

ВИДАВНИЦТВО
РАНОК

О. В. Григорович

ХІМІЯ

7

КЛАС





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

*Лайнус Полінг,
двічі лауреат Нобелівської премії*

Знайомство з підручником

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

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

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

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

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

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

Інтернет-підтримка

Цей підручник уперше надає можливість переглянути відеоролики з демонстраційними дослідами. Для цього вам необхідно зайти на сайт «Електронний освітній ресурс», який має адресу <http://interactive.ranok.com.ua>, знайти розділ «Електронні додатки до підручників. 7 клас» та вибрати назву підручника «Хімія. 7 клас». У рубриці «Матеріали до посібника» виберіть потрібний розділ та натисніть «розпочати роботу». Виберіть для перегляду відеоролик за назвою досліду.

У кінці кожної теми підручника є посилання на цей сайт, де розміщено також тестові завдання для самоконтролю. За їх допомогою ви зможете перевірити, на якому рівні ви засвоїли матеріал певної теми. Зайдіть на сайт, оберіть предмет «Хімія. 7 клас». У рубриці «Матеріали до підручника» виберіть потрібний розділ та натисніть «розпочати роботу». Виберіть розділ «Перевірка знань» і дайте відповіді на запитання. Після виконання завдань ви отримаєте результат, який надасть вам можливість оцінити свій рівень засвоєння знань.

Умовні позначення



— важлива інформація, на яку обов'язково слід звернути увагу та запам'ятати;



— висновки до параграфа;



— контрольні запитання;



— завдання для закріплення знань;



— посилання на сторінку Інтернету «Електронний освітній ресурс».

Шановні семикласники, батьки та вчителі! Вам надається унікальна можливість поспілкуватися з автором підручника, написавши йому листа на електронну адресу pidruchnik-2015@ranok.com.ua.

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

Бажаємо вам успіхів у навчанні!

ВСТУП

У цьому розділі ви дізнаєтесь...

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

§ 1. Хімія — природнича наука

Широко простягає хімія
руки свої у справи людські.

М. В. Ломоносов

Що вивчає хімія?

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



а



б



в

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



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

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

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



Хімія — це наука про речовини та їх перетворення.

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

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

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



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

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

Хімія — галузь природознавства

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

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



а

б

в

г

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

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

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

Хімія в промисловості

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

МЕТАЛУРГІЙНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

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

ХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

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

ЛАКОФАРБОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

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

АГРОХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

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

ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

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

ФАРМАЦЕВТИЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

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

ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

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



Хімія та навколишнє середовище

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

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



Висновки:

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



Контрольні запитання

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



Завдання для засвоєння матеріалу

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

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

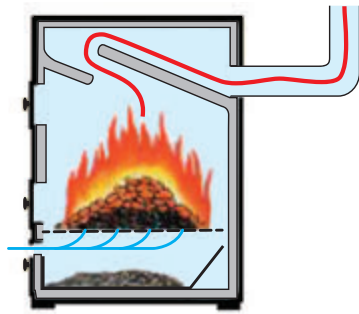
§ 2. Короткі відомості з історії хімії

Ремісничка хімія

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



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



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

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

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

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

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



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

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



Мал. 9. Вироби трипільської культури

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

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

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

Хімія в античному світі

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

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



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

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

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

Виникнення слова «хімія»

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

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



Демокріт
(470–360 рр. до н. е.)

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

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

Алхімічний період

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



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



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

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

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

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

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



Роберт Бойль
(1627–1691)

Сучасна хімія

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

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

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



Мал. 13. Учений у сучасній хімічній лабораторії

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

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

Лінгвістична задача

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

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



Висновки:

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

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



Контрольні запитання

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

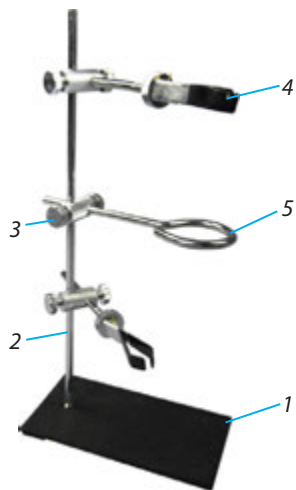
- Людина навчилася виплавляти мідь майже 6 тис. років тому, а залізо — тільки 3 тис. років тому. Перші металеві дзеркала з бронзи та срібла почали виготовляти в III тисячолітті до н. е.
- У сучасних мовах залишилося багато слів з арабської: аль-калі — луг (від нього походить слово «алкалоїд»), аль-коголь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

Цікаво, що...

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

Лабораторне обладнання та хімічний посуд

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



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

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

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

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



Мал. 15. Хімічний посуд та інше лабораторне обладнання

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

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

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

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

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

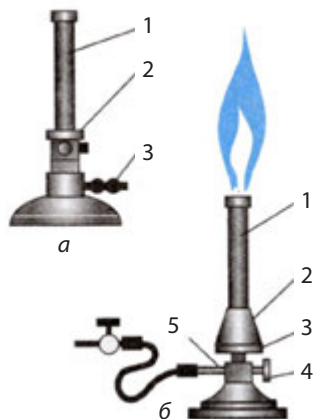
Для роботи при високих температурах використовують порцеляновий посуд. *Порцелянова чашка* — це тонкостінний керамічний посуд, призначений спеціально для випарювання рідин. Її можна нагріти й не боятися, що вона трісне. Якщо ж необхідно дуже сильно нагрівати речовину в закритій посудині, використовують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



Мал. 16. Подрібнення речовин у ступці товкачиком

Нагрівальні прилади. Будова полум'я

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

**Мал. 17.** Газові пальники:

a — пальник Бунзена:

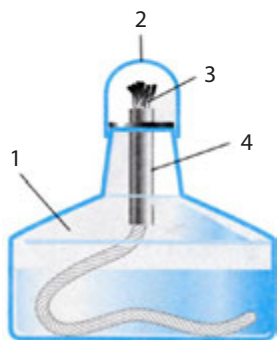
1 — трубка з отворами, 2 — заслінка з отворами для надходження повітря, 3 — трубка для подачі газу;

б — пальник Теклю:

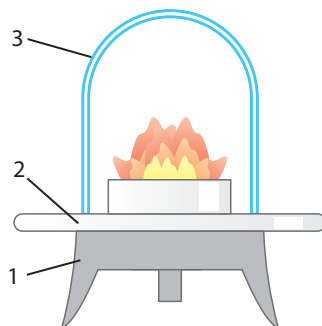
1 — трубка, 2 — змішувач, 3 — диск для регулювання притоку повітря, 4 — гвинт для регулювання подачі газу, 5 — трубка для подачі газу

