо предмети різнокольоровими*
- *Що називають густиною*
- *Які явища називають електричними, а які — тепловими*

Природнича наука **хімія** вивчає речовини та їх перетворення.

Тіла, що нас оточують, складаються з речовин та їх сумішей. Вони реально існують незалежно від того, може людина їх виявити своїми органами чуттів чи ні.

Спочатку людина використовувала лише існуючі в природі речовини. З розвитком хімічної науки з'явилася можливість створювати речовини, які в природі не зустрічаються. Речовини, що використовуються у виготовленні чого-небудь (механізмів, машин, будівель, предметів домашнього вжитку тощо), дістали назву **матеріали**. Гума є матеріалом для виготовлення коліс велосипедів, автомобілів, тракторів, літаків, звукової та теплової ізоляції й багато чого іншого. До складу цього матеріалу ввійшли органічна речовина каучук та неорганічні речовини сажа й сірка. Добираючи певні кількості зазначених речовин, використовуючи різні види каучуку та дотримуючись необхідної температури, створюють сотні видів гуми. Матеріалами є також скло, чавун, сталь, бетон.

Повсякденне життя людини неможливо уявити без таких речовин, як вода, кисень, цукор, кухонна сіль, олія. Проте переважним чином ми користуємося не речовинами як такими, а предметами, тілами, виготовленими з них. Різні предмети оточують нас у класі, на вулиці, удома, у громадських місцях.

Коли мова заходить про тіла, то часто називають і речовину чи матеріал, з яких вони виготовлені. Наприклад, графітовий стержень, мідний дріт, чавунні ворота, скляна дійка. Вам відомо, що з однієї речовини можуть бути утворені декілька тіл. Отже, тіл існує більше, ніж речовин. Айсберг, крига, сніжинка — це різні тіла, що утворені з однієї речовини — води. Цукор — це речовина, а пресована грудочка цукру — тіло. Тілами є цукерки, для виготовлення яких, крім цукру, використовують різні речовини, що надають цим солодощам колір, запах, смак.

Розрізняють чисті речовини і суміші. Чистою називають речовину, яка не містить домішок інших речовин. Суміш складається з двох і більше чистих речовин. Слід зазначити, що абсолютно чистих речовин не буває. Але вчені намагаються виділяти речовини в чистому вигляді, щоб вивчати їх властивості. Під властивостями речовин розуміють ознаки, за якими одну речовину можна відрізнити від іншої чи встановити між ними подібність.

Кожній речовині притаманна певна сукупність властивостей. З багатьма властивостями речовин ви знайомі з повсякденного життя та уроків

природознавства. Це агрегатний стан, колір, запах, смак, прозорість, розчинність у воді. Виявити їх допомагають органи чуттів людини, зокрема нюх і зір, при безпосередньому спостереженні. Проте є такі властивості речовин, які виявляють тільки шляхом вимірювання за допомогою відповідних приладів.

Розрізняють **фізичні та хімічні властивості речовин**. До фізичних властивостей речовин належать агрегатний стан, колір, запах, твердість, міцність, густина, прозорість, електропровідність, теплопровідність, температури плавлення, кипіння, замерзання.

Агрегатний стан. Речовинам властиве перебування в трьох агрегатних станах: твердому, рідкому, газоподібному. Змінюючи температуру речовини, досягають зміни її агрегатного стану. Усім вам це добре відомо на прикладі води.

Температура плавлення. Кожна чиста речовина має певну температуру плавлення, тобто температуру переходу з твердого стану в рідкий. Ця температура залишається сталою, доки вся речовина не розплавиться.

Температура кипіння. Кожна чиста речовина має певну температуру переходу з рідкого стану в газоподібний, яка залишається сталою, доки вся речовина не випарується.

Колір, запах, смак. Речовини відрізняються за кольором. Так, цукор — білий, мідний купорос — голубий, графіт — сірий, золото — жовте, залізо — сріблясто-сіре, а вода, кисень та вуглекислий газ — безбарвні. Говорячи про запах, зауважимо, що одні речовини його мають, інші — ні. Наприклад, запах речовин, що з'являється в результаті псування харчових продуктів чи є складовою парфумів, досить насичений, і тому відчувається навіть у незначних кількостях. Переважна ж більшість речовин запаху не має. *Наведіть приклади таких речовин.* Орган смаку — язик — дозволяє виявляти таку властивість речовин як смак. Виявлення смаку в такий спосіб можливе лише на кухні. Але в жодному разі не можна вдаватися до цього при роботі в хімічній лабораторії!

Прозорість. Існують речовини та матеріали, що пропускають крізь себе всі кольорові промені білого світла. Це надає їм та деяким їх сумішам прозорості. Вода, скло, повітря чи тонкий лід прозорі, і крізь них можна бачити тіла та предмети. А от алюміній непрозорий. І виготовлені з нього тіла — фольга, дріт, посуд — теж непрозорі.

Густина. Речовини однакового об'єму мають різну масу. У цьому ви переконалися ще в 5-му класі на досліді з дерев'яною та залізною кульками однакових розмірів. Така їх відмінність зумовлена різною густиною заліза та деревини. Густина позначається грецькою літерою ρ — (читається «ро»), а її основні одиниці вимірювання — кг/м^3 , г/см^3 .

Розглянемо це на прикладах. Вода об'ємом 1 літр має масу 1000 г, тоді як маса заліза такого ж об'єму — 7900 г, а кисню — лише 1,43 г. У наведених прикладах густина води дорівнює 1 г/см^3 , заліза — $7,9 \text{ г/см}^3$, кисню — $0,00143 \text{ г/см}^3$. Отже, густина показує масу одиниці об'єму речовини.

Твердість. Ця властивість характеризує опір речовини різанню та подряпуванню. Так, сталевим ножом легко розрізати парафін, дещо важче грудку цукру. А от скло різанню не піддається, якщо тільки не скористатися алмазним склорізом.

Але тверді речовини не завжди бувають *міцними*. Наприклад, папір твердий, але паперовий аркуш легко зігнути, зруйнувати, пошматувати. Лист же фанери при таких діях виявиться значно міцнішим.

Електропровідність — це здатність речовин проводити електричний струм. Таку властивість мають зокрема залізо, мідь, алюміній, графіт, а також однорідні суміші деяких речовин, наприклад, кухонної солі і води.

Речовини, які добре проводять електричний струм, одночасно наділені такою властивістю як **теплопровідність**. Узимку за однакової температури залізні предмети на дотик видаються значно холоднішими, ніж дерев'яні. Пояснюється це тим, що залізо має високу теплопровідність. А відтак тепло швидко передається від руки в навколишній простір, створюючи відчуття холоду.

Усі відомі речовини добре вивчені та описані, а їхні характеристики внесені в довідники, довідникові таблиці, енциклопедії тощо. З окремими довідниковими таблицями ви будете працювати, виконуючи лабораторний дослід 2, наведений на сторінці природодослідника.

Більшість речовин перебуває в природі, а також використовується людиною у вигляді **сумішей**. Ви знаєте, що *природними* сумішами є повітря, молоко, мінеральна вода, мед, граніт. *Спеціально приготовлені суміші* — це чай, кава, маринад, парфуми, пігулки, фарби, будівельна суміш піску, цементу та води. Речовини в складі суміші називають **компонентами**. Компоненти суміші зберігають свої властивості, і це дозволяє здійснювати розділення сумішей. З відстоюванням, фільтруванням, випарюванням ви вже мали справу на уроках природознавства. Окрім цих способів, існують ще й інші, наприклад, *дистиляція*, що означає «стікання краплями». Цим способом найчастіше розділяють суміші рідин, якщо тільки вони відрізняються температурою кипіння. Речовина, що має нижчу температуру кипіння, при нагріванні першою переходить у газоподібний стан і залишає посудину. Її пару тут же піддають конденсації (перетворюють охолодженням на рідину).

Ще одна особливість сумішей — це їх довільний склад, а саме кількість компонентів та їх маса. Скільки б ми не брали та не перемішували грамів цукру і піску, у кожному випадку утвориться суміш цих речовин. Якщо до суміші цукру та піску додати залізні ошурки, це також буде суміш, але вже трьохкомпонентна.

Як вам відомо, однорідні суміші, у яких частинки компонентів розподілені рівномірно, називають **розчинами**. Найбільшого поширення набули розчини, де розчинником є вода. Здатність речовин розчинятися у воді — одна з їх властивостей, яка вивчається та використовується. На уроках хімії ви будете знайомитися та працювати з *таблицею розчинності різних речовин у воді*.

Хімічні властивості речовин характеризуються їх здатністю взаємодіяти з іншими речовинами, внаслідок чого змінюються склад і властивості речовин. Прикладом є досліди, котрі вчитель демонстрував вам на першому уроці хімії. Попереду на вас чекає вивчення хімічних властивостей багатьох речовин.

Виникає запитання: **навіщо потрібно знати властивості речовин?** Відповідь очевидна: щоб безпечно користуватися ними, запобігати небажаним змінам, з максимальною користю та віддачею використовувати речовини і матеріали, не завдаючи шкоди екосистемам.



Підведемо підсумки

- Властивості речовин — це ознаки, за якими одну речовину відрізняють від іншої або встановлюють подібність між речовинами. Розрізняють фізичні та хімічні властивості речовин.
- До фізичних властивостей речовин належать агрегатний стан, колір, запах, смак, твердість, міцність, густина, електропровідність, теплопровідність, температури плавлення, кипіння, замерзання.
- Знання властивостей речовин допомагає в їх видобуванні та застосуванні.
- Розрізняють чисті речовини і суміші. Склад сумішей довільний, речовини зберігають у них свої властивості і, за необхідності, можуть бути виділені в чистому вигляді.

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Лабораторний дослід. *Ознайомлення з фізичними властивостями речовин.*

Дія 1. Розгляньте речовини, видані вам для виконання дослідів.

Дія 2. За планом характеристики, наведеним у таблиці, опишіть властивості речовин.

ВЛАСТИВОСТІ	РЕЧОВИНИ					
Агрегатний стан						
Колір						
Запах						
Прозорість						
Інші властивості (температура плавлення, температура кипіння, густина тощо)						

Дія 3. Наведіть приклад суміші, компонентами якої виступають деякі з цих речовин, та запропонуйте спосіб її розділення.

Зробіть висновок, які з фізичних властивостей речовин та їхніх сумішей описують словами, а які виражають кількісно із застосуванням певних одиниць вимірювання.





Переконайтеся у засвоєнні знань

- З наведеного переліку випишіть окремо речовини, тіла та матеріали: ложка, чашка, залізо, скло, гума, сірка, мідь, мідний дріт.
- За якими властивостями ви безпомилково розпізнаєте: а) цукор і сіль; б) порошкоподібний графіт і залізо; в) воду й оцет; г) золото й алюміній?
- Установіть відповідність між чистими речовинами та сумішами:
 - а) чисті речовини
 1. Вуглекислий газ
 2. Водяна пара
 3. Морська вода
 4. Кисень
 5. Розчин кухонної солі
 6. Алюміній
 - б) суміші
- Що важче — 4 см^3 заліза чи 10 см^3 алюмінію, якщо густина алюмінію дорівнює $2,7 \text{ г/см}^3$, а густина заліза — $7,9 \text{ г/см}^3$?
- Наведіть якомога більше прикладів розділення сумішей конкретних речовин, що мають місце в повсякденному житті людини і зокрема в кулінарії.
- Чому дощова вода не солоня, хоча її найбільше утворюється внаслідок випаровування води морів та океанів?

§ 5. Атоми. Хімічні елементи, їхні назви і символи



Пригадайте з природознавства

- Що називають атомом і хімічним елементом
- Символи яких хімічних елементів ви вивчали
- Які існують види електричних зарядів, у чому полягає явище електризації тіл
- Які явища називають хімічними

Атом у перекладі на українську мову означає «неподільний». До кінця XIX ст. вчені вважали, що речовину можна багаторазово подрібнювати або піддавати взаємодії з іншими речовинами, але атоми при цьому залишатимуться без змін. Іншими словами, які б фізичні чи хімічні явища не відбувалися, вони не призводять до поділу атомів на ще менші часточки.

Чи це так насправді? Пригадайте електризацію та електричні явища, з якими ви познайомилися в 5-му класі на уроках природознавства. Виявляється, що атоми не такі вже й неподільні! На рубежі XIX–XX ст. ученим удалося з'ясувати, що атом має складну будову. Це відкриття здійснило революцію в природознавстві: атом стали розглядати як систему, що складається з **ядра та електронів**. До складу ядра входять **позитивно заряджені часточки — протони й незаряджені часточки — нейтрони**. Отже, за рахунок протонів **ядро атома є позитивно зарядженим**.

Негативно зарядженою складовою атома є простір навколо ядра, у якому перебувають електрони. До того ж електрони в ньому перебувають на різній відстані від ядра й безупинно рухаються.

Учені встановили, що кількість протонів у ядрі атома завжди дорівнює кількості електронів навколо нього. Тому позитивні та негативні заряди врівноважені й атом є електрично нейтральним.

Щоб краще зрозуміти будову атомів, розглянемо модель атома Карбону, що показана на малюнку 25. Слід зазначити, що моделювання як метод наукових досліджень використовують тоді, коли досліджувані об'єкти недоступні для безпосереднього сприймання.

На моделі зображено ядро атома Карбону, що містить 6 позитивно заряджених протонів та 6 незаряджених нейтронів (позначено різнокольоровими кульками в центрі моделі). У навколядерному просторі на моделі намальовано дві сфери — темнішу й світлішу, на яких у вигляді невеликих кульок зображено 6 електронів. Це означає, що в атомі Карбону на різних відстанях від ядра рухаються 6 електронів.

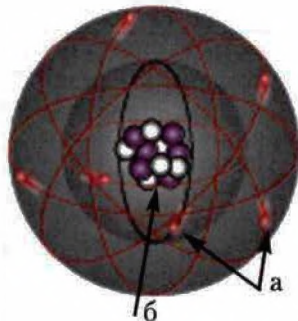
Спробуємо розглянуту модель будови атома Карбону зобразити схематично (мал. 26), усвідомлюючи її умовний характер.

Вид атомів з однаковим зарядом ядра в науці дістав назву **хімічного елемента**.

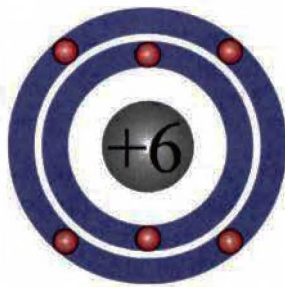
З окремими з них — Гідроґеном, Оксигеном, Нітроґеном, Карбоном, Силіцієм, Фосфором, Калієм, Алюмінієм, Ферумом — ви знайомі з природознавства. У таблиці 1 указані назви, символи та вимова тих хімічних елементів, з якими ви найчастіше будете мати справу на уроках хімії. Їх потрібно не лише вміти читати та вимовляти, але й знати назви та самостійно записувати. Це дозволить вам вільно володіти хімічною мовою. Про останні дві колонки таблиці 1 ви дізнаєтесь з § 6 та § 7.

У дійсності ж хімічних елементів набагато більше. Усі вони внесені до таблиці, що має назву «Періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва» (див. с. 104–105). У назві таблиці зазначено прізвище видатного російського хіміка, якому належать вагомні наукові відкриття, у тому числі й створення періодичної системи. На сьогодні в ній заповнено 115 клітинок, з них 83 — хімічними елементами, що зустрічаються в природі, решта — добутими штучно.

Позначення — символи хімічних елементів, якими користуються нині, з'явилися на початку XIX ст. Шведський учений Й. Берцеліус запропонував позначати хімічні елементи першою буквою їх латинської назви. Якщо назви двох чи більше елементів починаються з однакової букви, нею позначається той елемент, який було відкрито першим. Символи інших



Мал. 25.
Модель атома Карбону:
а — електрони,
б — ядро атома



Мал. 26.
Схема атома
Карбону

Таблиця 1.

Назва хімічного елемента	Хімічний символ	Вимова хімічного символу	Протонне число (порядковий номер)	Відносна атомна маса (округлено)
Гідроген	H	аш	1	1
Карбон	C	це	6	12
Нітроген	N	ен	7	14
Оксиген	O	о	8	16
Флуор	F	фтор	9	19
Натрій	Na	натрій	11	23
Магній	Mg	магній	12	24
Алюміній	Al	алюміній	13	27
Силіцій	Si	силіцій	14	28
Фосфор	P	ре	15	31
Сульфур	S	ес	16	32
Хлор	Cl	хлор	17	35,5
Калій	K	калій	19	39
Кальцій	Ca	кальцій	20	40
Ферум	Fe	ферум	26	56
Купрум	Cu	купрум	29	64
Цинк	Zn	цинк	30	65
Бром	Br	бром	35	80
Аргентум	Ag	аргентум	47	108
Барій	Ba	барій	56	137
Меркурій	Hg	гідрагірум	80	201

елементів складаються з перших двох букв їх назви. Наприклад, Карбон був першим з відкритих хімічних елементів, назва якого починалася з латинської «с». Тож він і отримав цю літеру як свій символ — Carbon (C). Згодом стали відомі елементи Купрум і Кальцій — Cuprum (Cu) і Calcium (Ca) відповідно. Якщо символ складається з двох літер, то читається повна назва хімічного елемента: Cu — «купрум».

Якщо ж символ позначається однією буквою, то здебільшого вимовляється її латинська назва: C — «це». Символи, як і власні назви, пишуть з великої літери. Користуючись символами, позначають склад речовин, відображають хімічні явища у письмовій формі. Завдяки цьому передається інформація про речовини та хімічні явища.

Для всіх, хто займається хімією, періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва має важливе значення. Користуючись нею, можна безпомилково описувати склад і будову атомів хімічних елементів, прогнозувати та порівнювати властивості їх сполук.

Звернімося до періодичної системи хімічних елементів. Подібно до малюнку 27, кожна комірка містить символ хімічного елемента, його назву і



Мал. 27. Комірка періодичної системи

порядковий номер хімічного елемента в періодичній системі або його протонне число, що вказує на кількість протонів та електронів в атомі. У комірці також вказана відносна атомна маса хімічного елемента, про яку ви дізнаєтесь у наступному параграфі. Що ж до кількості нейтронів, то вона не завжди співпадає з порядковим номером.

Користуючись періодичною системою хімічних елементів, потренуємося визначати кількість протонів та електронів в атомі. Знайдемо хімічний елемент Нітроген і з'ясуємо, що його порядковий номер — 7. Це означає, що атом Нітрогену містить 7 протонів і 7 електронів. Під порядковим номером 20 у періодичній системі розташований Кальцій. Це значить, що у складі ядра його атома 20 протонів, а в навколоядерному просторі міститься 20 електронів.



Підведемо підсумки

- Атоми — це електронейтральні частинки, що складаються з позитивно зарядженого ядра й негативно заряджених електронів.
- Хімічний елемент — це вид атомів з однаковим зарядом ядра. Атоми одного виду є атомами одного хімічного елемента.
- На письмі хімічний елемент має позначення у вигляді символу.
- Про склад і будову атомів можна довідатись з періодичної системи хімічних елементів Д. І. Менделєєва.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

У давнину цифра 7 вважалася магичною. Її співвідносили з кількістю відомих людині на той час великих небесних тіл: Сонця, Місяця, Меркурія, Венери, Марса, Юпітера, Сатурна. Кожне з них мало свій особливий знак.

Алхіміки вважали, що під впливом цих небесних тіл у надрах Землі зароджувалися метали, а саме: золото — під впливом Сонця, срібло — під впливом Місяця, ртуть — Меркурія, мідь — Венери, олово — Юпітера, залізо — Марса, свинець — Сатурна.

Тому знаки небесних тіл були застосовані для позначення відповідних їм металів. Ось ці символи:



Сонце (золото)



Венера (мідь)



Місяць (срібло)



Юпітер (олово)



Меркурій (ртуть)



Марс (залізо)



Сатурн (свинець)

Позначення золота і срібла співпадають з формою Сонця і Місяця, а решти металів — з атрибутами богів античної міфології: жезлом Меркурія, дзеркальцем Венери, тронем Сатурна, щитом і пікою Марса, косою Юпітера.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Що називають атомом, з чого складаються атоми?
2. Чому атоми є незарядженими частинками?
3. Потренуйтеся в написанні та вимові символів хімічних елементів з таблиці № 1. Постарайтеся якомога повніше їх вивчити.
4. Визначте кількість протонів та електронів у атомах таких хімічних елементів: Гідроген, Алюміній, Нітроген, Аурум.
5. Знайдіть у періодичній системі символи хімічних елементів, назви яких починаються з однієї й тієї ж букви. Запишіть декілька прикладів у зошит.
- 6*. Користуючись додатковою літературою, підготуйте повідомлення про історію відкриття одного з хімічних елементів.

§ 6. Атомна одиниця маси.

Відносна атомна маса хімічних елементів

Діаметр і маса атомів вражаюче малі. Наприклад, атом Карбону має діаметр 0,000 000 022 1 см і важить всього лише 0,000 000 000 000 000 000 019 93 г. Якщо 10 мільйонів таких атомів розташувати в один ряд, то він матиме довжину близько 1 мм.

Через надто малі масу та діаметр атомів украй незручно проводити математичні обчислення, без яких не обійтися при вивченні речовин. Крім цього, навіть для найчутливіших терезів лишається недоступним безпосереднє вимірювання маси одного атома. Щоб позбутися цих незручностей, англійський учений Джон Дальтон ще на початку XIX ст. запропонував обрати еталон порівняння маси атомів і застосувати його для порівняння мас атомів відомих на той час хімічних елементів. За такий еталон було прийнято масу найлегшого атома — атома Гідрогену.

Слід зазначити, що в природі існує здебільшого по декілька різновидностей атомів одного й того ж хімічного елемента. Що ж вони собою являють, яка між ними відмінність і чому їх не виокремлюють як нові хімічні елементи?

Уперше про існування різновидностей атомів одного й того ж хімічного елемента стало відомо в 30-і роки XX ст., коли вчені виявили в ядрі атомів незаряджені частинки — **нейтрони**. У Карбону таких різновидностей атомів дві. Одна — це атоми, ядро яких складається з 6 протонів і 6 нейтронів, друга — це атоми, ядро яких містить таку ж саму кількість протонів, тобто 6, але нейтронів у ній 7. Різниця в один нейтрон зумовлює більшу масу цієї різновидності атома Карбону. Проте заряд ядра атомів обох різновидностей +6, тобто однаковий. Отже, це — атоми одного хімічного елемента.

Зараз еталоном порівняння маси атомів служить $1/12$ частина маси легшої різновидності атома Карбону, тобто, 0,000 000 000 000 000 000 001 660 57 г.

Маса будь-якого атома, визначена на основі порівняння з цим еталоном, виражається вже не в грамах, а в умовних одиницях, що дістали назву **атомні одиниці маси** (скорочено — а. о. м.).

Маса атома, виражена в атомних одиницях маси, називається **відносною атомною масою**. Її позначають A_r — читається «а-ер». Буква А означає слово «атомна», буква г — перша буква латинського слова *relativus*, що в перекладі означає «відносний».

Відносна атомна маса елемента є безрозмірною величиною, оскільки вона встановлюється діленням *маси* даного атома (m_a) на $1/12$ маси атома Карбону:

$$A_r = \frac{m_a}{m_a(C)},$$

наприклад, $A_r(F) = \frac{0,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,031\,548\,1}{0,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,001\,660\,57} \approx 19$ (а. о.)

Виміряна з використанням атомної одиниці маси маса атома Гідрогену дорівнює 1 а. о. м., Карбону — 12 а. о. м., Оксигену — 16 а. о. м.

Як ви зрозуміли, на відміну від абсолютних мас атомів, що вимірюються у грамах і дорівнюють числам у 100 000 000 000 000 000 000 000 разів меншим за одиницю, маси атомів, що виражені в а. о. м., є цілими числами і з ними легко проводити обчислення.

Відтепер вам відомо, що масу атома можна виражати в одиницях маси — грамах (міліграмах, кілограмах) та в *атомних одиницях маси*. Тому ви можете зробити висновок, що маса атома в грамах — це його абсолютна маса, а маса атома в атомних одиницях маси — відносна, бо її *співвідносять* (порівнюють) з $1/12$ частиною маси атома Карбону.

Продовжимо знайомство з періодичною системою хімічних елементів Д. І. Менделєєва. Зверніть увагу, що в ній для кожного хімічного елемента крім порядкового номера зазначено ще одне число. Це не що інше, як відносна атомна маса елемента, проте вона має не ціле, а дробове значення. Справа в тому, що різновидності атомів одного й того ж хімічного елемента поширені в природі неоднаково. Зазвичай, одних більше, інших — менше. У періодичній системі вказують A_r не кожної різновидності атомів окремо, а середньоарифметичне значення їх природної суміші. Наприклад, у періодичній системі хімічних елементів Д. І. Менделєєва для хімічного елемента з порядковим номером 17 — Хлору — вказана відносна атомна маса 35,45. Вона відповідає природному вмісту двох різновидностей атомів Хлору — з відносною атомною масою 35 та 37. Судячи з її значення, у природі переважає легша різновидність атомів цього хімічного елемента з відносною атомною масою 35.

При проведенні математичних обчислень відносну атомну масу хімічних елементів, що зазначена в періодичній системі, округлюють до цілого числа. І лише для Хлору залишено значення 35,5.

Зважаючи на те, що масу атомів вимірюють переважно в атомних одиницях маси, а не в грамах, доволі часто в текстах слово «відносна» не використовується.