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

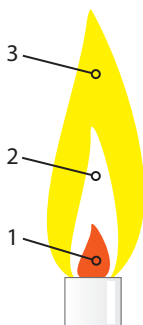
Якщо уважно подивитися на полум'я, то можна помітити декілька зон, які відрізняються за кольором, а отже, й за температурою (мал. 20, 21). У внутрішній, найхолоднішій, частині полум'я повітря тільки змішується з газом або випарами спирту, там ще не відбувається горіння. Середня частина полум'я, що світиться,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

**Мал. 18.** Спиртівка:

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

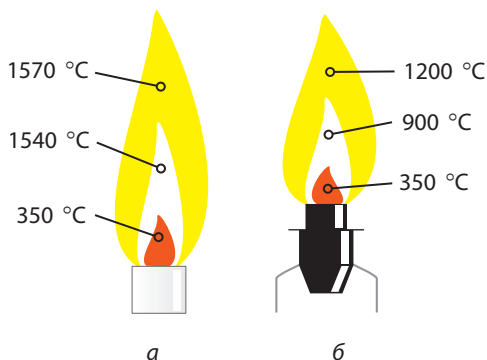
**Мал. 19.** Пристрій для спалювання сухого спирту: 1 — тринога, 2 — підставка;

3 — ковпачок для гасіння полум'я



Мал. 20. Будова полум'я:

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



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

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

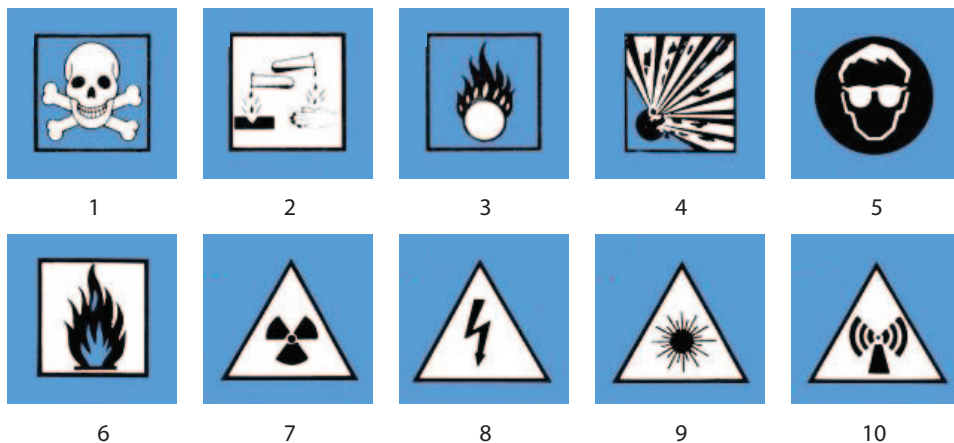
Легкозаймісті рідини (ЛЗР) — спирт, бензин, ацетон — у жодному разі не можна нагрівати на відкритому полум'ї! Вони за таких умов можуть зайнятися. Такі рідини нагрівають **тільки(!)** на електричних плитках із закритою спіраллю.

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

Цікаво, що...

Маркування небезпечних речовин. Безпека під час роботи в хімічній лабораторії

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



Мал. 22. Основні попереджувальні та заборонні знаки:

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

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

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

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

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

Спостереження й експеримент у хімії

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

Для того щоб пояснити отримані факти, ми будемо припущення, або *гіпотезу* (від грец. $\eta\psi\lambda\omicron\tau\eta\sigma\iota\varsigma$ — підстава, припущення). Будь-яка гіпотеза має бути підтверджена експериментально.

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

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



Висновки:

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



Контрольні запитання

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



Завдання для засвоєння матеріалу

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

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

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

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

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

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

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

5. Кожна емність з реактивами обов'язково повинна мати етикетку з назвою або формулою реактиву. Не використовуйте емності з реактивами, на яких відсутня етикетка.

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

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



Мал. 23. Як правильно наливати рідину

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Мал. 24. Як правильно перевіряти запах реактиву

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

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

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

1. Правила безпеки

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

2. Ознайомлення з лабораторним посудом

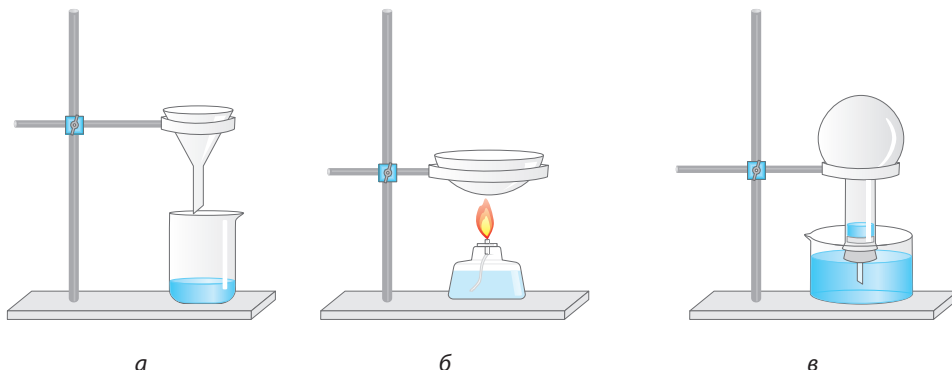
1. Розгляньте виданий вам лабораторний посуд, пригадайте назву та призначення кожного предмета.

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

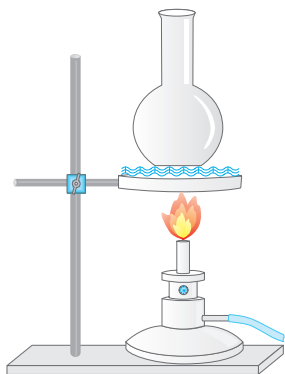
3. Використовуючи відповідний посуд і реактиви, виконайте такі дії: у пробірку насипте шпателем невелику кількість солі, долейте в неї невелику кількість дистильованої води та струшуйте пробірку до повного розчинення солі.

3. Робота з лабораторним штативом

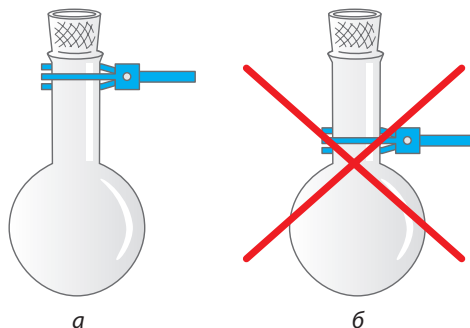
Стрижневий лабораторний штатив (мал. 14, с. 20) складається з важкої підставки і вертикального стрижня, до якого за допомогою затискачів кріпляться лапки та кільця. Штатив призначено для складання різноманітних установок і приладів. За допомогою



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



Мал. 26. Нагрівання колби пальником на металевій сітці



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

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

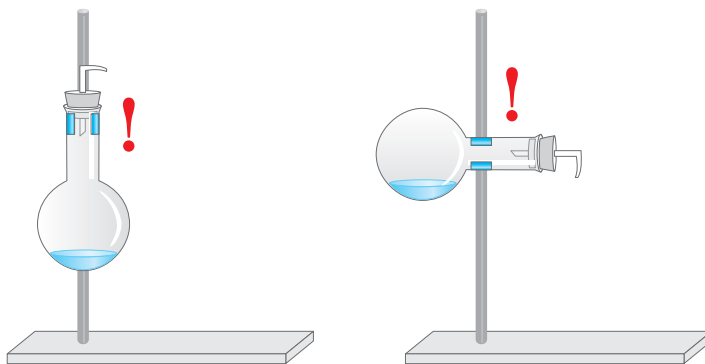
1. Закріпіть на стрижні штатива кільце. Кільце використовують для розміщення в ньому предметів із непласким дном. Закріпіть у кільці лійку або порцелянову чашку, як показано на малюнку 25 а, б. Для деяких експериментів предмети в кільці можна закріплювати в інший спосіб (мал. 25, в).