Підведемо підсумки

- Еталоном, тобто одиницею порівняння мас атомів всіх елементів, служить маса $1/12$ частини атома Карбону.
- Маса атома, виражена в атомних одиницях маси, називається відносною атомною масою та позначається A_r .
- A_r є величиною безрозмірною.
- Відносна атомна маса елемента — число, що показує, у скільки разів маса одного атома даного хімічного елемента більша за атомну одиницю маси.
- Абсолютна і відносна маси атома відрізняються величиною, проте пропорційні між собою: чим більша абсолютна маса атома, тим більша й відносна атомна маса.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

З часів впровадження атомної одиниці маси еталон її визначення двічі зазнавав змін. Спершу за пропозицією шведського хіміка Якоба Берцеліуса, за одиницю атомної маси замість маси атома Гідрогену було обрано $1/16$ маси атома Оксигену. Це мотивувалося тим, що сполук Оксигену значно більше, ніж Гідрогену. У 1961 р. фізики та хіміки прийшли до спільного рішення — за одиницю атомної маси обрати $1/12$ частину маси легшої різновидності атома Карбону.

З розвитком науки стало відомо, що майже кожен з поширених у природі хімічних елементів має по декілька різновидностей атомів, які ще прийнято називати **ізотопами**. Так, в Оксигену 3 ізотопи, у Карбону — 2. З'ясувалося, що 98,89% поширених у природі атомів Карбону містять у своєму ядрі по 6 нейтронів і лише 1,11% — по 7 нейтронів. Тому вибір було зроблено на користь більш поширеної різновидності. Нині атомна одиниця маси включена до переліку фундаментальних фізико-хімічних сталих.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Поясніть, що спільного та чим відрізняються поняття «абсолютна маса атома» та «відносна атомна маса».
2. Обчисліть абсолютну масу атома Гідрогену та атома Оксигену.
3. У таблиці 1 знайдіть по три елементи з найменшими та найбільшими відносними атомними масами.
4. Поясніть, чому в періодичній системі хімічних елементів відносні атомні маси елементів виражені дробовими числами.
- 5*. Чи правильним буде твердження, що маса атома Силіцію вдвічі менша за масу атома Феруму? Відповідь мотивуйте.

§ 7. Молекули та йони



**Пригадайте
з природо-
знавства**

- Що називають молекулою
- Приклади речовин, які складаються з молекул
- Що собою являє дифузія

Атоми для речовин є своєрідним будівельним матеріалом. Наприклад, графіт чи алмаз утворені атомами Карбону. У наведеному прикладі речовин атоми не сполучаються в молекули.

Але переважна більшість речовин складається не з атомів, а з **молекул** чи **йонів**.

Молекули. Молекула — це найменша частинка речовини, що має її хімічні властивості. Молекули реально існують і перебувають у безперервному русі, про що свідчить хоча б явище дифузії.

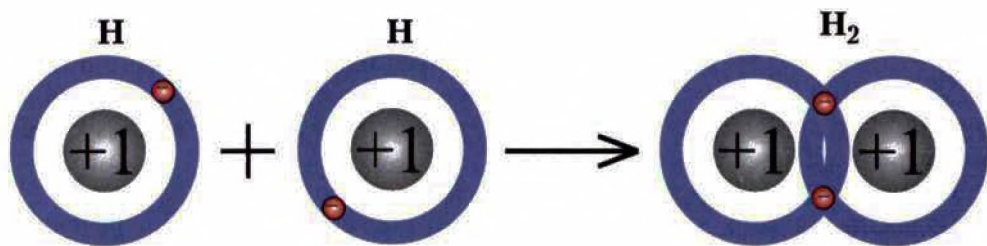
Молекули можуть складатися з різного числа атомів. Так, двохатомними є молекули водню H_2 , кисню O_2 , азоту N_2 . Молекули води H_2O , вуглекислого газу CO_2 — трьохатомні. А молекула органічної речовини глюкози $C_6H_{12}O_6$ містить у своєму складі 24 атоми.

Абсолютні маси молекул, як і атомів, надто малі. Підраховано, що в 1 г води міститься 34 400 000 000 000 000 000 000 молекул!

Як утворюються молекули? Учені дають цьому таке пояснення. Два електрони (по одному від кожного атома) можуть утворювати **спільну електронну пару**. Її назва вказує на те, що електрони належать обом атомам. У місці виникнення спільної електронної пари з'являється ділянка з більшим негативним зарядом, ніж заряд одного електрона. До неї притягуються позитивно заряджені ядра *обох атомів*. За рахунок такого притягування зближення двох атомів відбувається настільки, що утворюється молекула.

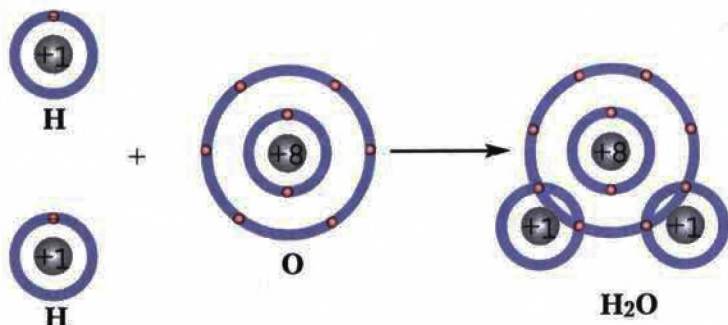
Розглянемо приклади.

У молекулі водню два атоми Гідрогену сполучені один з одним однією спільною електронною парою (мал. 28).



Мал. 28.

Схема утворення молекули водню



Мал. 29.

Схема утворення молекули води

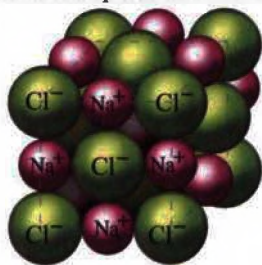
Аналогічно відбувається утворення молекули води H_2O , в якій дві спільні електронні пари об'єднують два атоми Гідрогену та один атом Оксигену в одну молекулу (мал. 29).

Розглянуті приклади показують, що спільні електронні пари можуть утворюватися в молекулах як між атомами одного хімічного елемента, так і між атомами різних хімічних елементів.

Йони. По-іншому відбувається утворення кухонної солі NaCl . Електронейтральний атом Натрію віддає 1 електрон і стає позитивно зарядженою частинкою, що має позначення на письмі Na^+ , а електронейтральний атом Хлору приєднує 1 електрон і перетворюється на *негативно* заряджену частинку Cl^- .

Заряджені частинки, на які перетворюються атоми, віддаючи або приєднуючи електрони, називаються **йони**. (*Пригадайте будову атома і поміркуйте, чи можуть у йонів не виникати заряди*).

Як вам відомо, різноманітним зарядам властиве притягування, тому позитивно заряджені йони Натрію та негативно заряджені йони Хлору притягуються між собою. Так утворюється кухонна сіль. Тож ця речовина складається з йонів, порядок розташування яких не довільний, а чітко визначений (мал. 30).



Мал. 30.

Модель кристалу
кухонної солі

Йони позначають тими ж символами, що й атоми, з яких вони утворилися, але завжди вказують знак та величину заряду йона, що дорівнює кількості відданих чи приєднаних електронів, наприклад, Ca^{2+} , Al^{3+} . Якщо величина заряду дорівнює одиниці, то цифру 1 не пишуть, а лише вказують заряд: Na^+ , Cl^- , H^+ тощо.

Йони можуть утворюватися не з одного атома, а з групи атомів, як наприклад, HCO_3^- , SO_4^{2-} . У таких випадках заряд стосується йона, а не останнього атома.

У речовині, структурними частинками якої є йони, сума зарядів позитивних йонів дорівнює сумі зарядів негативних йонів. Тобто, в цілому речовина заряду не має.

Отже, речовини можуть складатися з атомів, молекул чи йонів.

Залежно від того, якими структурними частинками утворені речовини, існує класифікація, за якою їх поділяють на речовини **молекулярної та немoleкулярної будови**. Речовини, що складаються з йонів чи атомів, відносяться до речовин немoleкулярної будови.



Підведемо підсумки

- Молекула — це найменша частинка речовини, наділена її хімічними властивостями
- Йони — заряджені частинки, на які перетворюються атоми, віддаючи або приєднуючи електрони.
- Однією з класифікацій речовин є їх поділ на речовини молекулярної та немoleкулярної будови.

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Завдання. *Ознайомтеся, які йони присутні в мінеральній воді різних джерел, що надають кожній з них неповторного смаку та цілющих властивостей.*

Для цього скористайтеся зазначеними на етикетках відомостями про склад води. На них виробники мінеральних вод зазвичай указують, які йони та в якій кількості присутні в певному її об'ємі. Зверніть увагу, що в мінеральній воді можуть бути як одноатомні, так і багатоатомні йони.

Дія перша. Прочитайте на етикетках мінеральної води інформацію про її склад.

Дія друга. Випишіть у робочий зошит назви кожної мінеральної води та йони, що присутні в ній. З яких хімічних елементів вони утворилися?

Дія третя. З'ясуйте, чим корисні досліджені вами мінеральні води.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

Напевно, вам доводилося чути рекомендації на зразок: їжте яблука, бо в них багато заліза; споживайте банани, адже вони багаті на калій; вживайте салати з морської капусти, що багата на йод; пийте молоко для поповнення організму кальцієм. Це безперечно, слушні рекомендації. Але з хімічної точки зору тут мова йде не про речовини залізо, калій, йод і кальцій, а про йони Феруму (Fe^{2+} , Fe^{3+}), Калію (K^{+}), Йоду (I^{-}) та Кальцію (Ca^{2+}), які є в складі зазначених продуктів харчування.

Нестача йонів кальцію Ca^{2+} у дитячому організмі може призвести до захворювання рахітом. Дефіцит кальцію в організмі дорослої людини робить кістки крихкими, що збільшує ризик їх переломів навіть при незначних ушкодженнях.



Переконайтеся у засвоєнні знань

1. Дайте визначення молекули, йонів.
2. Заповніть таблицю прикладами речовин різної будови

Речовина	Будова речовини	
	Молекулярна	Йонна

3. Яку роль в утворенні молекул відіграють електрони?
4. У чому полягає схожість та відмінність:
 - а) між атомом та його позитивно зарядженим йоном;
 - б) між атомом та його негативно зарядженим йоном?
- 5*. З природознавства ви знаєте, що для фотосинтезу наявність хлорофілу обов'язкова. До складу хлорофілу входять йони Магнію. Який заряд вони мають, якщо при їх утворенні атом Магнію віддає 2 електрони?

§ 8. Якісний та кількісний склад речовин. Хімічна формула і відносна молекулярна маса речовини

Відкриваючи в природі чи створюючи в лабораторних умовах нові речовини, учені визначають та описують їх якісний і кількісний склад. Для того щоб описати **якісний склад** речовини, необхідно встановити, з *атомів яких хімічних елементів* відбулося її утворення. Для характеристики **кількісного складу** речовини потрібно знати, *скільки атомів* міститься в одній структурній частинці речовини. Усе це дозволяє передавати склад речовини письмово за допомогою **хімічної формули**.

Хімічна формула — це умовний запис складу речовини за допомогою хімічних символів та індексів. Наприклад, склад води позначається формулою H_2O (читається аш-два-о), азоту — N_2 (читається ен-два), вуглекислого газу — CO_2 (це-о-два), кухонної солі — NaCl (натрій-хлор), питної соди — NaHCO_3 (натрій-аш-це-о-три), сульфатної кислоти — H_2SO_4 (аш-два-ес-о-чотири).

На малюнку 31 бачимо, що в хімічних формулах присутні символи хімічних елементів і цифри. Цифри мають назву **індексів** і вказують на кількість атомів хімічного елемента, після символу якого вони записані. Індекс записують арабською цифрою відразу за символом, розміщуючи його дещо нижче лінії рядка. Індекс 1 у хімічних формулах не пишеться.

Скористаємося наведеними вище прикладами речовин та їх формул і з'ясуємо, що означають хімічні формули для речовин різної будови, а також які існують правила вимови хімічних формул.

Склад простих речовин, атомам яких не властиве сполучення в молекули, передають записом символа хімічного елемента без індексів і вимовляють так само, як вимовляється символ хімічного елемента. Наприклад, хімічна формула графіту — С, читається «це», заліза — Fe, читається «ферум», алюмінію — Al, читається «алюміній».

Склад речовин молекулярної будови записують за допомогою символів хімічних елементів, атоми яких входять до складу однієї молекули, та індексів. Поверніться ще раз до вимови наведених у параграфі хімічних формул азоту, води, вуглекислого газу і зверніть увагу на те, що всюди першим вимовляють символ хімічного елемента, а після нього — індекс. Якщо елементів декілька, то у вимові дотримуються такої послідовності, як у запису формули.

За формулою легко визначити якісний та кількісний склад речовини. Так, хімічна формула азоту N_2 свідчить, що кожна молекула цієї простої речовини складається з двох атомів Нітрогену. Із запису хімічної формули води H_2O бачимо, що до складу її молекули входять два атоми Гідрогену та один атом Оксигену.

Отже, хімічні формули речовин молекулярної будови передають склад однієї молекули.

Ви вже знаєте, що речовини йонної будови складаються не з молекул, а з йонів. Що ж тоді показують їхні хімічні формули? Адже на початку параграфа було зроблено записи $NaCl$ та $NaHCO_3$.

Хімічні формули речовин йонної будови відображають співвідношення в речовині атомів, з яких утворилися йони, і також передають якісний та кількісний склад речовини. Наприклад, хімічна формула кухонної солі $NaCl$ свідчить про те, що утворені з атомів Натрію та Хлору катіони Na^+ та аніони Cl^- перебувають у цій речовині у співвідношенні 1:1. А от у йонній сполуки Na_2S , що складається з катіонів Натрію Na^+ та аніонів Сульфуру S^{2-} , співвідношення атомів 2:1. Питна сода $NaHCO_3$ складається з катіонів Na^+ та аніонів HCO_3^- . Зазначені йони утворилися з атомів Натрію, Гідрогену, Карбону, Оксигену, які перебувають у співвідношенні 1:1:1:3.

Як і в розглянутих прикладах $NaCl$, Na_2S , $NaHCO_3$, у хімічній формулі будь-якої речовини йонної будови заряди йонів не пишуться.

З наведених прикладів речовин молекулярної будови стає зрозуміло, що їх хімічна формула передає склад однієї молекули, тоді як хімічна формула речовини йонної будови — співвідношення структурних частинок (йонів) у її складі.

Відносна молекулярна маса — M_r це ще одна важлива характеристика речовини. Ви вже знайомі з поняттям відносної атомної маси і знаєте, що це безрозмірна величина, яка показує, у скільки разів маса одного атома



Мал. 31.
Хімічна формула
сульфатної кислоти

даного хімічного елемента більша за атомну одиницю маси. Відносна молекулярна маса також є безрозмірною величиною і показує, у скільки разів маса молекули більша за атомну одиницю маси.

Щоб обчислити відносну молекулярну масу речовини, треба знайти суму відносних атомних мас усіх атомів, що входять до складу її хімічної формули. Наприклад, для обчислення M_r вуглекислого газу, хімічна формула якого CO_2 , треба до відносної атомної маси одного атома Карбону додати відносні атомні маси двох атомів Оксигену. Проведені обчислення відображає такий запис:

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

Між відносною атомною масою та відносною молекулярною масою існує прямий зв'язок. Не знаючи відносної атомної маси (A_r) атомів хімічних елементів, з яких утворилася речовина, не можна обчислити відносну молекулярну масу (M_r) речовини. Чим більша A_r атомів та їх кількість, тим більша M_r речовини.

Якщо речовина складається не з молекул, а з йонів, вона теж характеризується значенням відносної молекулярної маси, обчислення якої проводять за хімічною формулою речовини. Прочитайте ще раз, що відображає хімічна формула стосовно речовин йонної будови, і ви переконаєтесь, що відносна молекулярна маса для речовин немолекулярної будови є умовним поняттям.

Проведемо обчислення відносної молекулярної маси питної соди:

$$M_r(\text{NaHCO}_3) = A_r(\text{Na}) + A_r(\text{H}) + A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = 23 + 1 + 12 + 3 \cdot 16 = 84$$

Узагальнюючи вивчене, робимо висновок, що хімічна формула надає таку інформацію про речовину:

- атоми яких елементів беруть участь в утворенні речовини;
- скільки атомів кожного елемента входить до складу однієї молекули речовини молекулярної будови;
- яким є співвідношення атомів та йонів у складі речовини йонної будови;
- дозволяє проводити обчислення відносної молекулярної маси речовин.



Підведемо підсумки

- Хімічна формула — це умовний запис якісного та кількісного складу речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів.
- У вимові хімічної формули в порядку запису спочатку називають символ хімічного елемента, а потім індекс.
- Мірою маси молекул виступає відносна молекулярна маса — M_r .
- Відносна молекулярна маса — це число, що показує, у скільки разів абсолютна маса однієї молекули даної речовини більша атомної одиниці маси.
- Відносну молекулярну масу речовини обчислюють як суму відносних атомних мас усіх атомів згідно їх кількості у хімічній формулі.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

Хімічні формули речовин йонної будови, крім співвідношення атомів, відображають ще й співвідношення йонів. У наведених у параграфі прикладах з NaCl та NaHCO_3 співвідношення йонів було 1:1, тобто на один катіон припадало по одному аніону, незважаючи на те, що аніон Cl^- — простий, а аніон HCO_3^- — складний.

Та існує чимало речовин зі складними йонами, кількісне співвідношення яких відмінне від одиниці. Наприклад, речовина алюміній сульфат утворена катіонами Алюмінію Al^{3+} та складними сульфат-аніонами SO_4^{2-} у співвідношенні йонів 2:3. Позначення трьох складних йонів SO_4^{2-} здійснюють теж за допомогою індексів, назвемо їх вторинними. За наявності вторинних індексів обов'язковим правилом запису є запис складного йона у круглих дужках. Отже, щоб написати хімічну формулу алюміній сульфату, після хімічного символу Алюмінію поставимо індекс 2, групу атомів SO_4 (без заряду йону!) візьмемо в круглі дужки і після правої дужки запишемо вторинний індекс 3. Одержимо формулу $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (читається алюміній-два-ес-о-чотири тричі).

Слід зазначити, що вторинні індекси стосуються усіх хімічних елементів, записаних у круглих дужках. Тому записом $(\text{SO}_4)_3$ позначено 3 атоми Сульфуру та 12 атомів Оксигену. Співвідношення атомів Al:S:O в цій речовині буде 2:3:12.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Потренуйтеся в читанні хімічних формул: SO_2 , H_2SO_3 , PH_3 , N_2O_5 , FePO_4 .
2. Схарактеризуйте якісний та кількісний склад речовин, формули яких ви щойно прочитали.
3. Установіть відповідність між формулами речовин та їх вимовою:

Формули речовин

- 1) SiH_4
- 2) CaCl_2
- 3) AgNO_3
- 4) MgSO_4

Вимова формул

- а) аргентум-ен-о-три
- б) силіцій-аш-чотири
- в) магній-ес-о-чотири
- г) кальцій-хлор-два

4. Обчисліть відносну молекулярну масу речовин за формулами: Al_2O_3 , CuO , Na_2O , Na_2SO_4 , HNO_3 .
- 5*. Яке співвідношення атомів та йонів у хімічній формулі $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$?

§ 9. Прості речовини. Метали та неметали



**Пригадайте
з природо-
знавства**

- Які речовини називають простими, а які — складними
- Приклади простих речовин
- Яке значення мають кисень та озон у природі

З природознавства вам відомо, що існують **прості й складні речовини**. Головною ознакою такого поділу є кількість хімічних елементів, що беруть участь в утворенні речовини.

Прості речовини — це речовини, утворені атомами одного виду, тобто *одним* хімічним елементом.

Складні речовини — це речовини, утворені атомами *різних* хімічних елементів.

Немає потреби запам'ятовувати, простою чи складною є речовина, а достатньо лише за хімічною формулою з'ясувати її **якісний** склад. Для прикладу розглянемо назви та хімічні формули деяких речовин: залізо **Fe**, алюміній **Al**, кисень **O₂**, озон **O₃**, графіт **C**, азот **N₂**. Як бачимо, кожна з цих формул вказує на присутність у речовині атомів тільки одного хімічного елемента. Без сумніву, за якісним складом вони належать до простих речовин. Слід також звернути увагу на те, що в одних формулах є індекси, тоді як в інших вони відсутні. Присутність чи відсутність індексу в хімічній формулі простої речовини залежить від її будови. Для одних простих речовин, таких як залізо, алюміній, графіт, сполучення атомів одного й того ж хімічного елемента в молекули не характерне. Тому це речовини **немолекулярної будови**. Для інших, таких як кисень, озон, азот, навпаки, характерне сполучення двох і більше атомів в одну молекулу.

Серед розглянутих прикладів відсутні речовини, утворені з позитивних і негативних йонів (катионів та аніонів), тому що простих речовин з такою будовою немає.

Слід також мати на увазі, що деякі хімічні елементи можуть утворювати дві, а то й більше простих речовин. Так, у кисні два атоми Оксигену сполучаються між собою й утворюють молекулу **O₂**. Існує ще одна проста речовина, утворена, як і кисень, хімічним елементом Оксигеном — **озон O₃**. На відміну від кисню, молекули озону утворюються з трьох атомів Оксигену. Кисень і озон — різні прості газоподібні речовини.

І прозорий твердий алмаз, і сірувато-чорний м'який графіт — прості речовини, бо кожна з них складається лише з атомів Карбону.

Постає запитання: «Чому прості речовини, утворені атомами одного виду, проявляють різні властивості?»

Різниця у властивостях кисню та озону спричинена різною кількістю атомів Оксигену в молекулах цих речовин. У випадку з алмазом і графітом має місце різне розташування в цих речовинах вільних атомів Карбону один відносно одного. У графіті вони розташовані шарами, причому відстані між атомами в межах шару значно менші, ніж між сусідніми шарами. Тому навіть при незначному зусиллі (достатньо злегка натиснути на олівець) ціліс-

ність між шарами графіту, з якого виготовлений стержень, порушується. В алмазі сусідні атоми рівновіддалені один від одного, що й надає речовині такої високої міцності. Твердіших від алмазу природних речовин не існує.

Наведені приклади свідчать про те, що простих речовин більше, ніж хімічних елементів. Однак їх значно менше порівняно зі складними речовинами.

За фізичними властивостями прості речовини (мал. 32) поділяють на **метали** та **неметали**, а хімічні елементи, з атомів яких вони утворені, називають *металічними* та *неметалічними* хімічними елементами. З відомих на сьогодні хімічних елементів 22 — неметалічні, решта — металічні.

До простих речовин неметалів належать водень, кисень, азот, вуглець (таку спільну назву застосовують до всіх простих речовин Карбону), сірка, фосфор, хлор, йод та інші. До металів належать цинк, калій, кальцій, магній, олово, свинець, мідь, відомі вам залізо, алюміній, срібло, золото та інші.

Спільними властивостями всіх металів є висока теплопровідність, електропровідність, сірий, сріблясто-сірий колір (виняток становлять золото та мідь); відсутність запаху; твердий, крім ртуті, агрегатний стан; пластичність, тобто вони легко куються, витягуються в дрот, листи. Золото, наприклад, прокатують у тоненьку плівку товщиною 0,003 мм, якою позолотчують куполи храмів. При нагріванні метали сплавляються з іншими металами і неметалами, утворюючи *сплави*. Нині виплавляють понад 60 металів та 5000 сплавів.

Неметали — це прості речовини, у яких відсутні металічні властивості. Так, вони не проводять чи погано проводять тепло й електричний струм, крихкі, непластичні, мають різний агрегатний стан та колір.

За кімнатної температури багато неметалів перебувають у газоподібному агрегатному стані, як, наприклад, водень, кисень, азот, фтор, хлор та інші. Серед неметалів є рідина — бром, а також тверді речовини — фосфор, вуглець, сірка, йод тощо. Існують легкоплавкі (сірка) та тугоплавкі (кремній) неметали. У неметалів більше, ніж у металів, відмінностей за кольором. Так, кисень та водень — безбарвні газоподібні речовини, сірка — жовта тверда речовина, хлор — жовто-зелений газ, бром — темно-бура рідина.

Варто зазначити, що поділ простих речовин за фізичними властивостями на метали та неметали дещо умовний. Адже серед неметалів існують такі речовини, які за своїми властивостями схожі з металами. Наприклад, йод — темно-сіра речовина з металічним блиском. Графіту властива електропровідність. Вивчаючи хімію у наступних класах, ви розширите знання про поділ простих речовин на метали й неметали за такими ознаками, як будова атома та хімічні властивості.

Крім символів хімічних елементів та хімічних формул, складовими хімічної мови є назви речовин. У багатьох простих речовин назва речовини



Мал. 32.
Прості речовини
та вироби з них

і назва хімічного елемента, з атомів якого вона утворена, співпадають. Це стосується, наприклад, металів натрію, калію, кальцію, цинку, а також неметалів фосфору, бору, неону, аргону та деяких інших. Однак існує чимало простих речовин, у яких ці назви відрізняються. Про це ви дізнаєтесь, опрацювавши таблицю 2.

Таблиця 2.

Метали			Неметали		
Металічний елемент	Проста речовина		Неметалічний елемент	Проста речовина	
	Назва	формула		Назва	формула
Аргентум	срібло	Ag	Гідроген	водень	H ₂
Аурум	золото	Au	Карбон	графіт	C
				алмаз	C
Купрум	мідь	Cu	Нітроген	азот	N ₂
Меркурій	ртуть	Hg	Оксиген	кисень	O ₂
Плюмбум	свинець	Pb		озон	O ₃
Станум	олово	Sn	Сульфур	сірка	S
Ферум	залізо	Fe	Флуор	фтор	F ₂

Увага! На відміну від назв хімічних елементів, назви простих речовин пишуться з малої букви.



Підведемо підсумки

- Прості речовини — це речовини, утворені атомами одного хімічного елемента.
- Прості речовини поділяються на метали і неметали, а елементи, з яких вони утворюються, — на металічні і неметалічні.
- Металічних елементів та простих речовин, утворених ними, більше, ніж неметалічних елементів та простих речовин неметалів.
- Метали відзначаються спільністю фізичних властивостей, неметали — їх відмінністю.

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Завдання. З'ясуйте і запишіть у зошиті, які з простих речовин та як саме використовуються вашою родиною й вами особисто.

У висновках зазначте, до металів чи неметалів належать досліджувані вами речовини й на яких властивостях базується їхнє використання.





СТОРІНКА ЕРУДИТА

Мідь використовується людиною з давніх-давен (пригадайте, що з її використанням пов'язана назва бронзового віку). Сучасне застосування цього металу зумовлене його фізичними властивостями, а саме: високою тепло- й електропровідністю; пластичністю, яка полегшує ковальську обробку; відносно невисокою, порівняно з іншими металами, температурою плавлення (1083°C), завдяки чому мідь сплавляють з іншими металами й одержують різні сплави. Сплав *латунь*, наприклад, отримують з міді та цинку. Латунь використовується у виробництві хімічних апаратів. До речі, монети номіналом 10, 25, 50 копійок і 1 гривня теж чеканять з латуні. Сплав *мельхіор* отримують з міді та нікелю й використовують у техніці, а також у виготовленні столового посуду. *Бронза* — це сплав міді та олова. Вона широко використовується у спорудженні пам'ятників, статуй і барельєфів. Наприклад, у Києві бронзові пам'ятники встановлено Володимирі Хрестителю, Богдану Хмельницькому, Тарасу Шевченку та багатьом іншим видатним діячам історії та культури нашої держави.

З усіх металів лише срібло проводить електричний струм краще за мідь. Тому мідь використовується для виготовлення електропроводів, у електричних приладах і машинах.

Металічний елемент Купрум потрібний організмам рослин, тварин, людини. Рослини отримують його з ґрунту, людина — з продуктів харчування.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Дайте визначення простої речовини, наведіть приклади.
2. Поясніть, чому кількість простих речовин перевищує кількість хімічних елементів.
3. У чому полягає відмінність фізичних властивостей металів і неметалів?
4. З наведеного переліку хімічних формул випишіть окремо формули простих і складних речовин: Cl_2 , HCl , C_3H_8 , H_2 , FeCl_3 , Mg , Ca , CaSO_4 . Потренуйтеся у їх вимові.
- 5*. Опрацювавши довідникову літературу чи інтернет-джерела, дізнайтеся, які продукти харчування багаті на катіони Купруму та яку роль ці йони виконують у нашому організмі.

§ 10. Різноманітність речовин.

Складні речовини



*Пригадайте
з природо-
знавства*

- Які речовини називають неорганічними, а які — органічними
- Приклади органічних та неорганічних речовин

Особливість будь-якої науки полягає в тому, що досліджувані нею об'єкти **класифікують** — *поділяють за певними ознаками*. Хімічна наука в цьому відношенні не є винятком, адже неможливо без належної класифікації вивчати понад 10 млн речовин.

Вам уже відомий поділ речовин на прості і складні, на метали і неметали, на речовини молекулярної та немoleкулярної будови. Нижче наведена схема надасть вам змогу повніше уявити класифікацію речовин і познайомить з їх групами, які ви будете вивчати в школі.



Схема. Класифікація речовин

Як видно зі схеми, найбільш загальним є поділ речовин на прості й складні. Прості речовини розглядалися в попередньому параграфі, тому тут мова піде про **складні речовини**. Складні речовини прийнято ще називати *хімічними сполуками* чи просто *сполуками*. Назва говорить сама за себе. **Хімічні сполуки** — це речовини, які утворюються (*складаються*) з атомів не одного, а кількох хімічних елементів. Наприклад, молекула газу метану, що є основним у складі природного газу, утворена атомами двох хімічних елементів — Карбону та Гідрогену — у співвідношенні 1:4. Тобто до складу однієї молекули входить 1 атом Карбону і 4 атоми Гідрогену CH_4 (мал. 33).

Карбон утворює з Оксигеном дві неорганічні речовини: вуглекислий газ CO_2 і чадний газ CO . Маючи однаковий якісний склад, вони відрізняються

кількістю атомів Оксигену в молекулі. Різниця в кількісному складі істотно позначається на фізичних та хімічних властивостях цих речовин, а також на їхній дії на організм людини. Чадний газ у сотні разів небезпечніший за вуглекислий.

З власного досвіду ви знаєте, наскільки різними речовинами є цукор, олія та оцтова кислота (з неї виготовляють оцет). Водночас їх молекули утворені атомами одних і тих самих хімічних елементів — Карбону, Гідрогену та Оксигену.

Ви також з легкістю можете відрізнити складні речовини крохмаль та целюлозу, з якої на 98% складається вата (мал. 34). І крохмаль, і целюлоза містять у своєму складі атоми Карбону, Оксигену та Гідрогену. Відмінність цих речовин зумовлена різною кількістю атомів кожного з хімічних елементів та різною послідовністю сполучення і розташування атомів Карбону в молекулах органічних речовин.

Через зазначені особливості органічних речовин існує не сотні тисяч, як неорганічних, а понад 10 мільйонів.

Отже, складні речовини прийнято поділяти на речовини **неорганічні** та **органічні**. Прикладами складних неорганічних речовин є вода, вуглекислий газ, сода, кухонна сіль; органічних — цукор, метан, крохмаль. І хоча органічні речовини дістали свою назву через те, що спочатку були виявлені в організмах рослин і тварин, більш точним буде таке їх визначення:

Органічні речовини — це складні речовини, обов'язковим хімічним елементом яких є Карбон, сполучений зазвичай з Гідрогеном, а також досить часто ще й з Оксигеном, Нітрогеном та деякими іншими хімічними елементами.

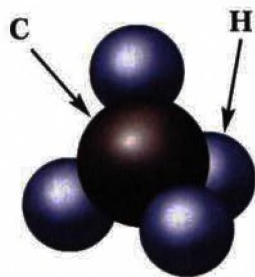
Тож серед органічних речовин прості речовини відсутні.

Неорганічні речовини — це метали й неметали, а також речовини, утворені двома чи більше хімічними елементами, які не містять (за невеликим винятком) атомів Карбону.

Виняток становлять окремі складні речовини, що містять Карбон, як от: вуглекислий газ CO_2 , чадний газ CO , питна сода NaHCO_3 та деякі інші. Вони належать до неорганічних речовин, бо, незважаючи на наявність атомів Карбону, мають з неорганічними речовинами спільні властивості.

Складні речовини за звичайних умов перебувають у різних агрегатних станах. Так, за звичайних умов амоніак NH_3 — газ, вода H_2O — рідина, кухонна сіль NaCl — тверда речовина.

Відмінності між складними речовинами виявляються також і в їх різній твердості, теплопровідності, електропровідності, різному кольорі та розчинності у воді.



Мал. 33.
Модель молекули
складної речовини
метану



Мал. 34.
Складні речовини

Щойно ви з'ясували, у чому полягає відмінність простих і складних речовин за їх складом. Ще одна суттєва відмінність між складними і простими речовинами полягає в тому, що складні речовини під час хімічних явищ можуть розкладатися з утворенням інших речовин, тоді як прості речовини не розкладаються з утворенням нових речовин. Розглянемо приклади.

Приклад 1. При температурі 1000°C кальцій карбонат CaCO_3 , який разом з незначною кількістю домішок інших речовин утворює крейду, розкладається на дві речовини простішого складу — кальцій оксид CaO (поширена назва — негашене вапно) та вуглекислий газ CO_2 . Порівняння якісного та кількісного складу цих трьох речовин свідчить, що негашене вапно та вуглекислий газ — простіші речовини, ніж кальцій карбонат.

Приклад 2. Воду H_2O електричним струмом розкладають на дві прості речовини — водень H_2 та кисень O_2 . Добуті водень та кисень подальшому розкладанню не піддаються.

Ознайомтеся з речовинами, виданими вам для проведення лабораторного дослідження 1, що описаний у рубриці «Сторінка природодослідника», та здійсніть їх класифікацію.



Підведемо підсумки

- Усі речовини поділяють на прості та складні.
- Складні речовини — це речовини, утворені з атомів двох чи більше хімічних елементів. Складних речовин значно більше, ніж простих.
- Серед складних речовин розрізняють органічні та неорганічні.
- Багатоманітність складних речовин зумовлена здатністю атомів хімічних елементів сполучатися між собою в різній кількості та різній послідовності

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Лабораторний дослід 1. Ознайомлення із зразками простих і складних речовин.

Дія 1. Уважно розгляньте видані вам для ознайомлення речовини, прочитайте надписи на етикетках, де зазначені назви та формули речовин.

Дія 2. Розподіліть речовини на прості й складні.

Дія 3. Знайдіть серед виданих речовин такі, до складу яких входить один і той же хімічний елемент.

Дія 4. Серед складних речовин укажіть органічні та неорганічні.





СТОРІНКА ЕРУДИТА

У повсякденному житті людини та в промисловому виробництві широке застосування знаходять різні прості і складні речовини. Наприклад, у соляних шахтах поблизу міста Артемівська видобувають кухонну сіль. Ця речовина є життєво необхідною для людей і тварин. З неї також одержують прості речовини натрій і хлор та деякі складні речовини. Азот, вміст якого в складі повітря становить близько чотирьох п'ятих частин, використовується для виробництва азотних добрив, а в рідкому стані — у сучасній медицині.

У наше життя давно вже ввійшли, крім створених природою, такі речовини, як пластмаси і синтетичні волокна. Але без знання властивостей цих речовин їх використання може принести не користь, а шкоду. Недаремно одяг, виготовлений із синтетичних волокон, має етикетки з позначкою температури прасування, недотримання якої призводить до псування виробів.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Чим зумовлений поділ речовин на прості та складні?
2. У якому випадку мова йде про просту речовину, а в якому — про складну: а) молекула водню складається з двох атомів Гідрогену; б) молекула амоніаку складається з одного атома Нітрогену та трьох атомів Гідрогену?
3. Чому складних речовин набагато більше, ніж простих? Наведіть приклади відомих вам складних речовин.
4. Запишіть формули відомих вам складних речовин, зазначте їх якісний та кількісний склад.
- 5*. Як дослідним шляхом можна дізнатися, що до складу молекул цукру входять атоми Карбону, Гідрогену, Оксигену?

§ 11. Валентність, визначення валентності за формулами бінарних сполук

До цього часу ви мали справу з готовими формулами речовин і деякі з них, наприклад, H_2O , CO_2 , CO , O_2 , CaCO_3 , N_2 , уже запам'ятали. Але ж речовин надто багато, щоб запам'ятати всі формули та правильно їх записувати. З введенням у науковий обіг поняття **валентності** потреби в цьому немає.

Латинською мовою «valentia» означає «сила».

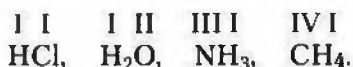
Під **валентністю** розуміють здатність атома сполучатися з певним числом інших атомів. А оскільки атоми неподільні хімічним способом, то валентність виражається цілим числом.

За одиницю валентності взято валентність Гідрогену, тобто він *одновалентний*.

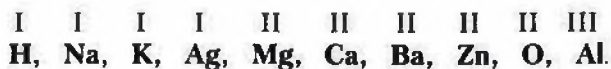
Валентність позначають римською цифрою над символом хімічного елемента. Вона показує, скільки атомів одновалентного елемента може сполучитися з одним атомом даного елемента чи заміщувати його в сполуках. Розглянемо це на прикладах бінарних сполук («бі» означає два) Гідрогену з такими неметалічними елементами, як Хлор, Оксиген, Нітроген, Карбон:



У першій формулі один атом Гідрогену сполучився з одним атомом Хлору, отже Хлор у цій сполуці одновалентний. У другій формулі два атоми Гідрогену сполучаються з одним атомом Оксигену. Отже, Оксиген у цій сполуці двовалентний. Аналогічно визначаємо, що в наведених бінарних сполуках Нітроген тривалентний, а Карбон — чотиривалентний. Знайдені значення валентності запишемо над символами хімічних елементів:



При утворенні сполук вільних валентностей не залишається, тому сума одиниць валентності Гідрогену в кожній із цих сполук дорівнює валентності іншого елемента. Це правило є загальним для бінарних сполук. Отже, знаючи валентність одного елемента, можна визначити валентність другого. І тут у нагоді стануть відомості про те, що, окрім Гідрогену, є й інші елементи з незмінною за звичайних умов, тобто *постійною* валентністю:



Атоми інших хімічних елементів (їх більшість) у різних сполуках проявляють різну, тобто *змінну* валентність. Наприклад, Сульфур у сполуках буває дво-, чотири- та шестивалентний. У таких випадках усно та на письмі у назві сполуки після символу елемента, що має змінну валентність, вказують величину його валентності, наприклад, SO_3 — сульфур(VI) оксид, P_2O_5 — фосфор(V) оксид (оксидами називають бінарні сполуки Оксигену). Величину валентності записують римськими цифрами в круглих дужках, не роблячи відступу після символу.

Розглянемо, як можна визначити валентність елемента за формулою бінарної сполуки.

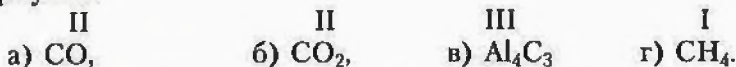
Приклад. Визначити валентність Карбону за формулами таких бінарних сполук:



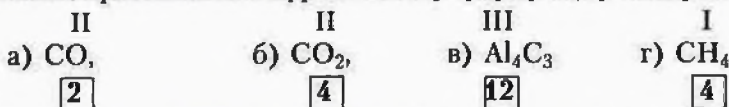
Це завдання, як і всі йому подібні, виконується, якщо відома валентність другого елемента.

Розв'язання

1. Запишемо відому постійну валентність елементів над їх символами у формулах:



2. Знайдемо суму відомих одиниць валентності в кожній формулі (вона записана арабськими цифрами знизу формули) у квадраті жирним:



3. Одержану суму поділимо на індекс елемента, валентність якого визначаємо:



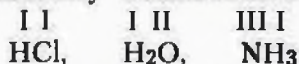
Знайдені частки й будуть шуканою величиною валентності Карбону в сполуках а, б, в, г:



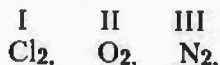
Відтепер ви знаєте, що Карбон належить до елементів зі змінною валентністю.

Поняття валентності поширюється й на двохатомні молекули простих речовин, утворені атомами одного хімічного елемента. У них елемент проявляє ту ж валентність, що і в сполуці з Гідрогеном.

Запишемо формули бінарних сполук Гідрогену з Хлором, Оксигеном та Нітрогеном і визначимо величину валентності атомів:



Відтепер знаємо, що в молекулі простої речовини хлору Cl₂ Хлор одновалентний, у молекулі простої речовини кисню O₂ Оксиген двовалентний, а Нітроген в азоті N₂ — тривалентний:



Поміркуйте, чому дорівнює валентність Гідрогену в молекулі водню H₂.

Д. І. Менделєєв виявив зв'язок між валентністю елемента та положенням його в періодичній системі, а також увів поняття *змінна* валентність. Виявляється, що для багатьох елементів максимальне значення валентності визначає його положення в періодичній системі, і звідси, за положенням елемента у періодичній системі, можна встановити максимальну валентність його атомів. Як саме?

Зверніть увагу на те, що періодична система має 8 вертикальних стовпчиків хімічних елементів (їх називають *групами*), позначеними, як і валентність, римськими цифрами від I до VIII. Номер групи співпадає зі значенням постійної валентності хімічних елементів, а для елементів зі змінною валентністю (у більшості випадків) — з найвищим її значенням. До винятків належить Оксиген (постійна валентність II, хоча він знаходиться в VI групі періодичної системи), Флуор (постійна валентність I, а не VII, як номер групи) та деякі інші.

Знайдіть, у яких групах періодичної системи розташовані елементи зі сталою валентністю, а також Сульфур та Карбон, і переконайтеся в тому, що розглянутий зв'язок існує.



Підведемо підсумки

- Валентність — це здатність одного атома сполучатися з певним числом інших атомів.
- У формулах бінарних сполук сума одиниць валентності одного елемента дорівнює сумі одиниць валентності іншого.
- Щоб визначити в бінарній сполуці валентність одного елемента за відомою валентністю іншого, необхідно знайти суму одиниць валентності відомого елемента й поділити її на індекс другого елемента.
- За положенням елемента в періодичній системі хімічних елементів можна дізнатись про його валентність.

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Виконайте вдома завдання. Виготовіть моделі речовин, формули яких розглядалися у параграфі, враховуючи при цьому валентність атомів.

Щоб виконати завдання, вам знадобляться кольоровий пластилін та сірники. Пластилінові кульки імітуватимуть атоми, а сірники — одиниці валентності.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

У нижній частині періодичної системи є горизонтальний рядок з назвою «Вищі оксиди». У ньому для кожної групи написано загальні формули оксидів, тобто бінарних сполук елемента з Оксигеном (літерою Е позначено хімічний елемент). Придивіться уважніше, і ви побачите, що максимальна валентність атомів більшості елементів співпадає з номером групи. На прикладі формул, які були розглянуті в тексті параграфа, перевірте, наскільки це відповідає дійсності і чи існують винятки.

Рядком нижче розташовані загальні формули **летких водневих сполук**, тобто газоподібних бінарних сполук Гідрогену з неметалічними елементами. Їх загальні формули з'являються з IV групи і валентність елементів у них послідовно зменшується від IV до I. За номером групи, у якій розташований неметалічний елемент, можна безпомилково визначити його валентність у сполуці з Гідрогеном, віднявши від числа 8 число,

що означає номер групи. Наприклад, необхідно написати формулу леткої водневої сполуки неметалу Арсену As. Знаходимо його розташування в періодичній системі. Це клітинка під номером 33, а номер групи — V. Користуючись наведеним правилом, від 8 віднімемо 5 і одержимо різницю 3. Це й буде шукана валентність Арсену в сполуці з Гідрогеном. Тож формула сполуки — AsH_3 .

Поняття валентності було введено в хімію в 1853 році, тобто раніше ніж з'ясовано складну будову атома. Відтоді, як стала відома будова атома, й дотепер валентність пов'язують з кількістю електронів та їх розміщенням в атомах. Це допомогло розвинути вчення про валентність за рахунок таких понять, як електронегативність та ступінь окиснення. Їх ви будете вивчати у 8–9 класах.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Визначте валентність елементів у сполуках за їх формулами: H_2S , PbO_2 , P_2O_5 , CO , MnO_2 , PbO , SiH_4 , Br_2O_5 .
2. У якій з наведених формул речовин Хлор проявляє найвищу валентність: Cl_2O , ClO_2 , ClO_3 , Cl_2O_7 , HCl , AlCl_3 ?
3. Знайдіть і виправте помилки, допущені під час складання формул сполук: MgO_2 , Al_2O_3 , KBr , NaCl_2 , Zn_2O_2 .
- 4.* Укажіть, за якою ознакою укладено кожний рядок хімічних формул:
 - а) N_2O , NO , NO_2 , N_2O_3 ;
 - б) N_2O , Na_2O , Cu_2O , H_2O ;
 - в) N_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , NH_3 .

§ 12. Складання формул бінарних сполук за валентністю. Обчислення за хімічною формулою

При відкритті чи створенні нових речовин завжди постає потреба в складанні їх формул. Складання формул хімічних сполук за своєю сутністю є дією, оберненою до визначення валентності елементів за хімічною формулою речовини. У таких обчисленнях, як і при визначенні валентності за формулами бінарних сполук, керуються правилом: *сума одиниць валентності атомів одного елемента дорівнює сумі одиниць валентності другого.*

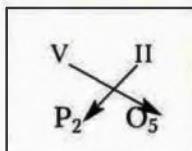
Складання формул бінарних сполук можна здійснювати двома способами. Опис першого способу відображено в таблиці 3 на прикладі складання формул фосфор(V) оксиду та сульфур(VI) оксиду.

Складання формул бінарних сполук за валентністю

№	Послідовність дій	Приклади речовин	
		фосфор(V) оксид	сульфур(VI) оксид
1	Записуємо символи хімічних елементів	P O	S O
2	Позначаємо валентність елементів	$\begin{array}{c} \text{V II} \\ \text{P O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{VI II} \\ \text{S O} \end{array}$
3	Знаходимо найменше спільне кратне для одиниць валентності обох атомів	$\begin{array}{c} \overline{10} \\ \text{V II} \\ \text{P O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \overline{6} \\ \text{VI II} \\ \text{S O} \end{array}$
4	Знаходимо індекси шляхом ділення спільного кратного на валентність кожного елемента	$\begin{array}{l} (\text{для P}) 10 : 5 = 2 \\ (\text{для O}) 10 : 2 = 5 \end{array}$	$\begin{array}{l} (\text{для S}) 6 : 6 = 1 \\ (\text{для O}) 6 : 2 = 3 \end{array}$
5	Записуємо знайдені індекси у формулу, пам'ятаючи, що індекс 1 не пишеться	P₂O₅	SO₃
6	Здійснюємо перевірку: множимо знайдені індекси на валентність атомів, робимо висновок про правильність проведених обчислень	$\begin{array}{l} (\text{P}) 5 \cdot 2 = 10 \\ (\text{O}) 2 \cdot 5 = 10 \\ 10 = 10 \end{array}$	$\begin{array}{l} (\text{S}) 1 \cdot 6 = 6 \\ (\text{O}) 3 \cdot 2 = 6 \\ 6 = 6 \end{array}$

Зверніть увагу, що у формулі фосфор(V) оксиду індекс одного елемента співпадає з валентністю другого. Виходячи з цього, можна скористатися іншим способом складання формул за валентністю. Назвемо його *діагональним*.

Після послідовного виконання перших двох дій, зазначених у таблиці, валентність одного елемента записуємо індексом для другого, але вже не римськими, а арабськими цифрами:



Що ж до формули сульфур(VI) оксиду, то в ній індекси вдвічі менші, ніж мали б бути. Це тому, що у формулах бінарних неорганічних речовин, за невеликим винятком, прикладом якого є гідроген пероксид H₂O₂ (його розчин ви знаєте як перекис водню), індекси не бувають парними числами. Тож застосувавши діагональний спосіб, записуємо формулу S₂O₆, а далі проводимо скорочення на 2 й отримуємо остаточну формулу SO₃.

Як ви вже знаєте, за хімічною формулою речовини можна обчислювати її відносну молекулярну масу. Проведемо обчислення відносної молекулярної маси речовин за щойно виведеними формулами P_2O_5 , SO_3 та за формулою H_3PO_4 :

$$\begin{aligned}M_r(P_2O_5) &= 2 \cdot A_r(P) + 5A_r(O) \\M_r(P_2O_5) &= 2 \cdot 31 + 5 \cdot 16 = 62 + 80 = 142 \\M_r(SO_3) &= A_r(S) + 3A_r(O) \\M_r(SO_3) &= 32 + 3 \cdot 16 = 32 + 48 = 80 \\M_r(H_3PO_4) &= 3A_r(H) + A_r(P) + 4A_r(O) \\M_r(H_3PO_4) &= 3 \cdot 1 + 1 \cdot 31 + 4 \cdot 16 = 98\end{aligned}$$

За хімічною формулою здійснюють також обчислення *відносного вмісту елемента* в сполуці, що дістав назву **масової частки елемента в сполуці**. Масова частка елемента в сполуці позначається малою грецькою буквою ω (омега) і виражається *в частках одиниці* або ж у *відсотках*.

З математики вам відомо, що для знаходження частки одного числа від іншого треба числа поділити одне на друге. Цю ж саму дію ділення одного числа на друге виконують і при обчисленні масової частки елемента в сполуці:

$$\omega(E) = \frac{nA_r(E)}{M_r(\text{сполуки})}$$

Приклад 1. Обчислити масові частки Алюмінію та Оксигену в алюміній оксиді Al_2O_3 .

Розв'язання

Обчислюємо відносну молекулярну масу сполуки

$$M_r(Al_2O_3) = 2 \cdot A_r(Al) + 3 \cdot A_r(O) = \frac{2 \cdot 27}{54} + \frac{3 \cdot 16}{48} = \frac{102}{102}$$

Відтепер для обчислення масової частки Алюмінію в сполуці Al_2O_3 необхідно число 54 поділити на 102:

$$\omega(Al) = \frac{54}{102} = 0,53, \text{ або } 53\%$$

$$\omega(O) = \frac{48}{102} = 0,47, \text{ або } 47\%.$$

Зважаючи на те, що сума масових часток усіх елементів у сполуці дорівнює 1, або 100%, здійснимо перевірку правильності проведених обчислень:

$$53\% + 47\% = 100\%.$$

Приклад 2. Обчислити масову частку Карбону в оцтовій кислоті $C_2H_4O_2$.

Розв'язання

$$M_r(C_2H_4O_2) = 2 \cdot A_r(C) + 4 \cdot A_r(H) + 2 \cdot A_r(O) = \underbrace{2 \cdot 12 + 4 \cdot 1}_{24} + \underbrace{2 \cdot 16}_{60} = 60$$

$$\omega(C) = \frac{24}{60} = 0,4, \text{ або } 40\%.$$

Обчислення масової частки елемента в сполуці знаходить своє практичне застосування на хімічних заводах та в металургійному виробництві для розрахунку виходу готової продукції.