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

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

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

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



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

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

4. Будова лабораторної спиртівки

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

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



Мал. 29. Як правильно підпалити спиртівку

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

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

Замалюйте в зошиті спиртівку і підпишіть її складові частини.

5. Будова полум'я

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

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

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

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

5. Загасіть спиртівку, накривши полум'я ковпачком.

6. Формулювання висновків

За результатами практичної роботи зробіть висновки.

При формулюванні висновків використовуйте відповіді на запитання:

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

ТЕМА І.

ПОЧАТКОВІ ХІМІЧНІ ПОНЯТТЯ

У цьому розділі ви дізнаєтесь...

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

§ 4. Речовини та їхні фізичні властивості

Речовина. Матеріал. Тіло

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

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

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

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

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



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



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

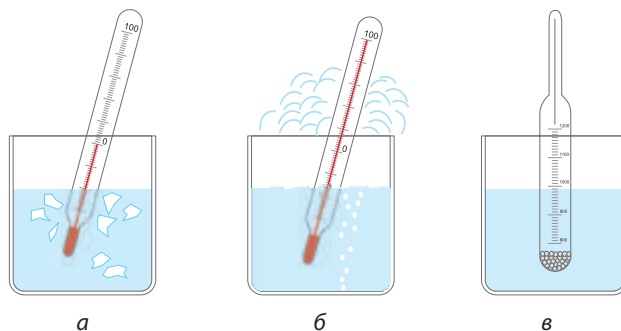
відрізняються за формою та розмірами, але мають цілу низку однакових властивостей, зумовлених тим, що всі вони виготовлені з однієї і тієї ж речовини. Отже, фізичні тіла, утворені тією самою речовиною, мають подібні властивості.

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

Фізичні властивості речовин

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

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



Мал. 33. Фізичні властивості води: *a* — замерзає при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; *б* — кипить при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, температуру замерзання і кипіння можна виміряти термометром; *в* — вода має густину 1000 кг/м^3 , її можна виміряти ареометром

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

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

Цікаво, що...

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

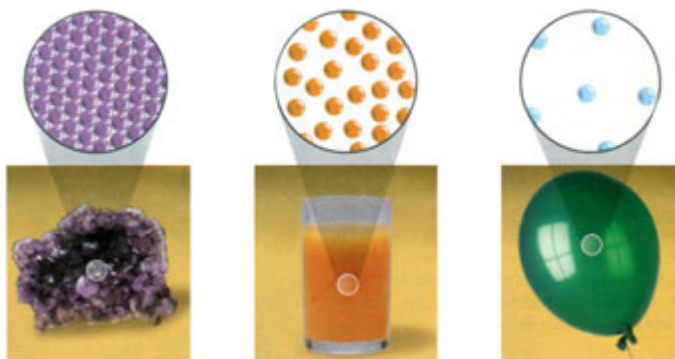
Чому ж різні речовини мають різні властивості? Справа в тому, що речовини складаються з дуже дрібних частинок — *атомів* або *молекул*. Саме вони визначають усі властивості речовин. Кожна речовина має свій унікальний набір атомів або молекул. Молекули різних речовин не подібні, часто вони відрізняються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

Агрегатні стани речовин

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

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

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



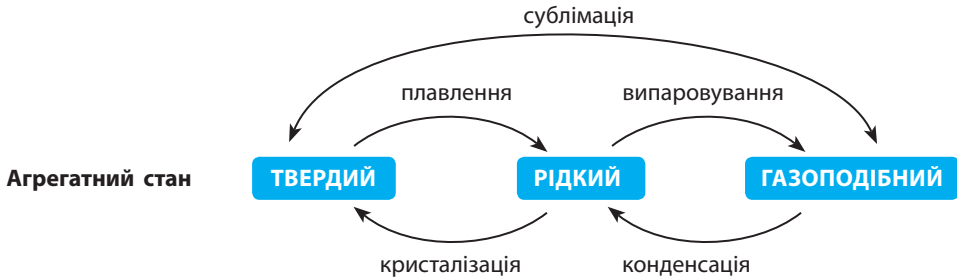
а

б

в

Мал. 34. Будова речовин у різних агрегатних станах:

а — тверда речовина; б — рідина; в — газ



Мал. 35. Назви переходів між агрегатними станами речовин.

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

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

Дізнайтеся більше

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 1

Ознайомлення з фізичними властивостями речовин

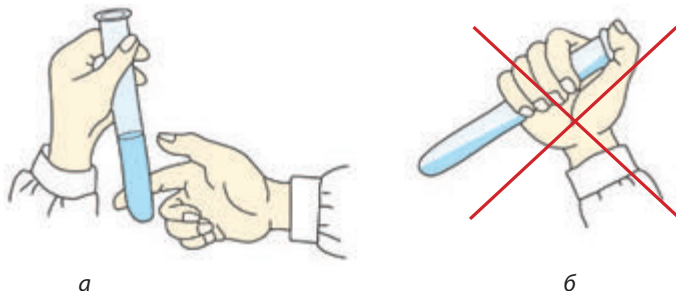


Обладнання: штатив для пробірок, шпатель, пробірка.

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

! Правила безпеки:

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



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

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

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

3. Заповніть таблицю та зробіть висновки.

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



Висновки:

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



Контрольні запитання

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



Завдання для засвоєння матеріалу

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

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

Тіло	Матеріал	Речовина
Пам'ятник	Бронза	Мідь і олово

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

§ 5. Чисті речовини та суміші

Пригадайте: речовини складаються з найдрібніших частинок — атомів і молекул, кожній речовині відповідає певний набір атомів або молекул.

Суміші та чисті речовини в природі

У природі речовини в індивідуальному стані — *чисті речовини* — майже не трапляються (мал. 37, с. 44). Частіше речовини в природі змішані одна з одною й утворюють *суміші*. Сумішами є морська та газувата вода, молоко та сік, граніт і сталь.