Підведемо підсумки

- Для складання хімічної формули бінарної сполуки за валентністю необхідно найменше спільне кратне одиниць валентності поділити на валентність кожного атома, а частки від ділення записати як індекси.
- Знайти масову частку елемента в сполуці означає обчислити, яку частку складає його маса від загальної маси сполуки.
- Сума масових часток всіх елементів у сполуці дорівнює 1, або 100%.
- Складання формул за валентністю знаходить застосування в науці, а обчислення масової частки елемента — на виробництві.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

За відомими масовими частками елементів можна визначити хімічну формулу речовини. Розглянемо приклади завдань.

Завдання 1. Визначити хімічну формулу кальцій карбонату, масові частки елементів у якому становлять:

$$\omega(Ca) = 40\%, \quad \omega(C) = 12\%, \quad \omega(O) = 48\%.$$

Розв'язання:

1. Запишемо формулу речовини як $Ca_xC_yO_z$. Співвідношення атомів у ній буде $x:y:z$.

Для подальших обчислень знадобляться відносні атомні маси кожного з елементів: $A_r(Ca) = 40$, $A_r(C) = 12$, $A_r(O) = 16$.

2. Виведемо залежність, що пов'язує A_r та ω атомів хімічних елементів у сполуці:

$$\omega(Ca) = \frac{x \cdot A_r(Ca)}{M_r(Ca_xC_yO_z)} \quad \omega(C) = \frac{y \cdot A_r(C)}{M_r(Ca_xC_yO_z)}$$

$$\omega(O) = \frac{z \cdot A_r(O)}{M_r(Ca_xC_yO_z)}$$

$$\text{Звідси: } x = \frac{\omega(\text{Ca}) \cdot M_r(\text{Ca}_x\text{C}_y\text{O}_z)}{A_r(\text{Ca})}$$

$$y = \frac{\omega(\text{C}) \cdot M_r(\text{Ca}_x\text{C}_y\text{O}_z)}{A_r(\text{C})}$$

$$z = \frac{\omega(\text{O}) \cdot M_r(\text{Ca}_x\text{C}_y\text{O}_z)}{A_r(\text{O})}$$

Після скорочення $M_r(\text{Ca}_x\text{C}_y\text{O}_z)$, присутньої в усіх трьох виразах, одержимо співвідношення:

$$x : y : z = \frac{\omega(\text{Ca})}{A_r(\text{Ca})} : \frac{\omega(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{\omega(\text{O})}{A_r(\text{O})}$$

Поділивши масові частки елементів у сполуці на їх відносні атомні маси, знайдемо, яким є співвідношення атомів:

$$x : y : z = \frac{40}{40} : \frac{12}{12} : \frac{48}{16} = 1:1:3$$

Таким чином, кальцій карбонат має формулу CaCO_3 .

Для багатьох речовин знайдене в такий спосіб співвідношення може бути виражене не цілими числами, а дробовими. Але ж атоми — це цілі частинки! У такому випадку виконується додаткова дія: найменше число приймається за одиницю, і на нього ділять усі числа співвідношення, як, наприклад, у завданні 2.

Завдання 2. Визначити хімічну формулу сполуки Карбону з Оксигеном, у якій масова частка Карбону дорівнює 27,3%, а масова частка Оксигену — 72,7%.

Розв'язання:

Запишемо формулу речовини як C_xO_y .

Аналогічно до попереднього завдання знайдемо співвідношення атомів хімічних елементів:

$$x : y = \frac{\omega(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{\omega(\text{O})}{A_r(\text{O})} = \frac{27,3}{12} : \frac{72,7}{16} = 2,275:4,55$$

Знайдене співвідношення переведемо в невеликі цілі числа:

$$x : y = \frac{2,275}{2,275} : \frac{4,55}{2,275} = 1:2$$

Формула цієї сполуки CO_2 , тобто це формула вуглекислого газу.

Примітка: існують речовини, що мають однакові масові частки елементів, але різні формули, наприклад, етен C_2H_4 та бутен C_4H_8 . У таких випадках для визначення формули знадобляться додаткові дані про речовину.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Що спільного та чим відрізняється склад речовин, формули яких H_2O , H_2S , Cl_2 , H_2 , CO , CO_2 , H_2SO_3 ?
2. Складіть формули бінарних сполук за валентністю:
 H_xF_y , Mg_xN_y , N_xO_y , N_xO_y , P_xH_y , Cl_xO_y
3. Укажіть формули речовин, відносна молекулярна маса яких дорівнює 80:
 а) NH_4NO_3 , б) CuS , в) CuO , г) H_2SO_4 .
4. Напишіть формулу ортофосфатної кислоти, молекула якої складається з трьох атомів Гідрогену, одного атома Фосфору і чотирьох атомів Оксигену. Обчисліть масові частки елементів у цій сполуці.
- 5*. Масові частки елементів у сполуці дорівнюють: 27,38% Na, 1,19% H, 14,29% C і 57,14% O. Установіть хімічну формулу цієї сполуки.

§ 13. Фізичні та хімічні явища



Пригадайте з природознавства

- Що називають явищами
- Які бувають явища
- Приклади різних явищ

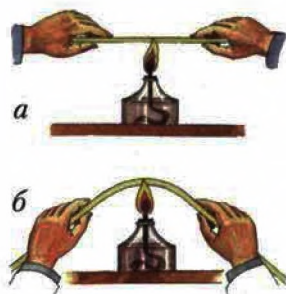
Хіміків завжди цікавить, яких змін зазнають речовини під час тих чи інших явищ та які причини і наслідки цих змін.

Вам відомо, що усі явища поділяють на **фізичні** та **хімічні** залежно від тих змін, які відбуваються з тілами чи речовинами. У 5 класі для зручності вивчення ви розглядали різні явища окремо. Насправді ж, явища взаємопов'язані. Переконаймося в цьому.

У полум'я спиртівки внесемо тоненьку скляну трубку і, тримаючи її за кінці руками та рівномірно обертаючи, станемо нагрівати (мал. 35, а). Після того, як скло пом'якшиться, зігнемо трубку (мал. 35, б). У цьому досліді зміни сталися під час перебігу двох явищ — теплового (нагрівання) та механічного (згинання). Це причини, унаслідок яких форма скляної трубки змінилася.

Очевидно, ви пам'ятаєте з природознавства й досліди по перетворенню льоду на воду, а води на пару завдяки нагріванню. Наслідком цих явищ була зміна агрегатного стану води.

Завдяки електричному явищу, ввімкнена в розетку електром'ясорубка зазнає змін: під дією електричного струму приводяться в рух її деталі — і м'ясо перетворюється на фарш. Тут електричне явище



Мал. 35.

Дослід з трубкою:
а — нагрівання;
б — згинання

пов'язане з механічним. Проте ні речовини, з яких виготовлені деталі м'ясо-рубки, ні речовини у складі харчового продукту змін не зазнали.

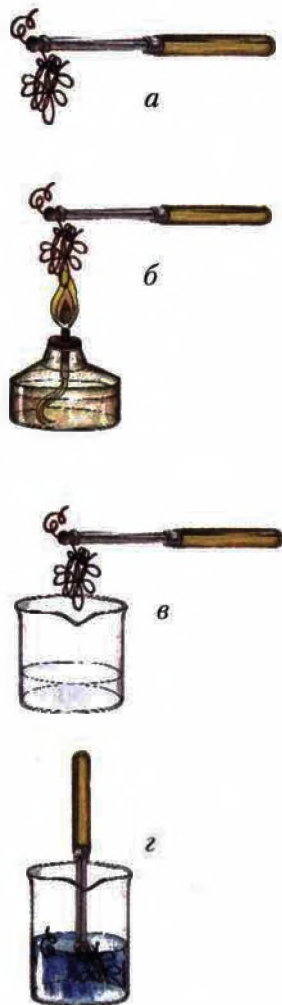
Візьмемо дротину рожево-червоного кольору завдовжки близько 30 см, виготовлену з металу міді. Skorистаємося тим, що мідь має високу пластичність, і зробимо з дроту квітку на гілці (мал. 36, а). Сталися зміни, тобто відбулося певне явище: замість мідного дроту з'явилася декоративна квітка. Це наслідок механічного явища. Та до складу квітки, як і до складу дроту, входить одна й та ж речовина — мідь. Отже, під час механічного явища змінилася форма тіла, але речовина як така залишилася незмінною.

Як бачимо, усі ці різні за причинами та наслідком зміни мають дещо спільне — у жодному випадку *речовини не руйнувалися і нові не утворювалися*. Змінювалися лише форма, агрегатний стан, положення тіл одне відносно іншого. Тож усе це були приклади **фізичних явищ**.

Проте в природі самочинно, а на заводах, у лабораторіях з ініціативи та під керуванням людини відбувається багато змін, що призводять до *утворення одних речовин з інших*. Ці зміни дістали назву **хімічних явищ або хімічних реакцій**. В одних випадках вони відбуваються дуже повільно, наприклад, руйнування гірських порід та мінералів, в інших — надто швидко, наприклад, горіння багаття.

Для спостереження за кількома хімічними явищами скористаємося виготовленою з міді декоративною квіткою. Затиснемо її в тримачі й потримаємо над полум'ям спиртівки, доки рожево-червоне забарвлення квітки не зміниться на чорне (мал. 36, а, б). Після цього припинимо нагрівання і з охолодженої квітки спробуємо стерти серветкою чорний наліт. Спроба не вдасться, бо це не кіптява від спиртівки, а нова речовина купрум(II) оксид CuO , яка в цьому досліді утворилася при нагріванні з міді та кисню.

Нагріємо квітку ще раз й обережно, не торкаючись стінок стакана, зануримо її в розчин сульфатної кислоти (мал. 36, в). Квітка знову стане рожево-червоного кольору, а прозорий розчин у стакані набуде блакитного забарвлення (мал. 36, г). У цьому досліді із сульфатної кислоти й купрум(II) оксиду утворилися нові речовини, (надає розчину блакитного кольору) — мідний купорос і вода.



Мал. 36.

Дослід з мідною дротиною:

- а — квітка рожево-червоного кольору;
- б — зміна кольору квітки під впливом нагрівання;
- в — розчин сульфатної кислоти;
- г — утворення нових речовин



Мал. 37.

*Утворення осаду
блакитного кольору*

Продовжимо дослідження. До блакитного розчину долємо безбарвний розчин натрій гідроксиду (мал. 37). Відразу відбудуться зміни — на дно стакана випаде блакитний осад, а рідина над ним стане прозорою. Випадання осаду свідчить про утворення нової речовини, яка, на відміну від попередніх, у воді нерозчинна.

У розглянутих хімічних явищах нові речовини утворювалися з тих самих атомів, які входили до складу вихідних речовин. Оскільки всі досліди проведено з металом міддю, то годі було сподіватися на те, що утворюється сполуки іншого металу, наприклад, срібла чи золота.

Проведені досліди підтвердили: одні явища супроводжують інші. І, що характерно, хімічні явища завжди супроводжуються фізичними: горіння — появою світла і тепла, взаємодія міді з киснем чи купрум(II) оксиду з сульфатною кислотою — зміною кольору, а взаємодія речовин в останньому досліді — випаданням осаду.

Деякі хімічні явища супроводжуються виділенням газу. Це добре відома вам взаємодія питної соди з оцтом. Утворення газу відбувається і під час взаємодії сульфатної кислоти з цинком чи залізом. Поява в обох дослідах нових газоподібних речовин — безпомилкове свідчення того, що відбулося хімічне явище.

Про псування продуктів харчування ми дізнаємося через появу неприємного запаху. Його надають нові неїстівні, а почасти й дуже шкідливі речовини, що утворилися з білків, жирів та вуглеводів їжі.

Отже, *зміна кольору, поява світла і тепла, випадання осаду, виділення газу* — це фізичні явища, які супроводжували хімічні явища і свідчили про їх перебіг.

Таким чином, ми одержали відповідь на поставлене на початку параграфа запитання: під час фізичних явищ речовини не змінюються, під час хімічних явищ або хімічних реакцій одні речовини перетворюються на інші.



Підведемо підсумки

- Фізичні явища відбуваються без утворення нових речовин, їх супроводжує зміна форми тіла, агрегатного стану речовини, переміщення речовин і тіл у просторі.
- Хімічні явища (хімічні реакції) — це перетворення одних речовин в інші.
- Хімічні явища, або хімічні реакції, супроводжуються різними фізичними явищами.

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Na

Виконайте вдома завдання. Проведіть досліди з питною содою, у яких будуть відбуватися фізичні і хімічні явища. Опишіть результати спостереження.

Вам знадобляться: питна сода, вода, оцет, скляний посуд.

Примітка: питну соду брати не більше однієї чайної ложки, оцет — не більше ніж столову ложку.

Поясніть, на підставі чого ви розрізнили фізичні і хімічні явища.

H



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. У чому полягає відмінність між фізичними та хімічними явищами?
2. Наведіть приклади фізичних і хімічних явищ у природі й повсякденному житті людини.
3. Якими фізичними явищами супроводжуються хімічні явища?
4. Визначте, у яких нижче наведених твердженнях мова йде про фізичні явища, а в яких — про хімічні:
 - а) кисень зріджується при дуже низьких температурах;
 - б) рослини, як і тварини, вдихають кисень, а видихають вуглекислий газ;
 - в) кисень погано розчиняється у воді;
 - г) під дією електричного струму вода розкладається на водень і кисень;
 - д) без кисню обмін речовин в організмах був би неможливим;
 - ж) від полірування металеве тіло стає гладеньким.
- 5*. Чому намагання алхіміків знайти спосіб перетворення різних металів у золото виявилось нездійсненням, адже вони провели багато хімічних реакцій з різними речовинами?

§ 14. Дослідження фізичних і хімічних явищ



Пригадайте з природознавства

- Які основні способи вивчення природи використовує людина
- Що називають експериментом або дослідом

Експеримент та спостереження є основними способами вивчення явищ, що відбуваються з речовинами. Тому хіміки у спеціально обладнаних приміщеннях — хімічних лабораторіях — з використанням цих та деяких інших способів проводять вивчення речовин і явищ, роблять відкриття, які сприяють розвитку науки і знаходять практичне застосування в різних галузях виробництва, медицині, сільському господарстві, побуті тощо.

Виконавши досліди, запропоновані на сторінці природодослідника, ви побуваєте в ролі хіміків-експериментаторів, проведете дослідження фізичних та хімічних явищ відомих вам речовин.

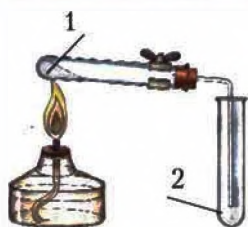
СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Практична робота 2. Дослідження фізичних і хімічних явищ.

Мета роботи — закріпити вміння розрізняти фізичні та хімічні явища, формувати вміння правильного поводження з лабораторним посудом і речовинами.

Обладнання: спиртівка, сірники, порцелянова чашка, фарфорова ступка з товкачем, пробіркотримач, хімічні стакани, пробірки, залізні скріпки, магніт, свічка.

Речовини: вода, кухонна сіль, питна сода, вапняна вода, мідний купорос, цукор, крейда, хлоридна кислота.



Мал. 38.

Одержання та виявлення вуглекислого газу (1 — питна сода, 2 — вапняна вода)

Завдання 1. В одну пробірку насипте питної соди стільки, щоб речовина заповнювала 1 см^3 її об'єму. У другу налейте 1 см^3 вапняної води і поставте її в штатив для пробірок. Закрийте першу пробірку гумовою пробкою з газовідвідною трубкою і закріпіть у лапці лабораторного штатива так, щоб кінець не торкався вапняної води в другій пробірці (мал. 38). Проведіть нагрівання, під час якого спостерігайте за питною содою та вапняною водою.

Завдання 2. Проведіть дослідження з кухонною сіллю, аналогічне завданню 1. Однакові чи різні результати одержані в обох дослідах? Про що вони свідчать? Яка з речовин, сіль чи сода, робить тісто пухким при додаванні їх до борошна?

Завдання 3. Одну пробірку на третину наповніть розчином мідного купоросу, другу — водою. Помістіть у кожен по залізній скріпці. У якій із пробірок спостерігаються зміни? До яких явищ, фізичних чи хімічних, вони належать?

Завдання 4. Проведіть дослідження, аналогічне завданню 3, але з пластмасовою скріпкою, й опишіть результати спостереження. Про що вони свідчать? Порадьте садівникам, у якому посуді слід готувати та тримати розчин мідного купоросу, що застосовується для знищення шкідників саду.

Завдання 5. Приготуйте суміш, що наполовину складається з ошурків заліза, а наполовину — з кухонної солі. Як змінився колір суміші, порівняно з кольором кожного її компонента? Дослідним шляхом доведіть, що в цьому випадку зміна кольору не є свідченням хімічного явища.

Na

H

S

Cl

O

Cu

C

Fe



Завдання 6. Доведіть експериментальним шляхом, до яких явищ, хімічних чи фізичних, належить розчинення цукру у воді.

Завдання 7. Візьміть дві грудочки крейди приблизно однакового розміру (розмір має бути таким, щоб грудочка проходила в отвір пробірки). Одну грудочку подрібніть у порцеляновій ступці за допомогою товкача, помістіть у пробірку і долийте 2 мл води. Другу помістіть у пробірку і долийте 2 мл хлоридної кислоти. Що спостерігається? До яких явищ належать явища, за якими ви спостерігали в кожному з дослідів? Відповідь мотивуйте.

Завдання 8. Проведіть досліди, у яких будуть відбуватися: а) фізичне явище з парафіном свічки; б) хімічне явище з парафіном свічки. Опишіть результати спостереження.

На підставі проведених досліджень зробіть висновки про різноманітність явищ, відмінність між ними, взаємозв'язок явищ, значення здобутих відомостей про явища для використання речовин.

§ 15. Закон як форма наукових знань. Закон збереження маси речовин



*Пригадайте
з природо-
знавства*

- *Склад повітря*
- *Властивості повітря*
- *Правила зважування*

Існують різні форми наукових знань.

Факти та поняття. До цього часу, вивчаючи хімію, ви мали справу з науковими *фактами* та *поняттями*. Так, науковим фактом є перехід води при температурі 100 °C й нормальному тиску з рідкого агрегатного стану в газоподібний. Проте це твердження стосується лише води і то чистої, без домішок. Водні ж розчини речовин мають інші температури кипіння.

На відміну від факту, **поняття** — це узагальнена думка про тіла, речовини, явища, що виникає на підставі не одного, а багатьох відомих фактів. Зверніть увагу на те, що тема, яку ви зараз вивчаєте, має назву

«Початкові хімічні поняття». Вона базується на таких поняттях, як атом, молекула, йон, хімічний елемент, проста і складна речовина, валентність.

Особливість понять полягає в тому, що з розвитком науки вони розвиваються і їх тлумачення змінюються. *Пригадайте, як стародавні філософи трактували поняття атом, що вкладали в це поняття хіміки, перш ніж фізики з'ясували складну будову атома, і що означає воно зараз.*

Поняття відрізняються одне від одного за певною сукупністю ознак. Так, ознака, на підставі якої сформульовані поняття *чиста речовина* і *суміш* — це наявна кількість речовин у їх складі. Вам відомі поняття *простої* і *складної* речовини. Відмінною ознакою для них стала кількість видів атомів, що беруть участь в утворенні речовини.

Закони. На відміну від понять, *закони* носять універсальний характер. Універсальний означає всебічний, що охоплює всю сукупність властивостей чи явищ незалежно від того, де і коли вони досліджувалися.

У законі одним лаконічно сформульованим реченням характеризується загальне явище. Можна сказати, що **закон** — це твердження, яке за певних умов повністю справджується стосовно всієї сукупності досліджуваних властивостей чи явищ. У закону винятків немає.

Закон з'являється після пояснення та узагальнення великої кількості фактів. Та у вас не повинно скластися враження, що вчений, котрий формулює закон, лише звичайний обліковець наукових фактів. У дійсності відкриття закону передують далекоглядні судження вченого, формулювання припущень (гіпотез), проведення експериментів. Це настільки складна діяльність, що законів не так уже й багато, а їх відкриття стає справжньою подією в науці. Щоб підкреслити, наскільки вагому справу зробив учений, завжди зазначають, хто відкрив закон, і досить часто у назві закону звучить прізвище ученого. Для прикладу зазначимо, що у фізиці є закони Ньютона і закон Ома, у біології — закони Менделя, у хімії — періодичний закон Д. І. Менделєєва, на підставі якого й була створена періодична система хімічних елементів.

Закон збереження маси речовини. Вивчення законів хімії ми розпочнемо із *закону збереження маси речовин*, відкритого видатним російським ученим М. В. Ломоносовим у 1748 р. Ще давні філософи розмірковували над явищем неподільності атомів та неможливістю безслідного зникнення речовин. Але в той час нічого не було зроблено для експериментальної перевірки цього припущення. На початку XVII століття вчені зіткнулися з таким фактом як збільшення маси багатьох речовин після їх прожарювання на відкритому повітрі. Тоді ще не був відомий склад повітря, тож не знали й про існування кисню. Щоб пояснити цей факт, було введено поняття флогістону — невидимої газоподібної речовини, яка нібито приєднується до речовин, збільшуючи їх масу. Були серед результатів і такі, коли при прожарюванні маса речовини зменшувалася. Вважалося, що в таких випадках флогістон залишив речовину.

М. В. Ломоносов проаналізував результати подібних експериментів і змінив умови досліду. Він здійснював прожарювання речовин у запаяній скляній посудині, реторті (мал. 39), яку після закінчення реакції зважував невідкритою. Щоразу вчений виявляв, що маса запаяної реторти разом з її вмістом залишалася незмінною. Це свідчило про відсутність флогістону і доводило, що до збільшення маси речовини після її прожарювання у відкритій посудині причетне повітря,



Мал. 39.
Реторта

яке вільно в неї надходило. Коли ж реторта була запаяна, нові порції повітря не надходили, тому маса реторти з її вмістом залишалася незмінною. Так М. В. Ломоносов відкрив **закон збереження маси речовин**: *маса речовин, що вступають у хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, що утворюються внаслідок реакції.*

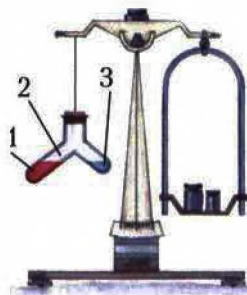
Через 37 років французький вчений Антуан Лоран Лавуазьє виявив кисень у складі повітря і підтвердив тим самим геніальність відкриття М. В. Ломоносова, адже воно було зроблено вченим до того, як став відомий склад повітря і те, що при прожарюванні речовин на повітрі вони взаємодіють з киснем.

За наявності простого скляного приладу, зображеного на малюнку 40, можна легко й досить наочно здійснити експериментальну перевірку закону збереження маси речовини. Даний прилад виготовлений зі скляної трубки, один кінець якої закривається гумовою пробкоюю, а інший закінчується двома розгалуженнями різної довжини — патрубками. Спочатку в довший патрубок наллємо розчин натрій гідроксиду, щоб він заповнив його наполовину, й капнемо індикатора фенолфталеїну. Розчин відразу зафарбується в малиновий колір. Далі обережно наповнимо коротший патрубок (також до половини) сульфатною кислотою, після чого закриємо прилад пробкою та прикріпимо до плеча терезів, як показано на малюнку 41. Терези зрівноважимо. Не знімаючи прилад з терезів, обережно піднімемо вгору коротший патрубок для того, щоб розчини змішалися. Відразу, як тільки це станеться, малинове забарвлення зникає (мал. 42), що є свідченням хімічної реакції. Але й після цього терези продовжуватимуть перебувати в рівновазі. Це означає, що загальна маса утворених речовин залишилася без змін, тобто вона дорівнює масі речовин до реакції.



Мал. 40.

Прилад для демонстрування закону збереження маси речовин (1, 2 — патрубки)



Мал. 41.

Підготовка приладу до виконання досліду (1 — натрій гідроксид, 2 — фенолфталеїн, 3 — сульфатна кислота)



Мал. 42.

Прилад після виконання досліду



Підведемо підсумки

- Факти, поняття і закони — це форми наукових знань.
- Закон — це безсумнівне твердження, істинність якого не має винятків.
- У науковому законі стисло, одним реченням відображено те, що існує в природі незалежно від людини.

- Закон збереження маси речовин відкрив М. В. Ломоносов, довівши, що речовини в хімічних явищах не зникають безслідно і не утворюються з нічого.
- У хімічних реакціях змінюється склад речовин, але загальна маса речовин до і після реакції лишається незмінною.



СТОРІНКА БРУДИТА

Понад 100 років минуло з часу відкриття Дмитром Івановичем Менделєєвим періодичного закону, який стосується властивостей усіх хімічних елементів та їх сполук. *Періодичний* означає той, що повторюється час від часу або через певний проміжок часу. Так, періодичними в природі є зміни дня і ночі, пір року.

У назві періодичного закону відображається його сутність. Вона полягає в тому, що властивості хімічних елементів, а також властивості їх сполук *періодично повторюються*. На підставі цього ученим було створено періодичну систему хімічних елементів.

Побутує розповідь, що періодична система Менделєєву наснилася. Можливо й так, але віщому сну передувала тривала копітка робота вченого з вивчення хімічних елементів та їх сполук, уточнення відносних атомних мас, передбачення існування невідкритих ще хімічних елементів.

Д. І. Менделєєв сформулював періодичний закон, коли було відомо 63 хімічних елементи. Сьогодні ж їх відкрито та створено штучно 115. І те, що періодична залежність існує для всіх хімічних елементів, підтверджує універсальність періодичного закону.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Сформулюйте закон збереження маси речовин.
1. Що було хибним у висновках попередників М. В. Ломоносова щодо прожарювання речовин?
2. Які відмінності в постановці дослідів з прожарювання речовин дозволили М. В. Ломоносову відкрити закон збереження маси речовин?
3. Після догорання багаття залишається купка попелу набагато меншої маси, ніж була маса дров. Чи не суперечить це закону збереження маси речовин?
- 4*. Який дослід можна виконати із запаленою свічкою, щоб довести, що в хімічних реакціях маса речовин не змінюється?
- 5*. З природознавства вам відомо, що держава, дбаючи про збереження природи, видає відповідні закони. Яку відмінність ви вбачаєте між науковими і державними законами?

§ 16. Хімічні рівняння



**Пригадайте
з природо-
знавства**

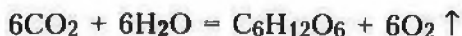
- Яке явище називається фотосинтезом
- Завдяки чому підтримується постійний вміст кисню у повітрі

Чи доводилося вам коли-небудь описувати словами природні явища, у тому числі із зазначенням якісного і кількісного складу речовин? Даваймо спробуємо зробити це зараз на прикладі фотосинтезу — явища, що відбувається в зеленому листку за участю світла з неорганічними речовинами водою і вуглекислим газом.

Із шести молекул вуглекислого газу, кожна молекула якого складається з одного атома Карбону й двох атомів Оксигену, та шести молекул води, кожна з яких утворена двома атомами Гідрогену й одним атомом Оксигену, утворюється одна молекула складної речовини глюкози $C_6H_{12}O_6$ та шість молекул простої речовини кисню O_2 . Молекула глюкози містить шість ато-

мів Карбону, дванадцять атомів Гідрогену, шість атомів Оксигену. Кожна з шести молекул простої речовини кисню складається з двох атомів Оксигену.

Тепер порівнюємо цей опис фотосинтезу, що зайняв 9 рядків, з його зображенням у вигляді **хімічного рівняння** — так називають умовний запис хімічного явища за допомогою формул та цифр перед ними, що дістали назву **коефіцієнтів**.



Лише один рядок, записаний хімічною мовою, передає зміст декількох речень!

Хімічні рівняння, як і математичні, складаються з двох частин — **лівої** та **правої**, між якими ставлять знак «=».

У **лівій** частині хімічного рівняння записують формули всіх вихідних речовин — **реагентів**. Формули реагентів відокремлюють одна від одної знаком «+». У **правій** частині хімічного рівняння записують формули **продуктів реакції**. Якщо продуктом реакції є газ, то відразу після його формули роблять позначення \uparrow , якщо осад — \downarrow . Формули продуктів реакції також розмежовують знаком «+». Вам відомо, що в **математичному** рівнянні від перестановки його частин вираз *не змінюється*. На відміну від математичного, у **хімічному** рівнянні перестановка його частин позначає зовсім інше хімічне явище. Тобто, від перестановки його частин вираз *змінюється*.

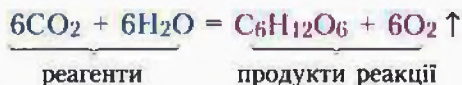
Згідно закону збереження маси речовин, кількість атомів кожного з елементів у хімічній реакції залишається незмінною. Тому в хімічному рівнянні кількість атомів кожного хімічного елемента **до реакції** та **після реакції** повинна бути однаковою. Для того, щоб привести хімічне рівняння у відповідність до закону збереження маси речовин, його треба **урівняти**. Урівняти — означає зробити так, щоб у хімічному рівнянні кількість атомів кожного елемента **до** та **після** реакції була однаковою. Для цього застосовують **коефіцієнти**, які «**врівноважують**» кількість атомів **до** та **після** реакції. Коефіцієнти записують перед хімічною формулою речовини (ні в якому разі

не в середині!) арабськими цифрами того ж розміру, що і символи хімічних елементів. *Різниця в розмірах цифр, якими позначені коефіцієнти та індекси, дозволяє не плутати їх між собою.*

Коефіцієнт стосується усіх хімічних елементів, що входять до складу хімічної формули речовини. Наприклад, запис $3\text{H}_2\text{O}$ означає: наявність у складі трьох молекул води 6 атомів Гідрогену та 3 атомів Оксигену.

Коефіцієнт «1» письмово не відображається.

Повернімося до розглянутого прикладу хімічного рівняння фотосинтезу і перевіримо, чи правильно розставлені коефіцієнти:



Як бачимо, до **реакції** записом 6CO_2 позначено 6 молекул вуглекислого газу, що містять 6 атомів Карбону, і стільки ж їх після **реакції** в утвореній молекулі глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Із запису $6\text{H}_2\text{O}$ видно, що в реакцію **вступає** 12 атомів Гідрогену, і стільки ж їх **входить** до складу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ після **реакції**. Тепер обчислимо кількість атомів Оксигену до та після реакції і побачимо, що в складі **реагентів** та в складі **продуктів реакції** їх порівну — по 18. Отже, коефіцієнти підібрано правильно.

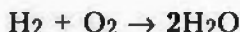
Слід зазначити, що при урівнюванні йдеться про підрахунок атомів, незалежно від того, яку будову — молекулярну чи немoleкулярну — має речовина.

Рівняння, у яких записані формули реагентів і продуктів реакції, але не розставлені коефіцієнти, називаються *схемами* реакцій.

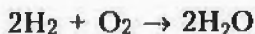
Розглянемо на прикладах, як правильно підбирати та розставляти коефіцієнти в рівняннях реакцій.

Приклад 1. *За наведеною схемою $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ написати хімічне рівняння.*

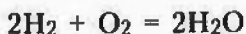
У лівій частині рівняння налічується 2 атоми Оксигену, тоді як у правій тільки 1. Для урівнювання кількості атомів Оксигену перед формулою H_2O пишемо коефіцієнт 2:



Але коефіцієнт 2 стосується також і Гідрогену, тому у правій частині рівняння відтепер його налічується 4 атоми. Відповідно у ліву частину рівняння перед формулою H_2 слід поставити коефіцієнт 2:



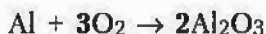
Перевіряємо правильність розстановки коефіцієнтів, після чого стрілку замінюємо на знак «=»:



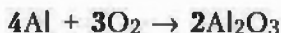
Написане рівняння читається так: «два-аш-два плюс о-два дорівнює два аш-два-о». Як бачите, послідовно називаються коефіцієнти, символи хімічних елементів, індекси та математичні знаки «+» і «=».

Приклад 2. За наведеною схемою $Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$ написати хімічне рівняння.

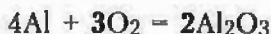
У лівій частині хімічного рівняння налічується 2 атоми Оксигену, у правій — 3. Кількість атомів різна, тому знайдемо для них найменше спільне кратне (це число 6) і почергово поділимо його на кількість атомів Оксигену в кожній формулі. Знайдені частки від ділення будуть коефіцієнтами, які потрібно написати перед O_2 та Al_2O_3 :



Відтепер коефіцієнт 2 перед формулою Al_2O_3 стосується й Алюмінію, тому його атомів стає 4. Тож у лівій частині рівняння перед Al пишемо коефіцієнт 4:



Перевіряємо правильність розстановки коефіцієнтів, після чого стрілку замінюємо на знак «=»:



Прочитаємо рівняння реакції: «чотири-алюміній плюс три-о-два дорівнює два-алюміній-два-о-три».

Зверніть увагу на те, що правильно підібрані коефіцієнти не піддаються скороченню.

Із введенням у науковий обіг хімічних рівнянь було подолано мовний бар'єр між хіміками різних країн, бо хімічні формули речовин та хімічні рівняння всюди записують однаково.



Підведемо підсумки

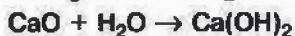
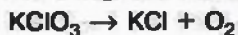
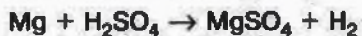
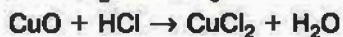
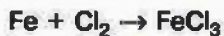
- Хімічне рівняння — це умовний запис хімічного явища (хімічної реакції) за допомогою хімічних формул і коефіцієнтів.
- Хімічні рівняння пишуть з дотриманням закону збереження маси речовин.
- У лівій частині хімічного рівняння записують формули реагентів (речовин, що існували до реакції), у правій — продуктів реакції (речовин, що утворилися в результаті реакції).
- Ліву частину хімічного рівняння відокремлюють від правої знаком «=», а в кожній частині між формулами речовин ставлять знаки «+».
- Хімічні рівняння є міжнародною формою опису хімічних явищ, зрозумілою людям, які розмовляють різними мовами.



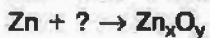
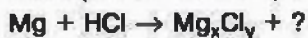
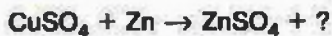
Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Що означають записи: CH_4 , $4CH_4$, H_2 , H , SO_2 , $3SO_2$?
2. Скільки молекул речовини сульфатної кислоти H_2SO_4 та скільки атомів кожного хімічного елемента відображає запис $3H_2SO_4$?

3*. Напишіть рівняння реакцій за наведеними схемами та прочитайте їх уголос:

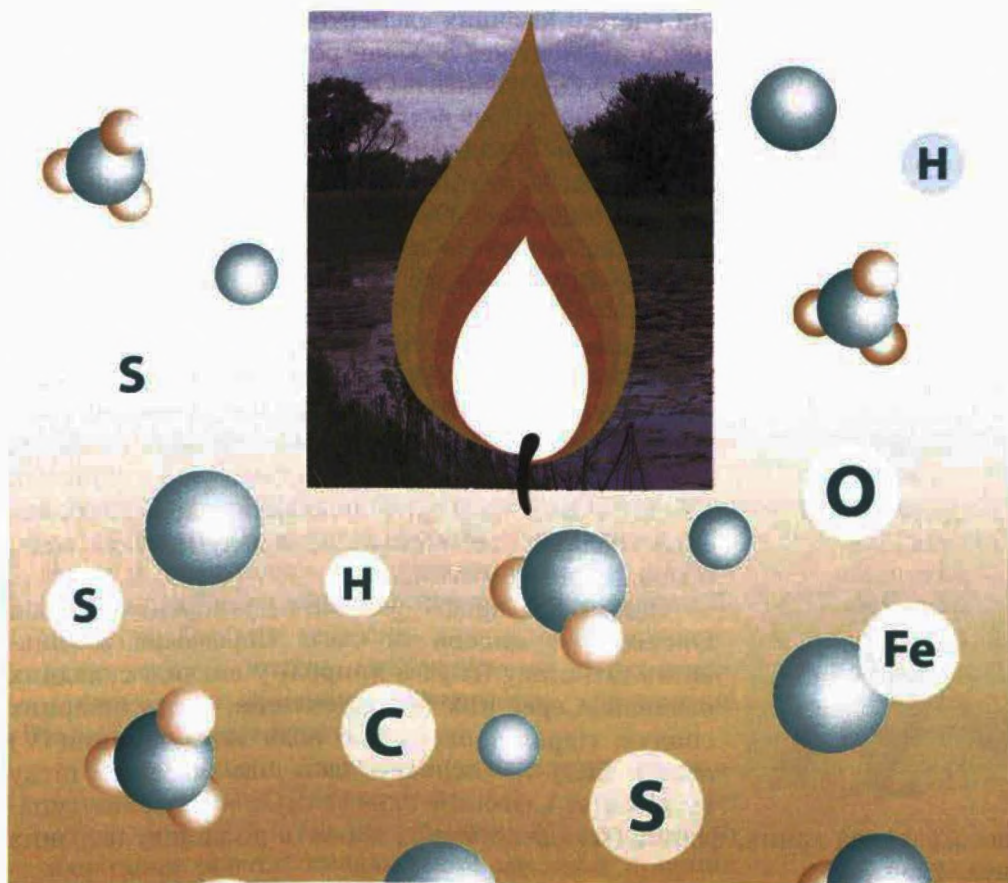
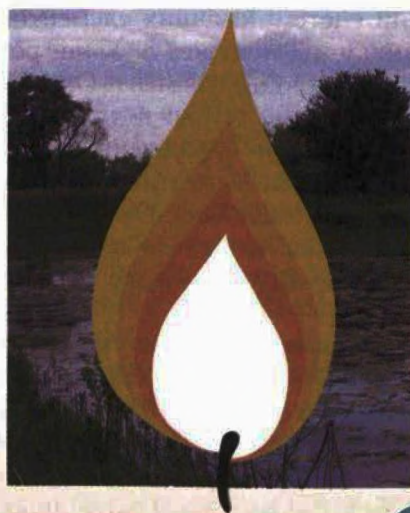


4*. Пропуски в схемах, позначені «?», заповніть формулами простих речовин, відновіть індекси, позначені «x» та «y», і напишіть хімічні рівняння:



ТЕМА 2

ПРОСТІ РЕЧОВИНИ МЕТАЛИ І НЕМЕТАЛИ



Вивчені в першій темі основні хімічні поняття ви будете використовувати в цій темі, конкретизуючи та розширюючи набуті знання прикладами фізичних і хімічних властивостей простих речовин кисню і заліза, їх знаходження в природі, добування та застосування. Цей вибір зроблено не випадково. Кисень — найпоширеніший елемент на нашій планеті, а кисень і вода, до складу яких він входить, дві життєво необхідні речовини для існування організмів на Землі. Ферум теж досить поширений у природі металічний елемент (друге місце після Алюмінію). А видобуток заліза із руд приблизно у 20 разів перевищує видобуток усіх інших металів разом узятих, оскільки це основний метал машинобудування.

§ 17. Кисень. Фізичні властивості та поширення в природі



Пригадайте з природознавства

- *Нормальний атмосферний тиск*
- *Значення кисню та вуглекислого газу в живій природі*
- *Роль рослин у збагаченні атмосфери киснем*
- *Що називають корисними копалинами та рудами*
- *Що таке літосфера, гідросфера, атмосфера*

Хімічний елемент Кисень. Знайдемо в періодичній системі хімічних елементів Д. І. Менделєєва клітинку під номером 8. У ній розташований неметалічний хімічний елемент Кисень. Порядковий номер 8 указує на те, що в ядрі атома Оксигену міститься 8 позитивно заряджених протонів, а навколо нього обертається 8 негативно заряджених електронів. Відносна атомна маса Оксигену округлено дорівнює 16. Ним розпочинається шоста група періодичної системи хімічних елементів.

Поширення Оксигену в природі. Кисень — абсолютний чемпіон серед хімічних елементів за поширенням у природі. Літосфера на 47% (за масою) складається з Оксигену, атмосфера — на 23% за масою або на 21% за об'ємом, гідросфера — на 89% (за масою). Тіла живих організмів містять до 65% (за масою) Оксигену, що входить до складу молекул води, білків, жирів та вуглеводів.

Відомі дві прості речовини, утворені з атомів Оксигену — **кисень та озон**. Переважна ж більшість Оксигену існує в природі у вигляді складних речовин. Серед них багато **оксидів**, тобто бінарних сполук: гідроген оксид або вода H_2O , силіцій(IV) оксид SiO_2 — основна складова частина піску та граніту, алюміній оксид Al_2O_3 — основна скла-

дова частина глини, ферум(III) оксид Fe_2O_3 входить до складу залізних руд. (мал. 43).

З наведених формул робимо висновок, що до складу оксидів можуть входити як металічні, так і неметалічні елементи.

У повітрі Оксиген існує у вигляді кисню O_2 . Завдяки зеленим рослинам, підтримується постійний вміст цієї речовини у повітрі, незважаючи на великі витрати кисню під час дихання та гниття, згорання палива у двигунах різних машин тощо.

Проста речовина кисень та її фізичні властивості. Атоми Оксигену сполучаються у двохатомні молекули кисню O_2 , який за нормальних умов (н.у.) має газоподібний агрегатний стан. *Нормальними умовами називають температуру $0^\circ C$ і тиск $101,3$ кПа.*

З хімічної формули кисню видно, що це проста речовина. Обчислимо відносну молекулярну масу цієї речовини:

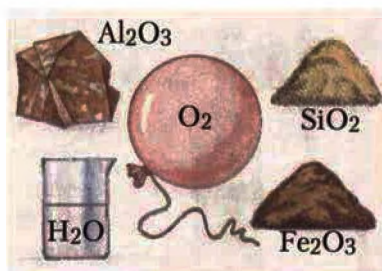
$$M_r(O_2) = 2 \cdot 16 = 32$$

Валентність Оксигену в молекулі кисню, як і в усіх інших сполуках, дорівнює 2.

На сьогодні добре досліджені як фізичні, так і хімічні властивості кисню. За своїми **фізичними властивостями** кисень — це газ без кольору, смаку та запаху, трохи важчий за повітря. Для порівняння зазначимо, що 1 л повітря важить 1,3 г, тоді як 1 л кисню — 1,43 г. Кисень відносять до погано розчинних у воді речовин. Так, в 1 л води розчиняється лише 0,04 г (або 30 мл) кисню, але для дихання тварин водоїм цього цілком достатньо. У рідкому стані кисень має світло-голубий колір. Для того, щоб перевести його в такий стан, необхідне охолодження до $-183^\circ C$. При подальшому охолодженні до $-218^\circ C$ кисень стає твердим, його ледь голубі кристали нагадують лід.

Здатність кисню переходити із газоподібного стану в рідкий знаходить застосування в добуванні його промисловим способом з повітря. Як вам відомо, повітря — це природна газоподібна суміш, 78% об'єму якої припадає на азот, 21% — на кисень, 0,03% — вуглекислий газ. При нормальному тиску і температурі $-192^\circ C$ повітря перетворюється з газоподібної суміші на рідку, у якій кожний компонент зберігає свою індивідуальну температуру кипіння. Якщо ж температуру підвищувати, то рідке повітря починає випаровуватися — переходити в газоподібний стан. Першим це робить азот, а після випаровування азоту — кисень. *Поміркуйте, на якому явищі, фізичному чи хімічному, ґрунтується промисловий спосіб добування кисню.*

Рідкий кисень зберігають у спеціально виготовлених посудинах Дьюара (мал. 44), що мають дві стінки, між якими відсутнє повітря. У них принцип зберігання рідкого кисню такий же, як і принцип



Мал. 43.
Поширені у природі сполуки
Оксигену



Мал. 44.
Посудина Дьюара



Мал. 45.
Балон для
збереження та
транспортування
газоподібного кисню

зберігання рідини гарячою чи холодною у звичайному термосі. Газоподібний кисень зберігають і транспортують у пофарбованих у синій колір сталевих балонах (мал. 45) під тиском, що майже у 100 разів більший за атмосферний.

Ви вже знаєте, що, окрім кисню, Оксиген утворює ще одну просту речовину — озон. Про те, що це різні з киснем речовини, свідчать відмінності в їх властивостях. Озон — це газ світло-синього кольору з характерним запахом. Він у 1,5 разів важчий за повітря і є отруйним для людини в тому разі, коли його вміст у повітрі перевищує 1 мг в 1 м³.

Поширення озону у природі незначне. Найбільша його кількість перебуває в атмосфері на висоті 20–25 км, де він утворює так званий *озоновий шар*. Цей шар забезпечує надійний захист усього живого на Землі від шкідливого випромінювання Сонця.



Підведемо підсумки

- Оксиген — найпоширеніший елемент на Землі.
- Кисень та озон — прості речовини, утворені атомами Оксигену.
- Повітря на 23% за масою або на 21% за об'ємом складається з кисню.
- Для добування кисню та азоту промисловим способом повітря переводять у рідкий стан, а потім випаровують.
- У природі переважає більшість Оксигену перебуває у складі сполук, серед яких найпоширенішими є оксиди — бінарні сполуки будь-якого елемента з Оксигеном.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

У той час, коли багато складних речовин були вже відомі, кисень залишався невідкритим. Чому? На заводі стояли такі його спільні з повітрям фізичні властивості, як відсутність кольору, запаху та погана розчинність у воді.

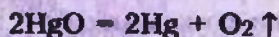
«Очищене повітря», «вогняне повітря», «дефлогістоване повітря», «життєвий газ», «райський газ» — такими були назви кисню до того, як Антуан Лоран Лавуазьє назвав його оксигеном — тим, що породжує кислоти.

Відкриття кисню є нетиповим для науки, бо він — *причи* відкритий елемент.

— У 1772 році його відкрив шведський учений Карл-Вільгем Шеєле, здійснивши реакції за такими рівняннями:



У 1774 році кисень відкрив французький хімік Антуан Лоран Лавуазьє, проводячи досліди з нагрівання гідраргірум(II) оксиду:



Учений зробив висновок, що газ, який виділявся при цьому, міститься в повітрі і теж підтримує горіння. Перш ніж назвати одержаний газ киснем, він назвав його «надзвичайно чистим повітрям». Та А. Лавуазьє обмежився лише записом у щоденнику, не зробивши ніяких повідомлень про своє відкриття.

У тому ж 1774 році англійський хімік і філософ Джозеф Прістлі, нічого не знаючи про відкриття попередників, знову відкрив кисень з тієї ж речовини, що й А. Лавуазьє. Тому з приводу першості в цьому відкритті між ученими навіть виникла дискусія. У сучасній науці вважають, що першість відкриття кисню належить Шеєле і Прістлі, а назва — Лавуазьє.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Дайте характеристику хімічного елемента Оксигену та його поширення в природі.
2. Опишіть фізичні властивості кисню.
3. На яких властивостях повітря базується добування з нього кисню та азоту?
4. У якій з речовин — алюміній оксиді чи силіцій(IV) оксиді — масова частка Оксигену більша?
5. Яка з оксигеновмісних речовин, що були вперше використані ученими для добування кисню, — манган(IV) оксид MnO_2 , натрій нітрат NaNO_3 чи гідраргірум(II) оксид HgO має найбільшу масову частку Оксигену?
- 6*. Визначте об'єм своєї квартири та обчисліть, який об'єм кисню міститься в ній. Зважаючи, що в середньому за добу людина споживає $0,49 \text{ м}^3$ кисню, з'ясуйте, на скільки діб вистачило б цього кисню вашій сім'ї у разі повної герметизації квартири. Тепер ви розумієте, яке важливе значення має провітрювання приміщень?

§ 18. Добування кисню в лабораторії.

Реакція розкладу. Поняття про каталізатор

У попередньому параграфі було розглянуто основний *промисловий* спосіб добування кисню. Проте для проведення хімічного експерименту нерідко потрібно небагато тієї чи іншої газоподібної речовини, і тоді її добувають іншим способом — *лабораторним*.

Лабораторні способи добування кисню базуються на такій властивості деяких оксигеновмісних речовин, як нестійкість до нагрівання: при підвищенні температури вони розкладаються з виділенням кисню. Деякі з цих реакцій відбуваються значно швидше, якщо застосувати **каталізатор**.

Каталізаторами називають речовини, які *прискорюють хімічні реакції інших речовин, але при цьому кількісно не втрачаються і не входять до складу утворених продуктів реакції*.

Отже каталізатори — це речовини багаторазової дії. Їх використовують на хімічних заводах з виробництва різних речовин. Вони також присутні в організмі людини і мають назву *ферментів*. Без ферментів не відбувається обмін речовин та енергії.

Існують також речовини, що діють навпаки, а саме *сповільнюють реакцію інших речовин, але, подібно до каталізаторів, не входять до складу продуктів реакції*. Їх прийнято називати **інгібіторами**.

Різні хімічні реакції прискорюються різними каталізаторами. Аби добути кисень з гідроген пероксиду H_2O_2 (більш відомого вам як перекис водню), у якості каталізатора використовують манган(IV) оксид MnO_2 .

Перш ніж розпочинати добування газоподібної речовини, необхідно вирішити, який із способів збирання газів варто застосувати. Існують два способи збирання газоподібних речовин: витісненням води та витісненням повітря.

Витісненням води можна збирати гази, які погано в ній розчиняються, а тому витісняють її з пробірки чи іншого посуду, призначеного для збирання газу. Для цього збирають прилад, як показано на малюнку 46, і в широку, наповнену до половини водою, скляну посудину, що зветься кристалізатор, ставлять догори дном пробірку, ущерть наповнену водою. Кінець газовідвідної трубки, по якій з приладу буде виходити газ, підводять під пробірку. При цьому способі збирання газів добре видно, як газ збирається над водою та який об'єм посудини він наповнив.

Якщо ж газ добре розчиняється у воді, то зібрати його витісненням води не вдасться, бо він розчиниться у воді, утворивши з нею розчин. Такі газоподібні речовини збирають *витісненням повітря*. При використанні цього способу слід враховувати, що одні гази легші за повітря, а інші важчі. Уявіть собі, що ви надумали заповнити пробірку водою, тримаючи її догори дном. Звичайно ж ваша дія буде безрезультатною. Те ж саме відбудеться при спробі заповнити газом, що важчий за повітря, посудину, розташовану догори дном.



Мал. 46.

Збирання газу витісненням води

Наповнювати пробірку чи іншу посудину газами, важчими за повітря, треба так, щоб газовідвідна трубка була опущеною вниз (мал. 47). Якщо ж газ легший за повітря, пробірку чи іншу посудину наповнюють ним, тримаючи газовідвідну трубку піднятою угору (мал. 48).