Зазвичай хімікам не потрібні абсолютно чисті речовини, але іноді сторонні домішки можуть заважати виконанню дослідів. Тому на банках із хімічними реактивами обов'язково вказується ступінь їхньої чистоти. Етикетка з написом «Техн.» (технічна) указує на високий, до кількох відсотків, уміст домішок. Для хімічних дослідів такі речовини не використовують, але в будівництві та на заводах такого ступеня чистоти достатньо. Ступінь чистоти «Ч» (чиста) або «ХЧ» (хімічно чиста) означає, що домішок мало, менше за один відсоток. Чисті речовини вже можна використовувати для виробництва ліків, а хімічно чисті — для наукових дослідів. У деяких випадках потрібні дуже чисті речовини. Такі реактиви позначаються «ОСЧ» (особливо чисті), у них міститься менше за 10^{-6} відсотка домішок. Такі речовини потрібні для дуже точних експериментів, а також у виробництві мікросхем для комп'ютерів. Очищення речовин — це дорогий процес, тому чим чистішою є речовина, тим вона дорожча. Наприклад, особливо чисті мідь і залізо коштують значно дорожче за звичайне золото.



Позначення ступеня чистоти хімічних реактивів і наявних у них домішок

Дізнайтеся більше

Поняттями «суміші» та «чисті речовини» користувалися ще давньогрецькі учені. Згідно з їхніми уявленнями, чиста речовина складається із частинок одного виду, а суміш — із частинок різних видів.

Коли хіміки говорять про якусь речовину, мається на увазі, що вона є чистою і складається із частинок одного виду. Однак на практиці ідеально чисту речовину отримати майже неможливо. Серед частинок однієї речовини обов'язково траплятимуться декілька



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

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

Однорідні та неоднорідні суміші

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



a

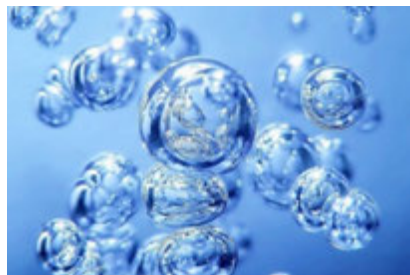


б

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



а



б

Мал. 39. Неоднорідні суміші:

а — у граніті можна побачити вкраплення різних мінералів;

б — у газованій воді видно бульбашки вуглекислого газу

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

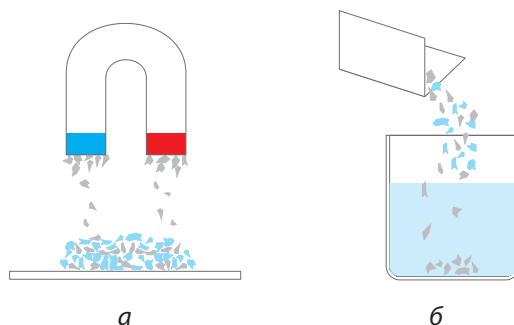
Розглядаючи граніт (мал. 39а), можна помітити в ньому рожеві зерна та прозорі кристали. Це приклад *неоднорідної* суміші. У таких сумішах окремі речовини помітні неозброєним оком.

Властивості чистих речовин і сумішей

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



Мал. 40. У суміші властивості речовин не змінюються



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

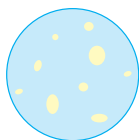
Наприклад, якщо піднести магніт до суміші залізного порошку та кухонної солі, то залізо до нього притягнеться, а сіль — ні (мал. 41). Якщо цю суміш помістити у воду, то сіль розчиниться, а залізо — ні.

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

Цікаво, що...

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

Як відрізнити чисту речовину від суміші?



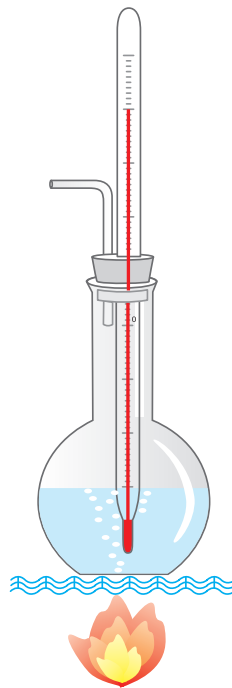
Мал. 42. Зображення крапельки молока під мікроскопом

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

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

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

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

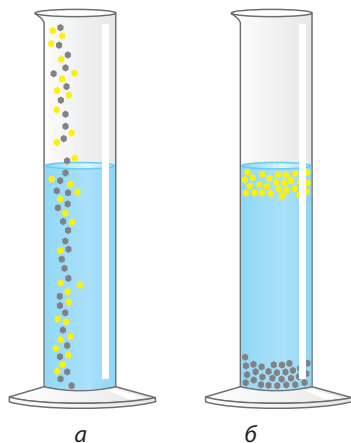


Мал. 43. Вимірювання температури кипіння: рідина всередині колби нагрівається на пальнику, а термометр покаже температуру, при якій рідина закипить

Розділення сумішей

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

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



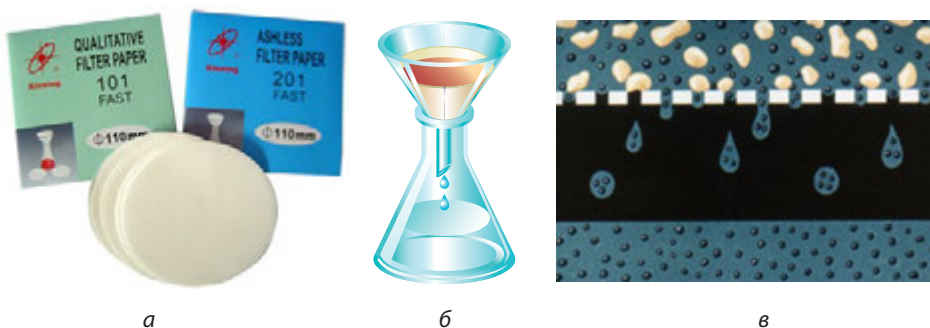
Мал. 44. Якщо суміш сірки із залізом потрапляє у воду (а), то частинки сірки спливають, а заліза — тонуть (б)

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

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

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

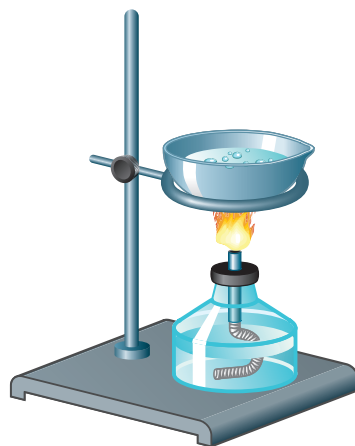
Фільтруванням можна розділити тільки неоднорідні суміші. В однорідних сумішах із водою (розчинах) розчинені частинки за розмірами подібні до молекул води і легко проходять крізь фільтр. Але такі суміші можна розділити *випарюванням* або *перегонкою*.



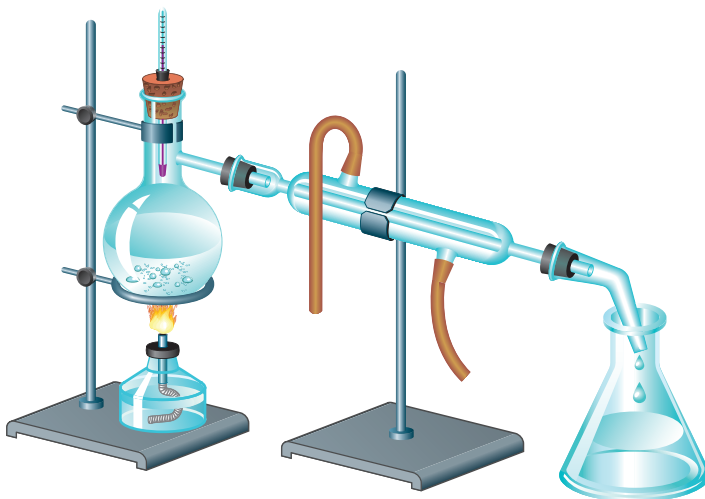
Мал. 45. Для розділення сумішей фільтруванням використовують фільтрувальний папір (а), крізь який пропускають неоднорідну суміш із водою (б). При цьому великі частинки, розмір яких більший за пори фільтру, затримуються, а вода й дрібніші частинки просочуються (в)

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

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



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



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

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

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

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

Лінгвістична задача

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



Висновки:

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



Контрольні запитання

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



Завдання для засвоєння матеріалу

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

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

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

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

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

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Розділення неоднорідної суміші



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

Реактиви: кухонна сіль, пісок, вода.

! Правила безпеки:

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

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

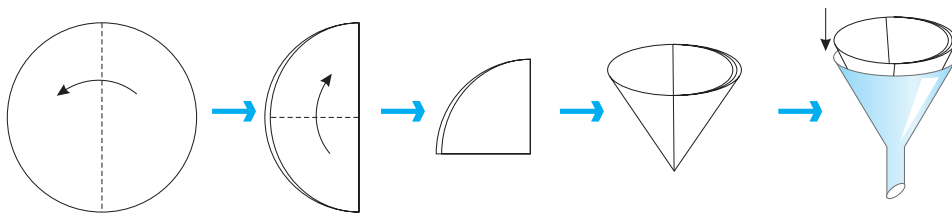
2. Складіть фільтр із фільтрувального паперу, як показано на малюнку 48, і відфільтруйте пісок.

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

4. За результатами практичної роботи зробіть висновки.

При формулюванні висновків дайте відповіді на запитання:

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



Мал. 48. Складання паперового фільтра

§ 6. Атоми. Молекули

Атоми

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

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

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



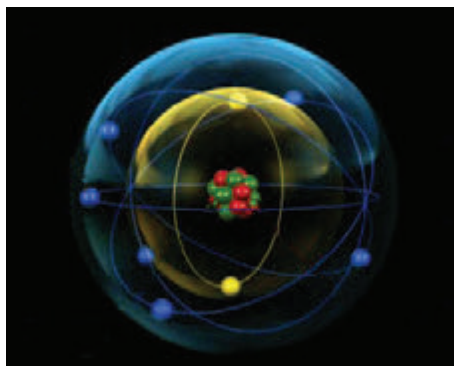
Атоми — це найдрібніші електронейтральні частинки речовини, які складаються з позитивно зарядженого ядра й негативно заряджених електронів, що рухаються навколо ядра.

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

Розміри атомів дуже маленькі — близько 10^{-10} м ($0,0000000001$ м), а ядро атома ще менше: його діаметр становить близько 10^{-15} м ($0,00000000000001$ м), тобто в сто тисяч разів менший, ніж діаметр атома.



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



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

Дізнайтеся більше

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{або } 0 - 3 \cdot (-1) = +3$$

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



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

Молекули

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

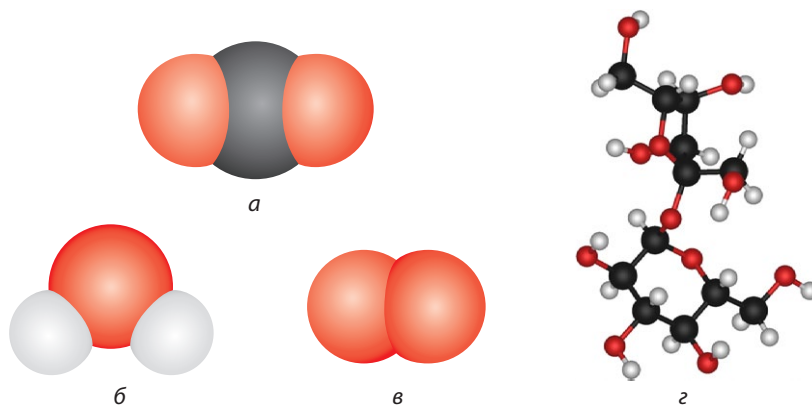
В одній молекулі може об'єднуватися різне число атомів, причому атоми можуть сполучатися в різному порядку. У цьому випадку утворюються молекули різних речовин. Наприклад, молекула кисню складається з двох атомів, молекула води — з трьох, а молекула сахарози — із сорока п'яти. Якщо атоми умовно уявити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

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



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

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



Мал. 51. Моделі молекул: *a* — вуглекислого газу; *б* — води; *в* — кисню; *г* — сахарози. Моделі можна зображувати як кульки, що перекриваються, або як кульки, сполучені зв'язками в одну молекулу

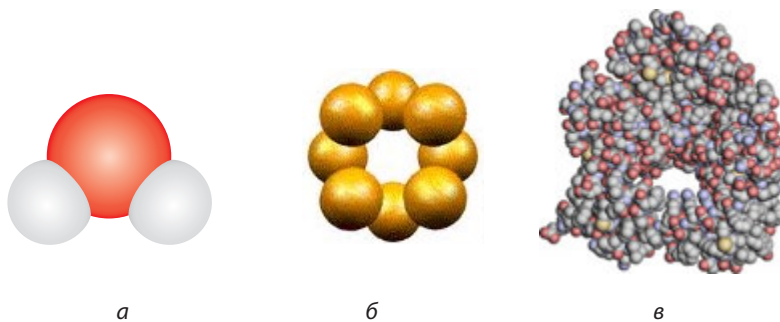
Хоча поняття про найдрібніші частинки речовини і термін «атом» існують ще з античних часів, термін «молекула» в хімічній мові з'явився порівняно недавно. Одним із перших учених сучасної хімії був Роберт Бойль. Найдрібніші частинки речовини він назвав «корпускулами», що латиною означає «маленьке тіло»,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

Атоми і молекули в речовинах

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

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

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



Мал. 52. Молекули речовин молекулярної будови:
 а — молекула води складається з трьох атомів; б — сірки — з восьми;
 в — білка — із сотень тисяч



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

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

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

Тверді речовини молекулярної будови при нагріванні зазвичай досить легко розплавляються. До речовин із молекулярною будовою належать вода, кисень, азот, вуглекислий газ, сірка, поліетилен, спирт тощо.