Оскільки кисень трохи важчий за повітря й погано розчиняється у воді, його можна збирати як витісненням води, так і витісненням повітря. *Поміркуйте, як має бути розташована посудина при збиранні кисню витісненням повітря.*

Розглянемо добування кисню з гідроген пероксиду H_2O_2 . Ця речовина сама по собі нестійка й при тривалому зберіганні під дією світла розкладається на воду та кисень. Тому, щоб запобігти розкладанню, гідроген пероксид зберігають у посуді з темного скла з додаванням інгібітора.

Проведемо добування кисню з гідроген пероксиду H_2O_2 і зберемо його витісненням повітря. Для цього наллємо в пробірку 3–4 мл гідроген пероксиду H_2O_2 та закріпимо її в лапці штатива, як показано на малюнку 49. Додамо трішки, на кінчику шпателя, порошку чорного кольору манган(IV) оксиду MnO_2 , швидко закриємо пробірку гумовою пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої опустимо в посудину, підготовлену для збирання кисню.

Про те, що посудина наповнилася киснем, свідчитиме спалах тліючої дерев'яної скіпки при піднесенні її до отвору посудини.

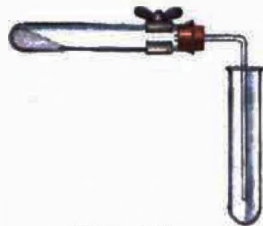
Запишемо рівняння реакції та урівняємо його:



З рівняння бачимо, що **до** реакції існувала **одна** складна речовина, а **після** реакції утворилося **дві** речовини — нова складна і нова проста. *Реакцію, унаслідок якої з однієї складної речовини утворюються дві чи більше нових речовин, називають реакцією розкладу.*

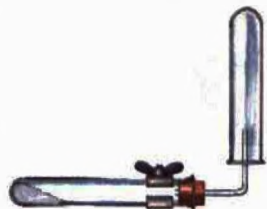
За невеликим винятком, продукти реакції мають простіший склад, ніж реагент.

Повторимо дослід, але цього разу зберемо кисень витісненням води. Простежимо, як бульбашки газу наповнюють пробірку, усе більше й більше витісняючи з неї воду. Після повного витіснення води виймемо кінець газовідвідної трубки з пробірки та з посудини. Останнє слід робити обов'язково, інакше після припинення виділення кисню в газовідвідній трубці та пробірці з гідроген пероксидом виникне безповітряний простір, у який з кристалізатора втягуватиметься вода.



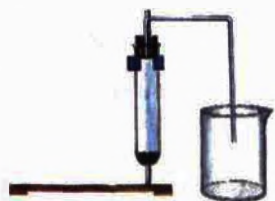
Мал. 47.

Наповнення посудини газоподібними речовинами, важчими за повітря



Мал. 48.

Наповнення посудини газоподібними речовинами, легшими за повітря



Мал. 49.

Добування кисню з гідроген пероксиду

Наповнену киснем пробірку закриємо під водою скляною пластинкою чи пробкою й перенесемо в штатив для пробірок. Тліючою скіпкою перевіримо наявність у ній кисню.

Окрім гідроген пероксиду (H_2O_2) кисень у лабораторії добувають з натрієвої (NaNO_3) чи калієвої (KNO_3) селітри, бертолетової солі (KClO_3), меркурій(II) оксиду (HgO), калій перманганату (KMnO_4) та деяких інших речовин.

Виконуючи практичну роботу 3 (с. 87–89), ви матимете змогу добути кисень з калій перманганату, зібрати газ витісненням повітря та дослідити його властивості.



Підведемо підсумки

- Реакція розкладу — це реакція, унаслідок якої з однієї складної речовини утворюється дві чи більше нових речовин.
- У лабораторії кисень добувають з оксигеновмісних сполук, які легко вступають у реакцію розкладу з утворенням кисню.
- Каталізатор — це речовина, що прискорює хімічну реакцію, але не входить до складу продуктів реакції.
- Газ можна зібрати витісненням води, якщо він погано розчиняється в ній, або ж витісненням повітря, якщо газ добре розчинний у воді.

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Виконайте вдома уявний експеримент:

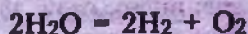
1) поміркуйте, як довести, що під час добування кисню з гідроген пероксиду H_2O_2 каталізатор не витратився і залишився без змін;

2) запропонуйте спосіб виділення каталізатора манган(IV) оксиду із суміші по закінченні реакції для подальшого його використання.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

Найбільше кисню добувають з повітря. Проте до промислових способів одержання кисню належить також розкладання води під дією постійного електричного струму:



Як видно з наведеного хімічного рівняння, ця реакція належить до реакцій розкладу. Завдяки використанню постійного струму, газоподібні водень та кисень не змішуються, а тому їх легко зібрати. Цим способом вдається одержати кисень високої чистоти.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Що називають каталізаторами та яке значення вони мають?
2. Як виявити наявність кисню дослідним шляхом?
3. Як добувають кисень у лабораторії та які речовини використовують з цією метою?
4. У чому полягає сутність реакції розкладу?
5. Якими способами можна збирати гази та що необхідно знати про газоподібну речовину, щоб правильно її зібрати?
- 6*. За наведеними схемами напишіть рівняння реакцій добування кисню:



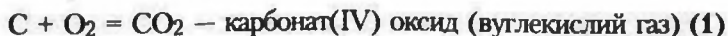
§ 19. Хімічні властивості кисню. Реакція сполучення

Ви вже знаєте, що *хімічні властивості* речовин — це їх здатність взаємодіяти з іншими речовинами. Характеристику хімічних властивостей тієї чи іншої речовини часто починають словами: *активна, малоактивна, неактивна або інертна* речовина. Активний означає «діяльний, енергійний». Проста речовина кисень належить до активних речовин. Це проявляється в тому, що кисень взаємодіє з більшістю простих речовин, а також з багатьма складними речовинами.

Переконаймося в активності кисню на дослідах.

Дослід 1. Спалювання вуглинка в кисні. Розжаримо на полум'ї спиртівки вуглинка і внесемо її в наповнену киснем колбу. Вуглинка швидко згорає, не утворюючи кіптяви та диму (мал. 50). Якщо в колбу налити вапняної води, то вода помутніє. А це, як вам відомо, доводить, що в колбі, де раніше знаходився кисень, з'явився вуглекислий газ.

Поява нової речовини свідчить, що відбулося хімічне явище, яке на письмі передається наступним хімічним рівнянням:



Дослід 2. Спалювання сірки в кисні. Сірка — проста речовина жовтого кольору, нерозчинна у воді. Ложечку для спалювання речовин, наполовину наповнену сіркою, внесемо в полум'я спиртівки й потримаємо її там, доки сірка розплавиться і загориться. Після цього опустимо ложечку в колбу з киснем. Сірка відразу спалахне яскравим синім полум'ям (мал. 51). Відчується специфічний запах продукту цієї реакції — сірчистого газу:



Мал. 50.
Горіння
вуглинка в кисні

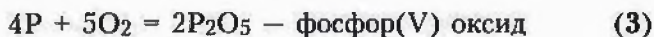


Мал. 51.
Горіння
сірки в кисні



Мал. 52.
Горіння
червоного фосфору
в кисні

Дослід 3. Спалювання червоного фосфору в кисні. Червоний фосфор — проста речовина темно-червоного кольору, нерозчинна у воді. Так само, як і сірку, спалимо в кисні червоний фосфор. При внесенні в колбу з киснем запаленого червоного фосфору він займається яскравим полум'ям (мал. 52):



Фосфор(V) оксид у вигляді пилоподібних частинок білого кольору швидко наповнює колбу, створюючи ефект диму. Поволі «дим» розсіюється, бо частинки осідають на стінках колби.

Усе це були приклади взаємодії кисню з простими речовинами неметалами і, як ви могли пересвідчитися, кожного разу з двох простих речовин утворювалася одна складна — **оксид**.

Реакції, у результаті яких з двох чи більше речовин утворюється одна речовина, називаються реакціями сполучення.

Продовжимо вивчати хімічні властивості кисню й проведемо реакцію з металом залізом. Ви добре знаєте, що в повітрі не горить навіть найтонша сталева голка, скільки її не тримай у полум'ї. А що як спалити голку в кисні?

Дослід 4. Спалювання заліза в кисні. Для проведення досліду здійснимо такі приготування. Дно колби, у якій будемо спалювати голку, до заповнення її киснем покриємо шаром піску. Це потрібно для того, щоб при спалюванні заліза розжарені тверді частинки продукту реакції не пошкодили скло. Тоненьку голку затиснемо у плакатне перо або встромимо у дерев'яну паличку тією її частиною, де розташоване вушко. На вістря голки настромимо сірник, підпалимо його й відразу почнемо повільно вносити голку в посудину з киснем. Залізо загоряється! Горіння відбувається дуже швидко й супроводжується потріскуванням та яскравими іскрами, що нагадують горіння бенгальських вогнів (мал. 53). Від голки в місці її закріплення залишається маленька оплавлена кулька.

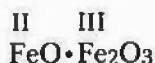


Мал. 53.
Горіння
заліза в кисні

Як і в попередніх дослідах, відбулася реакція сполучення:

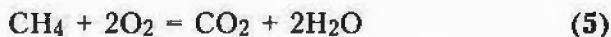


Утворена бінарна сполука Феруму з Оксигеном Fe_3O_4 цікава тим, що в ній один атом Феруму проявляє валентність 2, а два інші — 3. Це можна записати так:



Для проведення досліду замість голки можна взяти тонкий залізний дріт з прикріпленою на його кінці вуглинкою. Вуглинку розжарити в полум'ї спиртівки й опустити в посудину з киснем. Як і в досліді з голкою, дротинка згорає, наче бенгальський вогонь.

Взаємодія кисню з складними речовинами. Щоразу, запалюючи газову плитку, ми здійснюємо хімічну реакцію між метаном CH_4 — основною складовою частиною природного газу — та киснем:



Як бачимо, при взаємодії кисню зі складною речовиною метаном утворилися оксиди тих хімічних елементів, які входили до складу сполуки.

Це хімічне явище супроводжується двома фізичними явищами — світловим і тепловим. Під час його перебігу вміст кисню в квартирі зменшується, а вуглекислого газу, навпаки, збільшується. Ось чому провітрювати кухню краще необхідно.

Кожна з розглянутих реакцій супроводжувалася тим чи іншим фізичним явищем — світловим, тепловим, появою запаху чи утворенням речовин з іншим, ніж у реагентів, агрегатним станом. Звідси робимо висновок, що *супроводження реакції певними фізичними явищами свідчить про те, що хімічне явище відбулося.*

До типових ознак хімічних реакцій відносяться: виділення світла і тепла; утворення твердої речовини (випадання осаду); утворення газоподібної речовини (виділення газу).



Підведемо підсумки

- Кисень належить до активних речовин, тому що легко вступає у взаємодію майже з усіма неметалами, металами та багатьма складними речовинами.
- Унаслідок взаємодії кисню з речовинами утворюються оксиди тих хімічних елементів, які входять до складу речовини.
- Реакція сполучення — це реакція, під час якої з двох чи більше речовин утворюється одна.
- Хімічні явища супроводжуються явищами фізичними, зокрема, світловими, тепловими, появою речовин з агрегатним станом, відмінним від агрегатного стану реагентів.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

Незважаючи на високу активність кисню, існують речовини «байдужі» до нього, тобто хімічні реакції кисню з такими речовинами не відбуваються. Зокрема, це інертні, або благородні гази. Знайдіть у періодичній системі хімічних елементів

VIII групу. Вона починається хімічним елементом з порядковим номером 2 — Гелієм — He. В один стовпчик з ним записані символи наступних п'яти хімічних елементів: Неону — Ne, Аргону — Ar, Криптону — Kr, Ксенону — Xe, Радону — Rn. Усі вони існують у природі у вигляді простих речовин неметалів, котрі мають газоподібний агрегатний стан.

Інертні гази присутні в складі повітря в невеликій кількості (в 1 м³ повітря близько 9,4 л). Але через їхню неактивність ці речовини тривалий час не могли відкрити. І тільки в кінці XIX — на початку XX століття ученим удалося це зробити. Відтепер відомо, що до складу повітря, окрім азоту, кисню і вуглекислого газу, ще входять шість газоподібних речовин: гелій, неон, аргон, криптон, ксенон та радон.

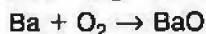
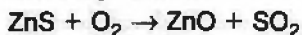
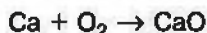
Мала активність інертних газів знайшла застосування в науці та промисловості. Так, щоб запобігти взаємодії металічних деталей електричних лампочок з киснем повітря, скляні балони наповнюють сумішшю азоту з інертними газами. Вечірнє місто сяє різнокольоровими вогнями завдяки інертним газам, якими заповнені скляні трубки реклам.

У 1962 році вперше була проведена реакція сполучення за участю інертного газу й одержано складну речовину. Нині таких сполук відомо понад двісті, у тому числі й з Оксигеном.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Схарактеризуйте хімічні властивості кисню.
2. Наведіть приклади реакцій розкладу та сполучення. У чому полягає відмінність між цими типами хімічних реакцій?
3. За наведеними схемами напишіть рівняння реакцій:



4. Напишіть рівняння реакцій кисню з такими складними речовинами:
 - а) сірководнем H₂S (в утвореному оксиді Сульфур чотиривалентний);
 - б) фосфіном PH₃ (в утвореному оксиді Фосфор п'ятивалентний);
 - в) пентаном C₅H₁₂ (в утвореному оксиді Карбон чотиривалентний).

§ 20. Окиснення, горіння.

Умови виникнення і припинення горіння



*Пригадайте
з природо-
знавства*

- Які явища дістали назву *теплових*
- Як дослідним шляхом довести, що повітря погано проводить тепло
- Який газ необхідний для дихання рослин, тварин і людини
- Яке значення для життєдіяльності живих організмів має дихання

У попередньому параграфі було розглянуто взаємодію неметалів, металів та складних речовин з киснем. І хоча це різні за своїм складом і властивостями речовини, для їх взаємодії з киснем існує спільна назва — **окиснення**. Придивіться до цієї назви, і ви зрозумієте її походження від назви простої речовини кисню.

Реакції окиснення, які супроводжуються виділенням тепла і світла, дістали назву реакцій горіння.

Горіння, як вам відомо, відбувається досить швидко. Щоразу, коли ми проводили спалювання речовин у колбі з киснем, стінки колби нагрівалися. Це доводить, що при горінні хімічна енергія перетворюється не лише на світлову, але й на теплову.

Та окиснення не завжди супроводжується виділенням світла. Пригадайте хоча б дослід з прожарюванням мідного дроту (мідної квітки). Там відбувалося не горіння, а **повільне окиснення**.

Для початку горіння речовину попередньо нагрівають. У відомих вам дослідах із сіркою та фосфором, перш ніж речовини починали горіти, їх теж деякий час нагрівали в полум'ї спиртівки. Причому в повітрі

горіння речовини відбувалося набагато повільніше, ніж у кисні. *Поміркуйте, у чому тут причина.*

Як ви думаєте, навіщо було нагрівати речовини? Річ у тім, що кожна речовина має певну **температуру займання**. Таку назву одержала температура, до якої слід нагріти речовину, щоб розпочалося її горіння.

У реакціях окиснення завжди виділяється тепло. Як вам уже відомо з природознавства та фізики, тепло передається від більш нагрітого тіла до менш нагрітого. У реакціях окиснення воно передається повітрю, реагентам та продуктам реакції, тобто розсіюється. При цьому можливі три варіанти:

- тепло виділяється швидше, ніж розсіюється;
- тепло виділяється повільніше, ніж розсіюється;
- швидкість виділення тепла дорівнює швидкості його розсіювання.

У *першому варіанті* для того, щоб окиснення відбувалося, достатньо лише попереднього нагрівання. Через нагрівання реагентів горіння прискорюється, температура підвищується (пригадайте, як багаття невдовзі після запалювання палає все сильніше) і віддача тепла збільшується. Зверніть увагу, що тут горючі речовини не перемішані з киснем повітря, а лише мають з ним поверхню зіткнення.

Непоодинокими під час горіння бувають *вибухи* горючих речовин, якщо вони змішані з киснем. Відомі випадки вибухів з руйнівними наслідками і

навіть людськими втратами, наприклад, у вугільних шахтах трапляються вибухи суміші повітря з метаном. Вибухонебезпечними є суміші з киснем цукрової пудри, борошна чи парів бензину.

У *другому варіанті* окиснення, що розпочалося під впливом нагрівання, буде продовжуватися, якщо нагрівання не припиняти. Причина проста — з припиненням нагрівання температура стає нижчою температури займання. Ви вже мали змогу спостерігати за таким окисненням, коли прожарювали в полум'ї спиртівки мідну квітку.

У *третьому варіанті* окиснення не припиняється, але виділення тепла також не спостерігається.

Досліджуючи горіння, учені винайшли способи ним керувати. Про це свідчать приклади безпечного згорання суміші пального з повітрям у двигунах автомобілів. Якщо б реакція окиснення у двигуні внутрішнього згорання лишалася некерованою, стався б вибух. У газових плитах для того, щоб окиснення відбувалося без вибуху, кількість подачі газу регулюється краном. Якщо ж кран забули закрити, а полум'я згасло, утворюється надзвичайно вибухонебезпечна суміш. У цьому випадку для вибуху достатньо лише ввімкнути світло, не кажучи вже про запалення сірника.

Можна навести безліч прикладів *повільного* окиснення речовин у природі. Це окиснення органічних речовин, що з їжею потрапляють в організми людей і тварин, гниття решток тваринних і рослинних організмів, іржавіння заліза тощо.

Реакції горіння та повільного окиснення можуть бути як корисними, так і шкідливими.

Спочатку розглянемо корисні. На теплових електростанціях горіння палива (вугілля, продуктів переробки нафти) використовують з метою перетворення теплової енергії на електричну. У двигунах автомобілів бензин спалюють, щоб перетворити хімічну енергію на механічну. На металургійних заводах (таку назву мають підприємства по виробництву металів з руд) багато реакцій відбувається завдяки горінню. Так, у виробництві заліза з руд присутнє спалювання коксу — високосортного вугілля. Корисним є горіння для проведення багаточисельних хімічних дослідів. На уроках хімії вам неодноразово доведеться нагрівати речовини в полум'ї спиртівки.

Зрештою, ми розпалюємо піч чи багаття під час відпочинку на природі для того, щоб приготувати їжу або зігрітися. Із часу відкриття кисню й до нині *горіння скіпки* — це зручний, простий та доступний *спосіб виявлення кисню*. У парниках, що їх закладають господарі присадибних ділянок, відбувається повільне окиснення перегною. Повільне окиснення присутнє в диханні рослин, тварин і людини. Завдяки йому організми одержують необхідну для їх життєдіяльності енергію і речовини для побудови тіла.

Та не завжди горіння й повільне окиснення виявляються корисними. Багато лиха й збитків завдають пожежі. Через повільне окиснення заліза псується машини та механізми. Особливо небезпечним є повільне окиснення в зерносховищах. Насіння, як вам відомо, також дихає. Коли насіння сухе, то його дихання відбувається повільно. Якщо ж вологість насіння перевищує норму, то повільне окиснення прискорюється, і з часом під впливом тепла, що виділяється, може статися **самозаймання**. Тобто речови-

ни не треба спеціально нагрівати чи підпалювати — вони самі починають горіти.

Щойно було розглянуто корисні та шкідливі приклади горіння речовин та його наслідки. Постає питання: що треба зробити, щоб реакція горіння відбувалася, та як необхідно діяти, аби горіння припинилося?

Для виникнення горіння потрібно: 1) забезпечити доступ повітря; 2) нагріти речовину до температури займання.

Для припинення горіння необхідно вилучити один із цих чинників, а саме: 1) припинити доступ повітря; 2) знизити температуру до рівня нижче температури займання речовини.

Для припинення доступу повітря використовують: а) пісок; б) вуглекислий газ, який з піною виділяється з вогнегасника, приведеного в робочий стан. Та найчастіше для припинення горіння використовують воду, яка дозволяє вилучити відразу обидва чинники: вона знижує температуру, а утворена водяна пара ускладнює доступ повітря.

Усі ці засоби припинення горіння придатні для використання в шкільному кабінеті хімії в разі непередбачуваного займання речовин чи предметів.



Підведемо підсумки

- Реакції за участю кисню належать до реакцій окиснення. Вони властиві простим і складним речовинам.
- Горіння — це реакції окиснення, що супроводжуються виділенням світла і тепла.
- Для того, щоб почалося горіння, речовини нагрівають до температури займання.
- Хімічні реакції використовуються не тільки як спосіб добування речовин, але і як джерело тепла й світла.
- У дбайливих руках горіння — надійний помічник, у недбалих — злий ворог.



СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Завдання. Якщо ви проживаєте в сільській місцевості або маєте дачну ділянку, спробуйте, заручившись підтримкою дорослих, закласти парничок.

Час від часу, вимірюючи температуру ґрунту, ви матимете змогу спостерігати за повільним окисненням перегною, а також зможете виростити ранню розсаду.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

Для проведення цікавого досліду під назвою «хустинка, що не горить у полум'ї», хустинку, перш ніж підпалити, змочують у холодній воді, потім — в ацетоні. Ацетон має низьку температуру займання, тому запаленого сірника достатньо, щоб полум'я вмиг охопило всю хустинку. Але після закінчення горіння хустинка лишається неушкодженою. Якщо не знати попередніх приготувань, то можна подумати, що вона незвичайна. У дійсності ж все набагато простіше. Тут одночасно присутні дві протилежні за наслідком умови горіння — умова виникнення горіння ацетону та умова перешкодження горінню хустинки. Справді, від самого початку реакції горіння хустинка була надійно захищена від займання, бо ж вода поглинає тепло, яке розсіюється під час горіння ацетону, і займання хустинки не відбувається.

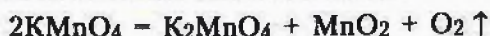


Переконайтеся в засвоєнні знань

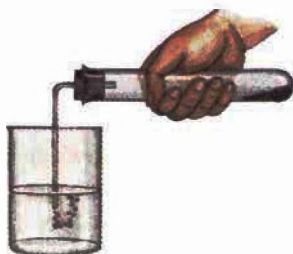
1. Що спільного та чим відрізняються горіння й повільне окиснення?
2. Наведіть приклади використання людиною горіння та повільного окиснення.
3. Які умови виникнення та припинення горіння ви знаєте?
4. Поясніть, чому в повітрі речовини горять повільніше, ніж у кисні?
- 5*. Користуючись додатковою літературою чи мережею «Інтернет», підготуйте розповідь про професію пожежника і сучасні засоби гасіння пожеж.

§ 21. Добування кисню з калій перманганату KMnO_4

Тверда буро-фіолетового кольору речовина калій перманганат KMnO_4 , яка, розчиняючись у воді, надає розчину фіолетового забарвлення, вам уже відома під назвою марганцівка. Калій перманганат KMnO_4 в природі не існує, тому його добувають штучно. Ця речовина широко використовується як дезинфікуючий засіб та як протиотрута для багатьох отруйних речовин, що можуть потрапити в організм тварин і людини. У хімічних лабораторіях з калій перманганату добувають кисень. Двох грамів перманганату калію вистачає для того, щоб наповнити киснем п'ять пробірок. Уже при температурі 250°C він розкладається з виділенням кисню:



Добуваючи газоподібні речовини лабораторним способом, завжди прагнуть якомога повніше їх зібрати, а втрати звести до мінімуму. Із цією метою прилад, складений для добування газу, перевіряють на герметичність. Роблять це дуже просто. Прилад тримають у долоні в тій його частині, де немає калій перманганату, а кінець газовідвідної трубки занурюють у посудину з водою. Повітря, що знаходиться в приладі над калій перманганатом, від тепла долоні розширюється і починає виділятися через газовідвідну трубку. Унаслідок цього в посудині з водою з'являються бульбашки повітря (мал. 54). Якщо вони відсутні, то це свідчить, що прилад зібраний негерметично і що втрати газу неминучі, а тому роботу з цим приладом починати недоцільно.



Мал. 54.
Перевірка приладу
для добування кисню
на герметичність

Дослід добування кисню з калій перманганату доволі зручний і доступний для проведення. Проте, як і будь-яка робота з речовинами та лабораторним посудом, він вимагає знання правил безпеки та бездоганного їх дотримання. Цей дослід ви проведете самостійно, виконавши практичну роботу 3, що описана в рубриці «Сторінка природодослідника».

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Практична робота 3. Добування кисню в лабораторії та вивчення його властивостей.

Мета: самостійно одержати кисень лабораторним способом та дослідити його властивості.

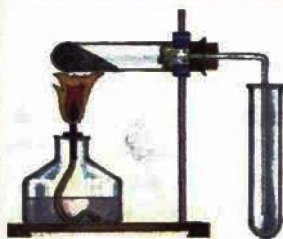
Для проведення роботи вам знадобляться: калій перманганат, вапняна вода, штатив, термостійка пробірка, спиртівка, пробка з вигнутою газовідвідною трубкою, циліндр або хімічний стакан, спиртівка, аркуш цупкого паперу чи скляна пластинка, скіпка, вуглинка, металева ложечка, сірники.

Дослід 1. Добування та збирання кисню

Дія 1. Підготуйте прилад для добування та збирання кисню витісненням повітря (мал. 55).

Дія 2. Перевірте прилад на герметичність.

Дія 3. У суху пробірку насипте приблизно на $\frac{1}{5}$ її об'єму калій перманганату. Тримавши пробірку горизонтально, покладіть біля її отвору пухкий жмут вати (це для того, щоб кристалики марганцівки, підхоплені киснем, що виділятиметься, не видалялися з пробірки). *Будьте уважні!* Вата має бути досить пухкою, інакше вона



Мал. 55.
Добування кисню з
калій перманганату
та збирання його
витісненням повітря



не лише затримуватиме калій перманганат, а й заважатиме вільному виходу кисню. Щільно закрийте пробірку пробкою з газовідвідною трубкою.