Речовини немoleкулярної будови за звичайних умов завжди перебувають у твердому агрегатному стані. Завдяки сильній взаємодії між атомами та йонами вони мають високі температури плавлення та кипіння.

Дізнайтеся більше



Висновки:

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

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



Контрольні запитання

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



Завдання для засвоєння матеріалу

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

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

§ 7. Хімічні елементи

Іншого нічого в природі немає
Ні тут, ні там, у космічних глибинах.
Усе: від піщинок малих до планет —
З елементів складається єдиних.

С. Щипачов «Читаючи Менделєєва»

Поняття про хімічні елементи

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

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

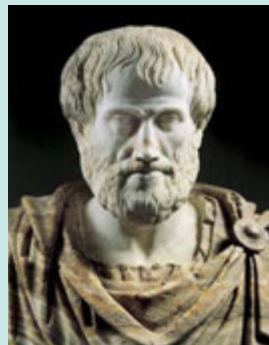


Хімічний елемент — це різновид атомів з однаковим зарядом ядра.

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

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

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



Арістотель
(384–322 рр. до н. е.)

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

Назви та символи хімічних елементів

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

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

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

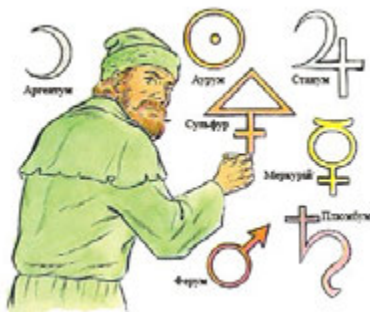
Усі відкриті на сьогодні хімічні елементи зведено в таблицю — *Періодичну систему хімічних елементів Д. І. Менделєєва*.

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

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

Таблиця 1. Назви та символи хімічних елементів

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



Мал. 54. Алхімічні позначення хімічних елементів

Багато елементів називалися з урахуванням їхніх властивостей або властивостей речовин, які вони утворюють: Оксиген — від *оксос* — кислий і *ген* — народжувати, тобто «той, що народжує кислоти», Гідроген — від *гідро* — вода і *ген* — народжувати, тобто «той, що народжує воду», Бром — від *бромос* — сморід, смердючий (через запах броду).

Алхіміки позначали елементи із залученням астрологічних символів. На той час було відомо сім планет і сім металів: золото, срібло, мідь, залізо, олово, свинець і ртуть. Чому б не об'єднати їх парами? Саме тоді золото почали співвідносити із Сонцем, срібло — з Місяцем, мідь — із Венерою, ртуть — із Меркурієм (мал. 54). А хімічні перетворення пояснювалися міфологічними сюжетами.

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

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

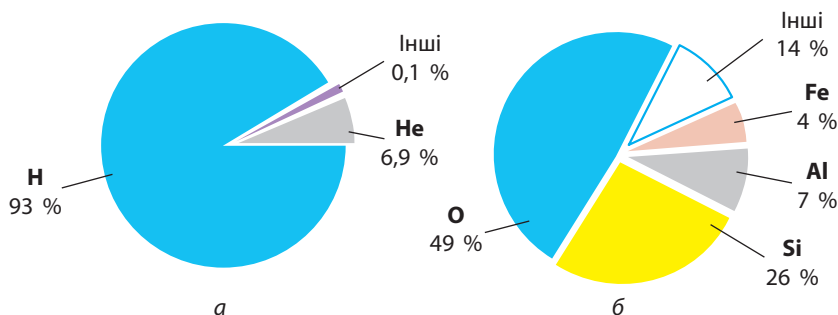
Цікаво, що...

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

Поширеність хімічних елементів у природі

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

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



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

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

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



Висновки:

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



Контрольні запитання

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

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



Завдання для засвоєння матеріалу

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

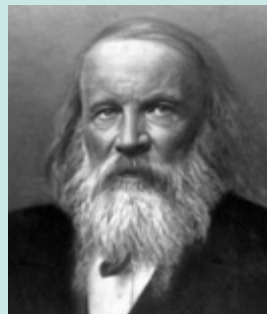
§ 8. Періодична система хімічних елементів

Д. І. Менделєєва

Періодична система — перелік відомих елементів

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

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



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

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

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

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

			Tr=50	Zr= 90	Y=180.
			V=51	Nb= 94	Ta=182
			Cr=52	Mo= 96	W=186
			Mn=55	Rh=104,5	Pt=197,5
			Fe=56	Ru=104,5	Ir=198
			Ni=Co=59	Pt=106,5	Os=199.
			Cu=63,5	Ag=108	Hg=200
H=1	Be= 9,5	Mg=24	Zn=65,5	Cd=112	
	B=11	Al=27,5	Y=68	U=116	Au=197?
	C=12	Si=28	Y=70	Sb=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210?
	O=16	S=32	Se=79,5	Te=128?	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127	
	Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,5	Cs=133
			Ca=40	Sr=87,5	Ba=137
			Y=45	Ce=92	
			?Er=56	La=94	
			?Yt=60	Di=95	
			?In=75,5	Th=118?	

18769

Мал. 56. Зображення першої
Періодичної системи,
складеної Д. І. Менделєєвим.

У першій Періодичній системі було лише 63 елементи. Вона відрізнялася від сучасної за виглядом

Структура Періодичної системи

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

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

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

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

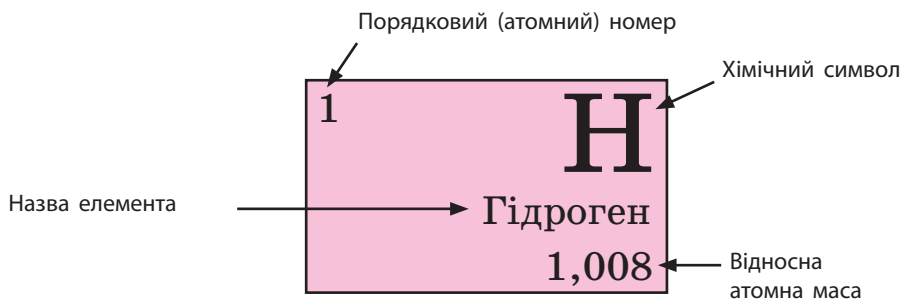
Перші три періоди називають малими, оскільки в них міститься невелике число елементів: у першому періоді містяться тільки 2 елементи (Гідроген і Гелій), а в другому і третьому — по 8 елементів. Решту періодів називають великими: у четвертому і п'ятому періодах містяться по 18 елементів, а у шостому і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

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


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

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

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



Мал. 57. Опис характеристик елементів у таблиці Періодичної системи

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



Висновки:

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



Контрольні запитання

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



Завдання для засвоєння матеріалу

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

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

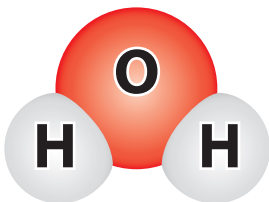
§ 9. Хімічні формули речовин

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



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

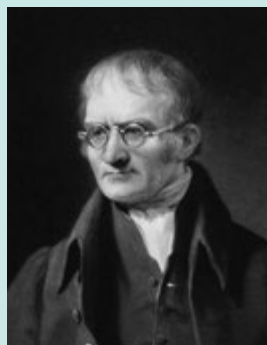
За допомогою хімічних формул записують склад речовин. Запишемо хімічну формулу води. Молекула води складається з двох атомів Гідрогену Н й одного атома Оксигену О (мал. 58). За допомогою хімічної формули склад води записується так: H_2O .