Дія 4. Закріпіть пробірку у лапці штатива так, щоб кінець газовідвідної трубки майже торкався дна посудини (хімічного стакана або циліндра) для збирання кисню.

Дія 5. Запаліть спиртівку й починайте нагрівати пробірку, дотримуючись таких правил: спочатку прогрійте пробірку по всій її довжині, потім — ту її частину, де знаходиться калій перманганат. Спостерігайте, які зміни відбуваються з марганцівкою.

Дія 6. Наповнення посудини киснем перевірте тліючою скіпкою, піднесеною до краю посудини. Якщо скіпка яскраво спалахує, припиніть нагрівання.

Дія 7. Щойно посудина заповниться киснем, накрийте її аркушем цупкого паперу чи скляною пластинкою, простеживши, щоб вони щільно прилягали до її отвору. Зібраний кисень використайте для проведення досліду 2.

Дослід 2. Вивчення властивості кисню підтримувати горіння

Дія 1. У залізну ложечку покладіть шматочок деревного вугілля і розжарте його в полум'ї спиртівки.

Дія 2. Внесіть ложечку з розжареною вуглинкою у посудину з киснем. Спостерігайте за горінням. Порівняйте, як горіла вуглинка на повітрі з тим, як вона горить у кисні. Де, за вашими спостереженнями, горіння відбувається інтенсивніше — у повітрі чи в кисні? *Спробуйте пояснити чому.*

Дія 3. Після закінчення горіння вийміть ложечку, а в посудину налейте 2-3 мл вапняної води й збовтайте її, начебто ви споліскуєте посудину. Спостерігайте за змінами, що відбуваються з рідиною. Про що вони свідчать?

Дія 4. Оформіть звіт про виконану роботу, у якому:

- опишіть та поясніть результати спостережень по кожному з проведених дослідів;
- напишіть рівняння реакцій розкладу калій пермангнату та горіння деревного вугілля в кисні;
- укажіть, які фізичні і хімічні властивості кисню були виявлені та використані під час проведення практичної роботи;
- зазначте фізичні та хімічні явища, що відбувалися під час виконання практичної роботи.

Дія 5. Зробіть висновок про те:

- які знання про добування кисню та його властивості, умови виникнення та припинення горіння треба мати, щоб виконати цю практичну роботу;

Na

H

S

Cl

O

Cu

C

Fe



б) наскільки активною речовиною є кисень та в чому це виявляється;

в) формуванню яких експериментальних умінь сприяло виконання практичної роботи.

§ 22. Найважливіші оксиди



Пригадайте з природознавства

- Для чого потрібна вода рослинам
- Роль води у неживій природі, колообіг води
- З чого складається ґрунт
- Що називають корисними копалинами

Вивчаючи окиснення, ви переконалися в тому, яку важливу роль воно відіграє в природі та промисловості, дізнались, що внаслідок взаємодії кисню з речовинами утворюються оксиди. Існують також природні оксиди, що утворилися на нашій планеті дуже давно. Ознайомимось з найважливішими з них.

Вода, або гідроген оксид H_2O , — це найпоширеніший оксид на Землі, що зустрічається в природі в твердому, рідкому та газоподібному агрегатних станах. Властивість води розчиняти речовини робить її життєво необхідною для організмів та обов'язковим учасником багатьох реакцій, що здійснюються в хімічному, фармацевтичному виробництвах, харчовій промисловості, побуті тощо. Без води в рослину не надходили б поживні речовини з ґрунту. Вона бере участь майже в усіх реакціях, що відбуваються в живих клітинах рослин, тварин і людини.

З одного боку, запаси води на нашій планеті невичерпні. З іншого боку, уже зараз відчувається її дефіцит (нестача). Сказане стосується прісної води, тобто несолоної, бо лише така вода придатна для

вживання в їжу, поливу полів і садів, напування худоби. Людська діяльність потребує здійснення природоохоронних заходів для збереження водних ресурсів планети.

За хімічними властивостями вода належить до активних речовин. Так, вона реагує (взаємодіє) з металами, багатьма оксидами металів та неметалів, утворюючи різні неорганічні речовини.

Силіцій(IV) оксид, або кремнезем SiO_2 , — це тверда кристалічна речовина. SiO_2 найбільш поширений у вигляді мінералу *кварцу*, який є основою складовою частиною піску та граніту. Очевидно, вам доводилось бачити пісок білого й жовтуватого кольору. Жовтуватий колір йому надають оксиди Феруму. Домішки деяких речовин зумовлюють різне забарвлення кристалів кварцу. Так з'явилися мінерали, які використовуються для

виготовлення ювелірних прикрас — гірський криштал, аметист, цитрин, агат, яшма тощо.

З географії вам відомо, що вода є складовою гідросфери, а силіцій(IV) оксид — це речовина, на яку припадає основна маса літосфери.

З чистого кварцевого піску виготовляють прозоре кварцеве скло, яке в порівнянні із звичайним віконним склом термічно і хімічно стійкіше. Завдяки цим властивостям кварцеве скло знаходить застосування у виготовленні спеціального хімічного посуду та лабораторних приладів, у тому числі ультрафіолетових ламп. З річкового піску різного ступеня чистоти виготовляють звичайне скло, порцеляну, будівельні суміші. Без кристалів кварцу не обійтися при виготовленні кварцевих годинників.

Алюміній оксид, або глинозем Al_2O_3 , — тверда тугоплавка речовина, яка входить до складу глини та бокситів — основних руд Алюмінію. Це найбільш поширена в природі сполука Алюмінію, з якої його добувають у промисловості. Вміст хімічного елемента Алюмінію в земній корі становить 8,8%, тобто він найпоширеніший у природі металічний елемент.

Основне використання Al_2O_3 знаходить у виробництві алюмінію — «крилатого металу», що дістав таку назву завдяки тому, що він незамінний у літакобудуванні та виробництві ракет.

Ферум(II) оксид FeO , Ферум(III) оксид Fe_2O_3 та залізна окалина Fe_3O_4 входять до складу залізних руд (бурого залізняку, червоного залізняку, магнітного залізняку відповідно), з яких добувають залізо, а точніше його сплави — чавун та сталь, що містять невеликі кількості домішок інших речовин. Fe_2O_3 також використовується для виробництва фарб і кольорового скла. Ці оксиди забезпечили Феруму друге місце серед металічних хімічних елементів за поширенням у земній корі.

Поблизу Кривого Рогу знаходяться величезні поклади червоного залізняку. На заводі Криворіжсталь з нього виплавляють чавун та сталь. Магнітний залізняк дістав таку назву за його магнітні властивості.

Карбон(IV) оксид, або вуглекислий газ CO_2 , — газоподібна речовина без запаху та кольору, майже в 1,5 рази важча за повітря. При кімнатній температурі в 1 л води розчиняється 1 л або близько 2 г вуглекислого газу. Його розчинність, як і всіх газоподібних речовин, зростає зі зниженням температури та з підвищенням тиску. Останнім користуються у виробництві шипучих напоїв, оскільки насичення вуглекислим газом консервує воду, продовжує термін зберігання її якості. Після води це найпоширеніший оксид неметалу в природі. Вуглекислого газу найбільше в атмосфері — повітряній оболонці Землі. Надходження вуглекислого газу в повітря відбувається в результаті дихання живих організмів, горіння різноманітного палива, гниття відмерлих решток рослин і тварин.

Завдяки фотосинтезу вуглекислий газ постійно поглинається рослинами, що сприяє підтриманню його постійного вмісту на рівні не вище $\approx 0,03\%$ від об'єму повітря. Відомо також, що атмосфера Венери на 95% складається з вуглекислого газу.

З роками зелених насаджень стає менше, тоді як викиди вуглекислого газу в атмосферу автомобілями, теплоелектростанціями, заводами, фабри-

ками збільшуються. І це не може не турбувати нас, жителів планети Земля, оскільки збільшення вмісту вуглекислого газу в повітрі погіршує здоров'я людини та змінює, на думку вчених, клімат на планеті.

Вуглекислий газ не горить, тобто не окиснюється і не підтримує горіння. Ці його властивості широко використовуються для гасіння пожеж.

Окрім оксидів, розглянутих у цьому параграфі, у природі зустрічаються й інші. Серед них переважають тверді речовини, хоча також існують газоподібні й рідкі. На сьогодні їхні властивості добре вивчені. Оксиди широко застосовуються в різних галузях виробництва.



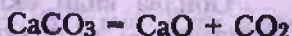
Підведемо підсумки

- До найпоширеніших природних оксидів належать H_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CO_2 .
- Основні оксиди літосфери — SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , гідросфери — H_2O , атмосфери — CO_2 .
- Природні оксиди становлять цінність для хімічних виробництв і знаходять безпосереднє застосування в житті людини.

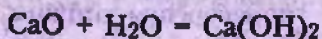


СТОРІНКА ЕРУДИТА

У промисловості із гірських порід вапняку та крейди, основною складовою частиною яких є кальцій карбонат CaCO_3 , добувають кальцій оксид CaO , або *негашене вапно*. Серед штучно добутих оксидів він має найбільше застосування. Для видобутку негашеного вапна в спеціальних печах при температурі близько 1000°C вапняк чи крейду піддають реакції розкладу:



Негашене вапно CaO використовують для одержання нових речовин, а також у будівництві як основу в'язучих матеріалів. Для цього його спочатку «гасять» (додають воду) й перетворюють у *гашене вапно* Ca(OH)_2 :



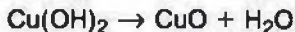
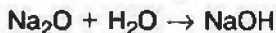
Вам ця речовина теж відома, бо її прозорий водний розчин — *вапняну воду* — ми використовували для виявлення вуглекислого газу.

З гашеного вапна, піску та води готують суміш під назвою *вапняний розчин*, застосування якого в будівництві засновано на властивості вапняної води (гашеного вапна) взаємодіяти з вуглекислим газом й утворювати нерозчинний та міцний кальцій карбонат CaCO_3 .



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. За наведеними схемами напишіть рівняння реакцій, зазначте серед них реакції розкладу та реакції сполучення:



Прочитайте рівняння реакцій після того, як ви їх урівняли.

2. Обчисліть масові частки Оксигену в H_2O , SiO_2 , Al_2O_3 .
3. Поміркуйте, чи однаковий вміст вуглекислого газу в атмосфері великих міст та сільських населених пунктів.
4. На основі знань з географії підготуйте розповідь про поширення води на Землі та перебування цієї речовини в природі в різних агрегатних станах.
- 5*. До фізичних чи хімічних явищ належать зміни, яких зазнає гашене вапно $\text{Ca}(\text{OH})_2$, що в складі вапняного розчину використовується на будівництві. Відповідь обґрунтуйте.

§ 23. Застосування кисню, його біологічна роль. Колообіг Оксигену



**Пригадайте
з природо-
знавства**

- Які органи дихання тварин ви знаєте
- Що відбувається в клітинах організмів унаслідок дихання
- Гумус та його значення
- Що таке ланцюги живлення
- Планети Сонячної системи
- Склад і межі біосфери

Застосування кисню засновано на його хімічних властивостях та обумовлено високою хімічною активністю цієї речовини.

Обидва види окиснення — *горіння та повільне окиснення* — знаходять широке застосування в господарській діяльності людини (мал. 56). Так, кисень у складі повітря у великих кількостях використовується в металургії для виробництва металів і їх сплавів, а також у різних галузях хімічної промисловості для прискорення хімічних реакцій. *Пригадайте, наскільки швидше й інтенсивніше відбувалося горіння речовин у кисні порівняно з їх горінням у повітрі.* Тому збагачуючи киснем повітря, що подається у піч, де проводять окиснення речовин, досягають підвищення температури і тим самим забезпечують швидке проведення реакцій.

Двигуни автомобілів доречно названо «двигунами внутрішнього згорання». Одержуване з нафти паливо — бензин, гас, дизельне паливо, пропан-бутанова суміш, а також екологічно чистий вид пального — газ

водень піддаються у двигуні регульованому окисненню.

На теплових електростанціях горіння вугілля чи природного газу в кисні повітря дозволяє перетворювати теплову енергію на електричну. Для опалення більшості приватних будинків використовують різні види палива — природний газ, вугілля, торф або дрова, горіння яких відбувається за участю повітря.

Кисень застосовують у виробництві сульфатної, нітратної, оцтової кислот, нітратних і фосфатних добрив, а також багатьох інших органічних і неорганічних речовин.

Вам, очевидно, доводилося бачити ацетиленово-кисневе різання чи зварювання металів та чути застереження не затримувати погляд на його сліпучому біло-синьому полум'ї. (Застереження слухне, бо це яскраве світло вкрай шкідливе для зору. Тому зварювальники під час роботи завжди прикривають очі захисною маскою). Різання та зварювання металів названо ацетиленово-кисневим через те, що в апараті здійснюють горіння газоподібної речовини ацетилену C_2H_2 не в повітрі, а в кисні. Від цього температура полум'я досягає $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$. А оскільки температура плавлення заліза майже вдвічі менша, то це дозволяє різати листи сталі, сталеві або чавунні труби чи рейки, зварювати окремі частини виробів.

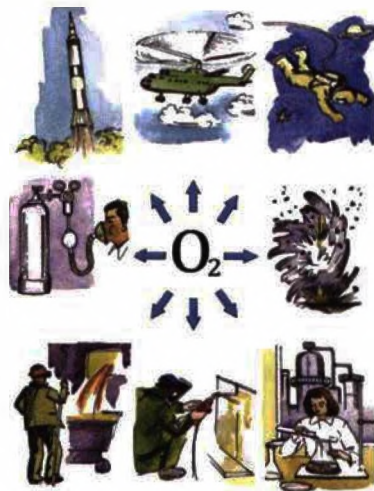
Рідкий кисень теж знаходить своє застосування. Наприклад, без нього не можна обійтися при прокладанні доріг у горах, тунелів у скелях і видобуванні руд у відкритих кар'єрах. У цьому випадку використання рідкого кисню полягає в тому, що пористі легкозаймисті матеріали просочують ним й одержують таким чином вибухівку.

Ракети, як відомо, літають на такій висоті, де повітря зовсім мало. Тому для спалювання в їхніх двигунах ракетного палива використовується рідкий кисень.

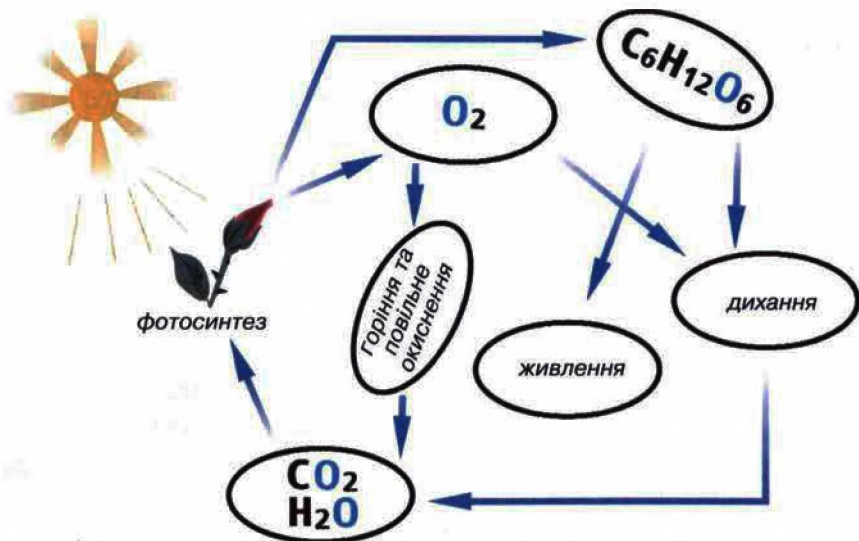
Земля — єдина в Сонячній системі планета, що має повітряну оболонку. Життя на Землі існує завдяки тому, що кисень становить приблизно п'яту частину складу повітря і бере участь у перетворенні речовин та енергії в природі.

Якщо при деяких захворюваннях утруднюється надходження кисню в організм людини, то для насичення його киснем використовують кисневі маски чи кисневі подушки. У санаторіях відпочиваючим для оздоровлення організму призначають кисневу пінку або кисневі коктейлі. Кисневі маски обов'язкові у спорядженні альпіністів, аквалангістів і космонавтів (при виході останніх у відкритий космос).

У великій кількості кисень витрачається на гниття решток відмерлих рослинних і тваринних організмів. Унаслідок цього ґрунт збагачується гумусом, а навколишнє середовище уникає забруднення.



Мал. 56.
Застосування кисню



Мал. 57. Колообіг Оксигену в природі

Розглянуті приклади доводять, що в природі весь час витрачаються величезні об'єми кисню. І якби кисень не поповнювався, то досить швидко склад атмосфери Землі змінився б настільки, що став би непридатним для життя. Це не трапилося і не трапиться доти, доки існуватимуть «природні заводи» по виробництву кисню — зелені рослини та зелені водорості. Завдяки їх фотосинтезуючій діяльності кисень, використаний на реакції окиснення, що мають місце в природі та господарській діяльності людини, знову повертається в атмосферу. Об'єднавши всі ці процеси в єдине ціле, маємо **колообіг Оксигену** в природі (мал. 57). Пригадайте з математики, яку фігуру називають колом.

Колообіг речовин — це послідовне переміщення в біосфері хімічних елементів, з яких вони утворилися, за участю тіл живої та неживої природи.

Розпочнемо розгляд колообігу Оксигену з того моменту, коли повітря під час вдиху надходить у живі організми. В органах дихання (легенях, зябрах, трахеях) відбувається проникнення кисню в кров, яка доносить його до всіх клітин. У клітинах кисень бере участь у повільному окисненні органічних речовин. Цей процес завершується виділенням енергії, утворенням вуглекислого газу та води, а також нових молекул оксигеновмісних органічних речовин, властивих даному організму.

Воду та вуглекислий газ, що утворилися під час дихання, кров транспортує до органів дихання, де вони видихаються в повітря. До речі, якщо в повітрі, яке людина вдихає, вміст вуглекислого газу дорівнює 0,03%, то в повітрі, що видихається, його вже майже 5%, тобто у 160 разів більше.

Після відмирання організму його рештки зазнають *повільного окиснення*, одним з продуктів якого є CO_2 . У його складі Оксиген знову повертається в атмосферу.

Щойно ми розглянули одну частину колообігу Оксигену. Друга полягає в тому, що Оксиген, який у складі молекул вуглекислого газу виділився організмами в атмосферу, утворився внаслідок горіння різних видів палива, а також

Оксиген, що надійшов до рослинного організму в складі води, яку поглинає корінь рослини, стає учасником фотосинтезу. Він витрачається на утворення відразу двох нових речовин, до складу яких входять атоми Оксигену — *глюкози* та *кисню*. Глюкоза надасть соковитим плодам солодкого смаку, частина її перетвориться на крохмаль та целюлозу, частина візьме участь в утворенні білків і жирів. А *кисень* виділиться в атмосферу. Коло замкнеться.

Та на цьому переміщення атомів Оксигену в живій природі не закінчується. При споживанні рослинної їжі травоядними та всеїдними тваринами атоми Оксигену в складі органічних речовин потрапляють до їх організмів, і в дію знову вступає перша частина колообігу — окиснення органічних речовин.

Ланцюгами живлення атоми Оксигену переходять від рослин до тварин. Молекули кисню весь час надходять в організми завдяки газообміну, що відбувається в органах дихання. Проте хвилювання щодо вичерпності кисню в атмосфері безпідставні. Доки відбуватиметься фотосинтез, колообіг Оксигену не припиниться, бо весь час рослини та зелені водорості будуть продукувати кисень та окисеновмісні органічні речовини.

Таким чином, колообіг хімічного елемента Оксигену в природі полягає в його надходженні із зовнішнього середовища (грунту, атмосфери, продуктів живлення) в організми для участі в окисненні органічних сполук з утворенням неорганічних речовин CO_2 та H_2O , що знову повертаються в зовнішнє середовище.



Підведемо підсумки

- Реакції окиснення визначають застосування кисню в багатьох галузях виробництва та медицині.
- У природі одні хімічні реакції спрямовані на зв'язування атомів Оксигену і перетворення його в сполуки, інші — на вивільнення Оксигену у вигляді простої речовини кисню. Так відбувається колообіг Оксигену в природі.
- Оксиген — це хімічний елемент, що входить до складу всіх організмів і необхідний для їх життєдіяльності.
- Завдяки фотосинтезу підтримується постійний вміст кисню в атмосфері.
- Оксиген переходить з одних організмів в інші по ланцюгах живлення та в процесі дихання.



СТОРІНКА ЕРУДИТА

Як було зазначено в тексті цього параграфа, ацетилен має формулу C_2H_2 . За відомими вам правилами визначення валентності можна було б сказати, що Карбон тут одновалентний. У дійсності це не так. В усіх органічних речовинах Карбон чотиривалентний. Це тому, що його атоми здатні сполучатися між собою.

Покажемо, як сполучені атоми в молекулі ацетилену та що він чотиривалентний, скориставшись умовним позначенням валентності рисками (кожна риска означає одну одиницю валентності):



При спалюванні ацетилену відбувається така реакція:



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Назвіть галузі застосування кисню.
2. Яку участь у колообігу Оксигену беруть рослини та зелені водорості?
3. Наведіть приклад ланцюга живлення та опишіть, як у ньому відбувається переміщення Оксигену.
4. Поясніть, як відбувається колообіг Оксигену в природі.
5. Поміркуйте, чому дихання іноді називають повільним горінням без полум'я. Які продукти утворюються в процесі дихання?
- 6*. Пропан-бутанова суміш, що складається з газоподібних органічних речовин пропану C_3H_8 і бутану C_4H_{10} , є одним з видів пального. Напишіть рівняння реакції горіння кожної з цих речовин.

§ 24. Ферум та залізо. Властивості, поширення та застосування заліза



Пригадайте з природознавства

- Що таке магніти
- Які явища називають магнітними
- Приклади малих небесних тіл

У періодичній системі хімічний елемент Ферум розташований під номером 26, тож ядро його атома містить 26 *протонів* і має заряд +26. Порядковий номер також вказує на те, що в атомі Феруму міститься 26 електронів, а їх сумарний *негативний заряд* становить -26. Відносна атомна маса Феруму округлено дорівнює 56. Крім протонів, у ядрі містяться незаряджені частинки — *нейтрони*. У різновидності атомів Феруму з відносною атомною масою 56 їх 30 (від відносної атомної маси 56 віднімаємо порядковий номер 26 і одержуємо 30). Ферум належить до металічних хімічних елементів і розташований у восьмій групі періодичної системи.

Поширення Феруму в природі. За поширенням у природі Ферум посідає друге місце серед металічних елементів. Якщо ж брати до уваги всі хімічні елементи, то Ферум буде на четвертому місці, хоча вміст його у земній корі у відсотковому відношенні (5,1%) може видатись невеликим порівняно з вмістом у ній Оксигену чи Силіцію. Але мова йде лише про зовнішню оболонку Землі. Ядро ж нашої планети, на думку вчених, складається переважно із заліза.

Крім залізних руд, з якими ви познайомилися у § 22, у природі існують ще й інші руди, що містять Ферум.

Ферум належить до життєво необхідних хімічних елементів. Без його участі як каталізатора не утворювався б хлорофіл, а кров риб, птахів та ссавців не могла б транспортувати кисень до клітин. Червоного кольору крові надає речовина гемоглобін, що містить у своєму складі йони Феруму та має виключно важливу для життєдіяльності організмів властивість: в органах дихання з'єднуватися з киснем, а в клітинах віддавати його.

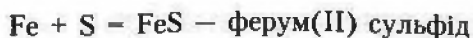
Проста речовина залізо та її фізичні властивості. На відміну від Оксигену, атоми Феруму не сполучаються в молекули. Отже, залізо, це проста речовина немоллекулярної будови.

Особливістю атомів металів є те, що частина їх електронів втрачає зв'язок з ядром свого атома й вільно переміщується в металі, зумовлюючи цим його теплопровідність, електропровідність і пластичність. У заліза є ще одна, лише йому притаманна, властивість — притягуватися магнітом.

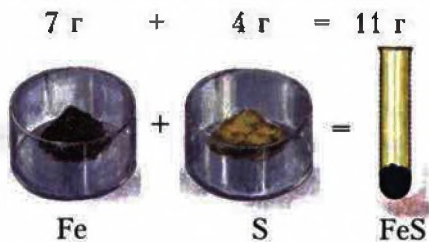
Про такі властивості заліза, як агрегатний стан, колір, пластичність та теплопровідність ви дізнаєтеся, розглядаючи зразки заліза та вироби з нього під час виконання *лабораторного дослідю 4*. Його опис ви знайдете в кінці параграфа в рубриці «Сторінка природодослідника». Для з'ясування густини, температури плавлення та температури кипіння заліза скористаємося даними довідкової літератури. У ній зазначено, що густина заліза дорівнює $7,87 \text{ г/см}^3$, $T_{\text{пл}} = 1559^\circ\text{C}$, $T_{\text{кип}} = 2750^\circ\text{C}$. Цікавим є той факт, що при нагріванні до температури близько 800°C залізо втрачає свої магнітні властивості.

Залізо добре проводить тепло та електричний струм, хоча за цією властивістю й поступається таким металам, як срібло, мідь та алюміній.