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

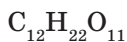
Цифра 2 у цій формулі називається *індексом* і показує число атомів Гідрогену в молекулі води. Індекс записується маленькою цифрою праворуч від символу елемента, до якого він належить. У складі молекули води є також один атом Оксигену, але індекс 1 зазвичай не пишуть. Тому якщо праворуч від символу елемента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

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



Джон Дальтон
(1766–1844)

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



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

H_2O — аш два о;

CO_2 — це о два;

NaHCO_3 — натрій аш це о три;

H_2SO_4 — аш два ес о чотири;

FeCl_2 — ферум хлор два.

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



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

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

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



Йенс-Якоб Берцеліус
(1770–1848)

Такі формули читаються із зазначенням числа груп, наприклад:

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

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

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

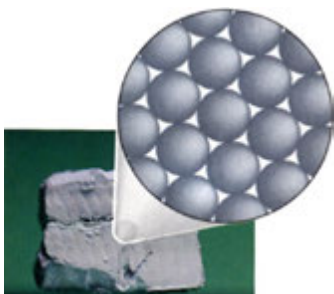
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ — кальцій три пе о чотири двічі;

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

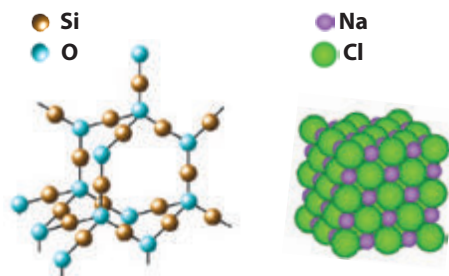
За допомогою хімічних формул записується склад не тільки молекул. У речовинах атомної та йонної будови молекул не існує (див. § 6). Але в цих речовинах можна виділити окремий фрагмент, що повторюється. Хімічними формулами в таких речовинах записують склад найменшого фрагмента, що повторюється багато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

Наприклад, залізо, як і інші метали, складається з атомів (мал. 59), тому структурна одиниця цієї речовини — атом Феруму. Отже, формула заліза — Fe. Алмаз складається з атомів Карбону (мал. 52, с. 56), отже, його формула — C. Кварц складається з хімічно зв'язаних атомів Силіцію й Оксигену, причому на один атом Силіцію припадає два атоми Оксигену (мал. 60а). Формула кварцу — SiO_2 . Кухонна сіль складається з позитивно заряджених іонів Натрію Na^+ і негативно заряджених іонів Хлору Cl^- . У складі солі на один йон Натрію припадає один йон Хлору (мал. 60б), отже, формула кухонної солі — NaCl

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



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



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

містяться у складі речовини. Кожна речовина має свою, властиву тільки їй, формулу. Вона незмінна незалежно від того, яким способом ця речовина добута. Іншими словами, вуглекислий газ, що виділяється внаслідок спалювання вугілля або в результаті дихання живих організмів, має один і той самий склад, одну й ту саму хімічну формулу CO_2 .



Висновки:

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



Контрольні запитання

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



Завдання для засвоєння матеріалу

1. Яка речовина позначається хімічною формулою CO_2 ? Виберіть правильну відповідь: а) вода; б) чадний газ; в) вуглекислий газ; г) кварц.
2. Прочитайте формули таких речовин: O_2 (кисень), H_2 (водень), Fe (залізо), CaCO_3 (крейда, мармур), NaNO_3 (натрієва селітра), Na_2CO_3 (сода), H_2O_2 (перекис водню), H_2SO_4 (сульфатна кислота), CaSO_4 (гіпс), $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (щавлева кислота), $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (глюкоза), KMnO_4 (марганцівка), K_2CO_3 (поташ), Ca(OH)_2 (гашене вапно).
3. Запишіть хімічні формули: а) азоту, якщо відомо, що його молекула складається з двох атомів Нітрогену; б) сірки, якщо відомо, що її молекула складається з восьми атомів Сульфуру; в) природного газу, якщо відомо, що його молекула складається з одного атома Карбону та чотирьох атомів Гідрогену, г) питної соди, якщо відомо, що в її складі на один атом Натрію припадає один атом Гідрогену, один атом Карбону та три атоми Оксигену.
4. Запишіть хімічну формулу речовини, з якої складається канцелярський (силікатний) клей, якщо відомо, що в цій речовині на один атом Силіцію припадає два атоми Натрію і три атоми Оксигену.
5. Напишіть формули речовин, які вимовляються таким чином: а) аш два ес о чотири; б) купрум о; в) плюмбум це о три; г) купрум о аш двічі; д) аргентум два о; е) алюміній два ес о чотири тричі.
6. Знайдіть у тексті підручника та випишіть формули таких речовин: води, сахарози, сечовини, кухонної солі, кварцу, вуглекислого газу.
7. Опишіть якісний і кількісний склад наведених речовин: а) H_2S ; б) KClO_3 ; в) H_3PO_4 ; г) Al_2O_3 ; д) CuSO_4 ; е) Fe(OH)_3 .
8. Скільки атомів кожного елемента записано у формулах таких речовин: а) Fe_3O_4 ; б) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; в) Al(OH)_3 ; г) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; д) CaSO_4 ; е) NH_4NO_3 ? Скільки всього атомів міститься в складі структурної одиниці кожної з речовин?
9. Яка інформація про якісний і кількісний склад глюкози міститься в її формулі $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$? Скільки атомів Гідрогену й Оксигену припадає на один атом Карбону?
10. Запишіть формулу структурної одиниці хлористого кальцію (кальцій хлориду) — речовини, розчин якої використовують як протиалергійний засіб, якщо відомо, що в цій речовині на кожні 125 атомів Кальцію припадає 250 атомів Хлору.
11. У скількох молекулах чадного газу CO міститься така сама кількість атомів, як і в чотирьох структурних одиницях Fe_2O_3 ?
- 12*. Знайдіть у додатковій літературі відомості про склад молекул озону, гліцеролу, оцтової кислоти і запишіть формули цих речовин. Дізнайтесь, які фізичні властивості мають ці речовини та для чого вони використовуються.