Хімічні властивості заліза. Властивість заліза горіти в кисні з утворенням залізної окалини Fe_3O_4 вам вже відома. Окрім кисню, воно вступає в реакцію сполучення з іншими неметалами, наприклад, сіркою (мал. 58). Між залізом і сіркою відбувається реакція:



Для проведення хімічних реакцій важливо знати, яку масу реагентів необхідно брати, щоб вони повністю прореагували. Це важливо тому, що *хімічний склад речовини залишається постійним, незалежно від способу її одержання*. На початку XIX ст. першим



Мал. 58.

Ілюстрація до реакції сполучення заліза з сіркою

цю закономірність помітив французький хімік Жозеф Луї Пруст. Сьогодні вона відома як **закон сталості складу речовин**.

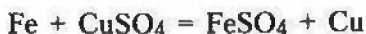
Склад ферум(II) сульфіді позначається формулою FeS, отже у цій речовині на 1 атом Феруму припадає 1 атом Сульфуру. Виходячи з того, що $A_r(\text{Fe}) = 56$, $A_r(\text{S}) = 32$, запишемо співвідношення їхніх мас: **56:32**, а скоротивши ці числа на спільне кратне 8, отримаємо співвідношення мас **7:4**. Таким чином, якщо залізо і сірку брати для реакції в такому відношенні мас, то в 7 г заліза буде стільки атомів Феруму, скільки їх потрібно, щоб без залишку прореагувати з сіркою масою 4 г.

Виходячи з цього, для проведення хімічної реакції між залізом і сіркою зважимо 7 г заліза та 4 г сірки, попередньо перевіривши, чи притягується сірка магнітом. Ретельно перемішаємо речовини, отриману суміш помістимо в пробірку та проведемо нагрівання. Через деякий час суміш розігрівается настільки, що реакція продовжується без додаткового нагрівання.

Співвідношення мас вказує на те, що маса нової речовини ферум(II) сульфіді дорівнює 11 г: $7 \text{ г} + 4 \text{ г} = 11 \text{ г}$.

Щоб дістати продукт реакції, пробірку доведеться розбити. Колір утвореного ферум(II) сульфіді відрізняється від жовтого кольору сірки та сірого кольору порошкоподібного заліза. Доторкнувшись до ферум(II) сульфіді магнітом, ми не виявимо в нього магнітних властивостей. Зміна кольору і втрата властивості притягуватись магнітом свідчать про утворення нової речовини.

Для проведення наступного досліду візьмемо розчин мідного купоросу та опустимо в нього сталеві скріпки. Через кілька хвилин скріпки набудуть рожево-червоного кольору, а розчин посвітлішає. Зміна кольору вказує на те, що відбулося хімічне явище. Запишемо його хімічним рівнянням:



З хімічного рівняння ви, очевидно, здогадалися, звідки в сріблясто-білих скріпок з'явився рожево-червоний колір. Дійсно, серед продуктів реакції є проста речовина мідь, яка осіла на поверхні скріпок.

Розглянута реакція не схожа на реакцію *сполучення* чи *розкладу*. Це дійсно так, бо кількість речовин *до* та *після* реакції лишилася незмінною. Проте утворення нових речовин свідчить, що відбулося хімічне явище. У даному випадку маємо справу з новим типом хімічних реакцій — реакцією **заміщення**.

Реакція заміщення — це реакція між простою та складною речовиною, унаслідок якої утворюються нова проста й нова складна речовини.

Застосування заліза. Залізо належить до здавна відомих металів. Спочатку людина використовувала уламки заліза, яке потрапляло на Землю в складі метеоритів, а пізніше винайшла способи видобування його з залізних руд, на поклади яких багата наша планета. Сталося це на початку першого тисячоліття до нашої ери. Нині не існує такого металу, на який би був більший попит, ніж на залізо. За цим металом міцно закріпилася першість з виробництва та використання.

Найбільше заліза використовують у вигляді **чавуну** і **сталі**. Таку назву мають сплави заліза, що містять домішки вуглецю, а також сірки, фосфо-

ру та деяких інших речовин. У чавуні частка домішок становить приблизно 4%, у сталі їх менше — до 2%.

На малюнку 59 ви бачите вироби із чавуну та сталі.

Подумайте і наведіть свої приклади, де і як використовується залізо.

Залізо у вигляді чавуну та сталі (якщо тільки до сталі не додають спеціальні добавки) на повітрі за наявності води досить швидко *окиснюється*. Таке окиснення заліза називається **іржавінням**, а продукт цієї реакції — **іржею**.



З рівняння реакції бачимо, що іржа — це продукт взаємодії заліза з водою і киснем. Унаслідок цієї взаємодії залізні вироби псуються і можуть зовсім зруйнуватися. Щоб захистити залізо від руйнівної дії *іржавіння*, на вироби наносять металеві покриття з цинку та нікелю, які активніші, ніж залізо. Використовують також неметалеві покриття емалями, лаками, фарбами, смолами тощо.

Спостерігати за іржавінням заліза можна під час такого досліду. Вимиті в теплій воді з мийним засобом залізні цвяхи загортають у вологу ганчірку і кладуть на дно банки, яку закривають кришкою. Через кілька днів дістають і бачать, що цвяхи втратили свій сріблясто-сірий колір, бо на них з'явилася темно-коричнева іржа.



Мал. 59.
Вироби із чавуну та сталі



Підведемо підсумки

- За поширенням у земній корі Ферум займає 4 місце серед усіх хімічних елементів і 2 місце серед металічних.
- Залізо проявляє типові фізичні властивості металів та має властивість притягуватися магнітом.
- Залізо — досить активний метал, який може сполучатися з киснем та іншими неметалами, а також вступати в реакції заміщення зі складними речовинами.
- Іржавіння — це псування заліза внаслідок його повільного окиснення в присутності води.
- Широке використання заліза в різних галузях промисловості та повсякденному житті людини ґрунтується на його *фізичних* властивостях.
- Одним із способів захисту заліза від іржавіння це покриття його різними речовинами.

СТОРІНКА ПРИРОДОДОСЛІДНИКА

Лабораторний дослід 4. Вивчення фізичних властивостей заліза.

Для проведення дослідів вам знадобляться: залізний порошок, залізна пластинка, залізні ошурки, магніт, пісок, стакан з холодною та стакан з гарячою водою, вироби із заліза та його сплавів, наприклад, чайна ложка, цвяхи, шурупи, скріпки або кнопки.

Дія 1. Розгляньте зразки виданих вам залізного порошку, залізних ошурків та залізної пластинки. Якого вони кольору? Перевірте, як діє на них магніт.

Дія 2. Обережно опустіть сталеві скріпки в стакан з водою. Потонули вони чи ні? Який висновок щодо густини заліза та його сплавів можна зробити на підставі результату спостереження?

Дія 3. У стакані з гарячою водою потримайте дві чайні ложки — одну залізну, другу — пластмасову. Яка з них швидше передала тепло гарячій води вашій руці? Який висновок можна зробити щодо теплопровідності заліза та його сплавів?

Дія 4. Візьміть сталеву скріпку й спробуйте її розігнути. Чи багато зусиль знадобилося вам для цього? Про яку фізичну властивість заліза свідчить цей дослід?

Дія 5. Приготуйте суміш піску та залізних ошурків, а потім піднесіть до неї магніт. Чи зберігає залізо свої фізичні властивості, перебуваючи в суміші з піском?

За результатами проведеного дослідження зробіть висновки про фізичні властивості заліза.

Na

H

S

Cl

O

Cu



СТОРІНКА ЕРУДИТА

Слід зазначити, що залізо високого ступеня чистоти хімічно малоактивне. Так, поблизу столиці Індії міста Делі височить залізна колона заввишки 7 м і масою 6,5 т без найменших ознак іржавіння, хоча вона встановлена майже 2800 років тому, а в повітрі достатньо кисню та вологи. Виявляється, що колона виготовлена з дуже чистого заліза (передбачають, що воно має метеоритне походження). Вміст домішок у ньому становить лише 0,28%. Це доводить, що чим менше в залізі домішок, тим воно хімічно стійкіше.



Переконайтеся в засвоєнні знань

1. Дайте характеристику фізичних властивостей заліза, опишіть поширення Феруму в природі.
2. До яких наслідків призводить іржавіння заліза та як їх уникнути?
3. Обчисліть масову частку Феруму в складі таких його сполук з Оксигеном: FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 .
4. Серед зазначених явищ укажіть фізичні та хімічні:
 - а) витягування заліза в дріт;
 - б) поява іржі на залізному предметі;
 - в) прокатування сталі в листи;
 - г) набуття рожево-червоного кольору зануреної в розчин мідного купоросу залізної пластинки;
 - д) покриття заліза захисним шаром цинку.
- 5*. Для добування ферум(II) сульфід FeS приготували суміш із 35 г заліза та 25 г сірки. Чи буде вміст пробірки притягуватися магнітом після реакції? Відповідь мотивуйте.
- 6*. На основі знань з природознавства і фізики запропонуйте спосіб визначення густини залізного сплаву, з якого виготовлено чайну ложку.

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Завершується перший рік вивчення хімії. Отже, початок є, а подальші кроки в цікавий світ цієї науки ви зробите вже в наступному році. Тож виникає потреба *узагальнити* набуті протягом багатьох уроків знання, тобто підвести підсумки, зробити висновки у вигляді загальних положень.

Положення перше. Хімія — це наука про речовини, їхні властивості та взаємне перетворення.

Залежно від якісного та кількісного складу речовин, їх поділяють на прості й складні. Відмінність між ними полягає в тому, що прості речовини утворюються атомами одного хімічного елемента, а складні — атомами різних елементів. Беручи за основу фізичні властивості простих речовин, їх класифікують як метали й неметали. Складні речовини об'єднують у дві великі групи — неорганічні та органічні речовини. У живій природі переважають органічні речовини, у неживій — неорганічні.

Положення друге. Без проведення хімічного експерименту та спостереження вивчати речовини неможливо, інакше хімія залишиться описовою наукою, якою вона була в складі стародавньої філософії. Тому вчені проводять численні досліді, для яких розробляють різноманітні прилади. Отже, хімія — це експериментальна наука.

Положення третє. Оскільки частинки, з яких складаються речовини (атоми, молекули, йони), надзвичайно малі за розмірами й абсолютною масою, здійснювати з ними математичні обчислення вкрай незручно, тому користуються відносною атомною (A_r) та відносною молекулярною (M_r) масою. Вони є цілими числами і вказують на співвідношення абсолютних мас атомів, молекул та йонів. Це дозволяє порівнювати маси як окремих атомів, так і речовин, а також виконувати математичні обчислення, що стосуються кількісного складу речовин.

Положення четверте. Хімічні знання алхіміків залишилися таємницею не лише тому, що їх усіляко приховували, але й через те, що алхіміки робили позначення речовин кожен по-своєму. Введення символів хімічних елементів, вираження складу речовин хімічними формулами, а перебігу хімічних явищ хімічними рівняннями зробило хімічні знання зрозумілими й доступними для передачі їх в усній та писемній формі.

Положення п'яте. Хімічна формула надає інформацію про:

- якісний склад речовини (з атомів яких хімічних елементів вона утворилася);
- кількісний склад речовини (чому дорівнює кількість атомів кожного хімічного елемента в молекулі чи іншій структурній частинці речовини);
- відносну молекулярну масу речовини;
- масові частки кожного елемента в сполуці;
- співвідношення, у якому перебувають у речовині її структурні частинки;

- належність речовини до речовин простих чи складних та дозволяє визначити, до якої групи речовин належить складна речовина.

Положення шосте. У природі, на виробництві та в побуті постійно відбуваються зміни — явища. Явища бувають фізичні та хімічні. Між ними існує чітке розмежування: якщо під час того чи іншого явища якісний і кількісний склад речовин залишається незмінним, то це фізичне явище. Якщо ж під час явища одні речовини руйнуються, а з їхніх атомів утворюються інші, таке явище належить до хімічних.

Умовний запис хімічного явища (хімічної реакції) здійснюють за допомогою хімічних рівнянь. За кількістю та складом хімічних формул реагентів і продуктів реакції визначають тип хімічних реакцій, наприклад, реакції розкладу, сполучення, заміщення та інші.

Положення сьоме. Життєва компетентність кожної освіченої людини включає знання про речовини та хімічні явища. Це дає їй можливість безпечно поводитися з речовинами, широко застосовувати їх, не завдаючи шкоди оточуючому середовищу та власному здоров'ю. Окрім цього, хімічні знання дозволяють створювати нові речовини з наперед визначеними властивостями. Нині штучно створених речовин набагато більше, ніж існуючих у природі.

Хімічні знання пов'язані із знаннями таких природничих наук, як фізика, біологія, географія, а також із знаннями інших наук, зокрема, математики та історії. Отже, вивчаючи хімію, людина розвивається інтелектуально, у неї формується цілісність знань про природу і суспільство.

ОСНОВОПОЛОЖНИКИ ХІМІЧНОЇ НАУКИ

Роберт Бойль (1627–1691)

Англійський хімік і фізик. Був переконаний, що достовірні лише ті результати, які пройшли досліду перевірку. Значно удосконалив лабораторне обладнання. Уперше застосував спосіб збирання газів, які легші за повітря, витісненням останнього з посудини. Незалежно від російського вченого М. В. Ломоносова й раніше за нього довів, що елементи — це частинки, які не розкладаються на ще менші складові.

Бойль виступив проти вчення Аристотеля про чотири «елементи» (вогонь, повітря, вода, земля) і трьох початків Парацельса (сірка, ртуть, солі).

Його справедливо вважають засновником наукової хімії. Він відстоював думку, що хімія повинна бути самостійною наукою, відокремленою від алхімії та медицини.

Проте вчений не зміг повністю відійти від поглядів алхіміків і філософських помилок свого часу. Тому й продовжував шукати спосіб виготовлення золота з недорогоцінних металів.

Головною працею Р. Бойля, де він висвітлив свої погляди, і яка перебувала в центрі уваги наступних поколінь хіміків, була книга «Хімік-скептик».

Антуан Лоран Лавуазьє (1743–1794)

Французький хімік. Окрім хімії, його цікавили питання фізики, метеорології, сільського господарства. Усю свою діяльність присвятив розвитку хімічної науки, головне завдання якої вбачав у визначенні складу тіл. На власні кошти обладнав необхідними приладами хімічну лабораторію, якої не було навіть у Паризькій академії наук. Згодом ця лабораторія переросла в науковий центр Парижа.

Лавуазьє був ініціатором запровадження в хімії кількісних методів дослідження речовин і нової хімічної мови, що дійшла до наших днів. Своїми експериментальними роботами він довів склад атмосферного повітря, безпідставність теорії флогістона, яка протрималася в науці майже 100 років, і дав правильне пояснення процесам горіння та окиснення. Також він виявив, що процеси дихання і горіння подібні, висловивши думку, що для живих організмів дихання є головним джерелом енергії. Лавуазьє встановив якісний склад води, завдяки чому було доведено, що вода та інші оксиди належать до складних, а не до простих, як вважалося на той час, речовин. Він також взяв участь у розробці хімічної номенклатури і класифікації речовин на прості та складні. У 1789 р. опублікував книгу «Початковий підручник хімії».

Письменник Дюма назвав праці Лавуазьє «євангелієм хіміків».

Під час буржуазної революції Лавуазьє був страчений на гільйотині за свої політичні погляди. Із цього приводу математик Лагранж сказав, що знадобилася лише одна мить, щоб ученого не стало, проте і століття буде замало, аби з'явилася голова, якою природа наділила Лавуазьє.

Карл Вільгем Шеєле (1742–1786)

Шведський хімік. Батьки вченого не мали змоги дати синові вищу освіту, і він був змушений рано піти працювати помічником аптекаря. Працюючи здебільшого в аптеках, самотужки настільки глибоко вивчив хімію, що своїми знаннями не поступався академікам. Понад усе захоплювався хімічними дослідженнями, був прекрасним експериментатором, з яким мало хто міг зрівнятися. Сам створював прилади і виконував складувні роботи. Відкрив багато речовин, досліджував мінерали. Він є одним з трьох учених, котрі незалежно один від одного відкрили кисень у складі повітря. Шеєле виділив та описав більше половини відомих у XVIII столітті органічних речовин. За свідченнями сучасників, він був напрочуд скромним, не любив даремно витрачати час, завжди був зайнятий справами.

У 1777 році вийшла велика праця ученого «Хімічні статті про повітря і вогонь», з якої стає цілком зрозуміло, що Шеєле незалежно від Прістлі та Лавуазьє відкрив кисень і детально описав його властивості. Шеєле також належить відкриття невідомих на той час чадного, вуглекислого та сірчистого газів, а також хлору, хлороводню і амоніаку.

У книзі «Хімічний трактат про повітря і вогонь» учений навів результати тривалих досліджень газів і процесів горіння та детально розкрив експериментальну роботу, здійснювану ним протягом 1768–1773 рр.

У 1775 р. за видатні досягнення в галузі хімії Карл Вільгельм Шеєле був обраний дійсним членом Шведської королівської академії наук. Ні до нього, ні після жоден учений без вищої освіти не удостоювався такого високого звання.

Джозеф Прістлі (1733–1804)

Англійський філософ і хімік-експериментатор. Надавав перевагу дослідженням газоподібних речовин. Хімією почав займатись досить пізно — у віці 34 років, але встиг багато зробити для розвитку цієї природничої науки. Створив прилади для дослідження газів. Займався вивченням вуглекислого газу, добув гідроген хлорид HCl , амоніак NH_3 . Результати досліджень опублікував у книзі «Досліди і спостереження за різними видами повітря». Детально вивчив властивості водню та азоту, що були відкриті до нього.

Як і багато вчених того часу, більшу частину своїх приладів винайшов і виготовив сам.

Прістлі поділяє з Шеєле та Лавуазьє звання першовідкривача кисню. І тільки віра в існування насправді неіснуючого флогістону завадила вченому визнати істинну роль кисню в хімії та колообізі речовин у природі.

У 1771 році Прістлі показав, що «зіпсоване» горінням чи диханням повітря під дією зелених рослин знову стає придатним для дихання. Дослід

ученого із живими мишами під ковпаком, де повітря не втрачає свіжості, якщо там є зелена рослина, привів до розгадки таємниці фотосинтезу й увійшов до всіх підручників природознавства.

Ще за свого життя Прістлі удостоєний великої шани, зокрема у 1780 році його обрано академіком Петербурзької, Паризької та інших академій наук.

Йенс Якоб Берцеліус (1779–1848)

Шведський хімік. Експериментально перевіряв і довів достовірність закону сталості складу, визначив атомні маси 45 хімічних елементів. У 1813 р. вперше запропонував сучасні символи хімічних елементів, а в 1818 р. детально розробив хімічну символіку. Завдяки Берцеліусу хімічна наука збагатилася простою і зрозумілою хімічною мовою — позначенням хімічних елементів, складу речовин, написанням хімічних реакцій. За символ він запропонував брати першу букву латинської чи грецької назви елемента, а в разі їх співпадання — додавати наступну букву назви. Для зазначення кількості атомів у сполуці Берцеліус увів індекси.

Учений також запропонував називати хімічні сполуки з використанням латинської мови, застосовуючи при цьому відповідні суфікси, префікси та закінчення. Запропоновані ним назви речовин були перекладені на різні мови й дотепер складають основу сучасної хімічної номенклатури. Він увів поняття про каталізатори, розкрив їх роль у живій природі. Берцеліус мав успіхи в дослідженні електролізу — розкладу речовин під дією електричного струму. Він винайшов прилади та способи визначення складу речовин.

Талановитий хімік провів дослідження складу багатьох мінералів, близько 2000 органічних та неорганічних речовин, особисто чи у співпраці з іншими вченими відкрив чимало хімічних елементів і серед них кремній, титан і ванадій. Успішними були його дослідження і в галузі органічної хімії. Термін «органічна хімія» зобов'язаний своєму появою саме Берцеліусу, який увів його у 1806 р.

Берцеліус підтримував контакти з багатьма природодослідниками Європи, а тому володів найновішою науковою інформацією та швидко поширював свої праці. У 1841 році опублікував книгу «Підручник хімії» в трьох томах.

Був обраний почесним членом Петербурзької академії наук.

Михайло Васильович Ломоносов (1711–1765)

Російський учений. Геніально обдарована людина. За яку б науку він не брався, усюди досягав успіхів. Олександр Сергійович Пушкін так писав про нього: «Історик, ритор, механік, мінералог, художник і віршотворець — він усе випробував і в усе проник. Він створив перший російський університет, він, краще сказати, був першим нашим університетом».

Батько вченого вважав, що сину достатньо вміти читати та писати. Але Михайла це не влаштовувало, і він 19-річним юнаком разом з рибним обозом пройшов далекий та нелегкий шлях з узбережжя Білого моря до Москви, щоб стати студентом Слов'яно-греко-латинської академії. У 1736 році як один з кращих студентів академії Ломоносов був направлений в універ-

ситет Петербурзької академії. А ще через кілька місяців — до Німеччини, щоб навчатися гірничій та металургійній справі, де провів близько 5-ти років.

За чверть століття Ломоносов прославив Росію видатними відкриттями, винаходами і науковими повідомленнями. З природничих наук найбільш вагомий його внесок у фізику та хімію, якою він особливо плідно займався в 1748–1757 рр. Він уперше висловив думку про те, що тіла складаються з «корпускул» (у сучасному розумінні — молекул), а ті, в свою чергу, з «елементів», тобто атомів. Тільки через 100 років цьому геніальному передбаченню судилося одержати підтвердження.

Ломоносов довів основоположне значення закону збереження маси речовин у хімічних реакціях, обґрунтував необхідність залучення фізики до пояснення хімічних явищ та запропонував назву нової наукової галузі — фізична хімія.

Ломоносов стояв біля витоків багатьох хімічних виробництв, зокрема кольорового скла різних відтінків і порцеляни. Набагато раніше, ніж це було зроблено в інших європейських державах, домігся побудови навчальної хімічної лабораторії — одноповерхової кам'яної будівлі зі спеціалізованими приміщеннями, печами складної конструкції й найкращим на той час обладнанням.

Йому належить заслуга заснування в 1775 р. першого в Росії університету — Московського, проект і навчальна програма якого були складені особисто Михайлом Васильовичем. З 1940 року університет носить ім'я свого засновника.

М. В. Ломоносов — автор підручників з хімії та металургії: «Курс фізичної хімії» (1754 р.), «Перші основи металургії або рудних справ» (1763 р.) та багатьох наукових праць.

Академік Петербурзької (з 1745 р.) і зарубіжних академій наук.

Дмитро Іванович Менделєєв (1834–1907)

Російський учений. Один з найбільш відомих в усьому світі природодослідників. Крім праць з хімії, Дмитру Івановичу належать також праці з фізики, метеорології, географії, металургії і сільського господарства. «Наука і промисловість — ось мої мрії», — любив повторювати він. Повне зібрання праць ученого налічує 25 великих томів. Вершинами його досліджень стали: відкриття періодичного закону і створення періодичної системи хімічних елементів, дослідження пружності газів, хімічна теорія розчинів, підручник «Основи хімії», який перевидавався не лише за його життя, а й набагато пізніше.

А ще Д. І. Менделєєв був видатним педагогом і 30 років пропрацював у Петербурзькому університеті. Послухати лекції професора Менделєєва приходило багато студентів з інших факультетів.

Він поділяв революційні погляди молоді, за що в 1890 році був звільнений з викладацької посади й надалі працював у Головній палаті мір та вагів.

Дмитро Іванович Менделєєв за свого життя був членом багатьох зарубіжних академій наук.

ПОКАЖЧИК ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ

А

Агрегатний стан — 24
Алхімія — 9
Аніон — 35
Атом — 27
Атомна одиниця маси — 31

В

Валентність — 48
Відносна атомна маса — 32
Відносна молекулярна маса — 38

Г

Горіння — 79
Густина — 24

Е

Електрон — 28
Електропровідність — 25
Електронна оболонка — 27

Й

Йон — 35

З

Закон — 62
Закон збереження маси речовини — 63
Залізо — 93

І

Іржавіння — 95
Інгібітор — 73
Індекс — 37
Індикатор — 12

К

Каталізатор — 73
Катіон — 35

Кількісний склад речовини — 37

Кисень — 70

Коефіцієнт — 66

Колообіг Оксигену — 90

Л

Лабораторний штатив — 19

М

Масова частка елемента — 54
Металічні елементи — 42
Мірний посуд — 17
Молекула — 34

Н

Нейтрон — 31
Неметалічні елементи — 42
Неорганічні речовини — 46

О

Озон — 41
Оксиген — 69
Оксид — 70, 76, 85
Окиснення — 79
Органічні речовини — 46

П

Періодичність — 64
Періодична система хімічних елементів — 28
Повільне окиснення — 79
Порцеляновий посуд — 18
Продукти реакції — 66
Прозорість — 24
Прості речовини — 42
Протони — 27

Р

Реагенти — 65
Реакція заміщення — 94

Реакція розкладу — 74
Реакція сполучення — 76
Речовина — 23

С

Складні речовини — 45

Спиртівка — 20

Суміш — 23

Т

Температура займання — 79

Температура кипіння — 24

Температура плавлення — 24

Теплопровідність — 25

У

Універсальний — 62

Ф

Фізичне явище — 57

Фізичні властивості — 24

Ферум — 92

Х

Хімічна реакція — 58

Хімічна формула — 37

Хімічне рівняння — 65

Хімічне явище — 58

Хімічні властивості — 24

Хімічний елемент — 28

Хімія — 8

Ч

Чисті речовини — 23

Ш

Штучний — 10

Я

Ядро — 27

Якісний склад речовини — 37