§ 10. Відносна атомна маса. Відносна молекулярна маса

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

Відносна атомна маса

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

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



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

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

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



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

Отже, для хімічного елемента E:

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

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



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

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

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

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

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

Відносна молекулярна маса

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



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

Отже, для речовини X:

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

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

Для визначення відносної молекулярної маси речовини з формулою E_xD_y необхідно відносні атомні маси елементів E та D помножити на число їхніх атомів, відповідно на x та y , а потім підсумувати:

$$M_r(\text{E}_x\text{D}_y) = x \cdot A_r(\text{E}) + y \cdot A_r(\text{D})$$

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

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

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

$$M_r(\text{N}_2) = 2 \cdot A_r(\text{N}) = 2 \cdot 14 = 28$$

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

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

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

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

$$M_r(\text{Fe}) = A_r(\text{Fe}) = 56$$

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

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

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

$$m_{\text{молекули}}(\text{H}_2\text{O}) = M_r(\text{H}_2\text{O}) \cdot \frac{1}{12} m(\text{C}) = 18 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

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



Висновки:

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



Контрольні запитання

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



Завдання для засвоєння матеріалу

1. Укажіть у Періодичній системі та випишіть символи і відносні атомні маси (з округленням до цілих чисел) хімічних елементів: Алюмінію, Флуору, Цинку, Аргентуму, Стануму.
2. Обчисліть, атом якого елемента важчий і у скільки разів: а) Нітроген і Гелій; б) Оксиген і Сульфур; в) Ферум і Силіцій; г) Сульфур і Купрум.
3. Обчисліть, скільки атомних одиниць маси міститься в 1 г речовини.
4. Скільки атомів Оксигену має таку саму масу, як один атом Купруму?
5. Обчисліть відносні молекулярні (формульні) маси таких речовин: хлор Cl_2 , сульфатна кислота H_2SO_4 , сахароза $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, мідь Cu , гіпс CaSO_4 , крейда CaCO_3 , малахіт $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$.
6. Обчисліть, що важче: п'ять молекул води H_2O чи три молекули вуглекислого газу CO_2 .
7. У «перекису водню (гідроген пероксиді)» на один атом Оксигену припадає один атом Гідрогену. Визначте хімічну формулу перекису водню, якщо його молекулярна маса дорівнює 34.

8. Речовина пірит складається з атомів Феруму та Сульфуру і має відносну формульну масу 120. Визначте хімічну формулу цієї речовини.
9. Визначте відносні атомні маси поданих елементів, використовуючи маси їхніх атомів: а) Платини, якщо маса її атомів $3,24 \cdot 10^{-25}$ кг; б) Урану, якщо маса його атомів $3,95 \cdot 10^{-22}$ г. Відповідь порівняйте зі значеннями, указаними в Періодичній системі.
10. Формула жасмоналю, що має запах квітів жасмину, $C_6H_5CHC(C_5H_{11})CHO$. Обчисліть його відносну молекулярну масу.
11. Обчисліть масу молекули сахарози $C_{12}H_{22}O_{11}$ у грамах, визначте, скільки молекул сахарози міститься у зразку цукру масою 1 г.
- 12*. Як у XVII–XIX століттях визначали відносну атомну масу (атомну вагу)? Маси яких елементів були взяті за основу для визначення відносних атомних мас? Чому в сучасній хімії для визначення відносних атомних мас використовується карбонова одиниця?

§ 11. Масова частка елемента в речовині

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

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

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

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

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

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

A_r — відносна атомна маса елемента E ;

M_r — відносна молекулярна маса речовини.

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

Приклад 1. Обчисліть масові частки хімічних елементів у вуглекислому газі CO_2 .

Розв'язання:

Обчислимо відносну молекулярну масу вуглекислого газу:

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

Обчислимо масові частки Карбону й Оксигену:

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

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

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

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

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

Розв'язання:

Обчислимо масову частку Оксигену у воді:

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

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

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

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

Закони Пруста і Дальтона

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

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

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



Жозеф Луї Пруст
(1754–1826)

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

Виконавши численні дослідження, французький хімік Ж. Л. Пруст довів сталість співвідношення мас елементів у різних речовинах. На підставі своїх експериментів він сформулював *закон сталості складу речовини*, який стверджує, що будь-яка речовина має сталий склад незалежно від способу її добування. Наприклад, кисень можна добути розкладанням різних речовин, але його формула завжди буде однаковою — O₂.

Пізніше Дж. Дальтон визначив, що атоми різних елементів можуть сполучатися в різних співвідношеннях, але ці співвідношення завжди кратні відносним атомним масам елементів. Наприклад, атоми Карбону й Оксигену можуть утворювати молекули CO (чадний газ) і CO₂ (вуглекислий газ). Але у цьому випадку утворюються різні речовини, для кожної з яких характерна сталість складу. Ці дослідження Дальтона згодом оформилися в *закон кратних співвідношень*.



Висновки:

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

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



Контрольні запитання

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



Завдання для засвоєння матеріалу

1. Обчисліть масові частки всіх елементів у сполуках із такими хімічними формулами: а) NO_2 ; б) PbCl_2 ; в) Na_2CO_3 ; г) H_2SO_4 ; д) $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$;
2. Формула глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, формула сахарози $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. У якій речовині масова частка Оксигену більша?
3. Обчисліть масу атомів Гідрогену, що містяться в амоніаку NH_3 масою 10 г.
4. Маса води на Землі оцінюється такою, що приблизно дорівнює $1,45 \cdot 10^{18}$ тонн. Обчисліть, яка маса атомів Гідрогену й Оксигену міститься в цій масі води.

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

ВИДАННЯ Є СКЛАДОВОЮ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКТУ «ХІМІЯ-7»:

- Підручник «Хімія. 7 клас»
- Зошит для лабораторних дослідів і практичних робіт
- Зошит для контролю навчальних досягнень учнів
- Розробки уроків

ОСОБЛИВОСТІ ПІДРУЧНИКА:

- наявність основного й додаткового тексту, словника, розробок лабораторних дослідів і практичних робіт
- авторська система завдань, відповіді до них
- відео з демонстраційними й лабораторними дослідями та практичними роботами, онлайн-завдання для підготовки до контролю знань
- доступність викладу матеріалу, зручність користування

Підручник «Хімія» — сучасний, зрозумілий та дійсно цікавий підручник!



ЕЛЕКТРОННИЙ ДОДАТОК

Матеріали до підручника
interactive.ranok.com.ua




ВИДАВНИЦТВО
РАНОК

Навчально-методична література видавництва «РАНОК»

УСІ КНИГИ ТУТ!

 **КУПИТИ:** WWW.RANOK.COM.UA

 **ЗАВАНТАЖИТИ:** WWW.E-RANOK.COM.UA

 **ЗАМОВИТИ:** (057) 727-70-90, pochta@ranok.com.ua