

Н. М. БУРИНСЬКА

# ХІМІЯ

# 7

Підручник  
для  
загальноосвітніх  
навчальних  
закладів

Рекомендовано  
Міністерством  
освіти і науки  
України

КИЇВ  ІРПІНЬ

# З М І С Т

<i>Як користуватися підручником</i> . . . . .	3
<b>Вступ</b> . . . . .	7
§ 1. Що вивчає хімія і чому її треба вивчати . . . . .	8
Правила поведінки учнів у кабінеті хімії . . . . .	13
§ 2. Короткі відомості з історії хімії . . . . .	14
<i>Практична робота 1. Правила техніки безпеки під час роботи в хімічному кабінеті. Ознайомлення з лабораторним посудом, прийомами поводження з лабораторним штативом і нагрівними приладами, будовою полум'я</i> . . . . .	17
<i>Практична робота 2. Найпростіші операції з речовинами</i> . . . . .	24
<b>Розділ I. Початкові хімічні поняття</b> . . . . .	28
§ 3. Речовини та їх властивості . . . . .	29
§ 4. Чисті речовини і суміші . . . . .	35
§ 5. Поняття про структурні частинки речовини. Хімічний елемент . . . . .	41
§ 6. Відносна атомна маса хімічних елементів . . . . .	48
§ 7. Прості й складні речовини. Хімічні формули . . . . .	51
§ 8. Валентність хімічних елементів . . . . .	59
§ 9. Розрахунки за хімічними формулами . . . . .	64
§ 10. Фізичні та хімічні явища . . . . .	70
<i>Практична робота 3. Хімічні явища</i> . . . . .	75
§ 11. Закон збереження маси речовин. Хімічні рівняння . . . . .	76
<b>Розділ II. Прості речовини метали і неметали</b> . . . . .	83
§ 12. Добування кисню та його фізичні властивості . . . . .	84
§ 13. Хімічні властивості кисню . . . . .	90
§ 14. Застосування кисню. Кругообіг Оксигену в природі . . . . .	96
<i>Практична робота 4. Добування кисню в лабораторії та вивчення його властивостей</i> . . . . .	100
§ 15. Ферум. Залізо . . . . .	101
§ 16. Поширення Феруму в природі. Застосування заліза . . . . .	105
<i>Відповіді до завдань</i> . . . . .	108
<i>Глумичний словничок</i> . . . . .	109
<i>Іменний покажчик</i> . . . . .	110
<i>Предметний покажчик</i> . . . . .	111

ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ. ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО.

## ЮНИЙ ДРУЖЕ!

Ти починаєш вивчати новий предмет — хімію, з якою пов'язано життя природи й людського суспільства. Хімія відіграє важливу роль у сучасній енергетиці, сільському господарстві, металургії, виробництві будівельних матеріалів, паперу, фотоматеріалів, барвників, вибухових речовин, пластмас, тканин, гуми тощо. Всюди, куди б ти не глянув, тебе оточують предмети та вироби, виготовлені з речовин і матеріалів, добутих на хімічних чи споріднених підприємствах із використанням хімічних знань. Одяг, взуття, посуд, парфуми, ліки — все це результати практичного застосування хімії.

Щоденно всі ми стикаємося не тільки з речовинами і матеріалами, а й із хімічними реакціями: коли вмиваємося з милом, п'ємо чай з лимоном, готуємо страви, користуємося миючими засобами тощо.

Щоб речовини, матеріали й хімічні реакції, якими ти користуєшся, приносили користь, а не шкоду, треба опанувати хімічні знання. Методи і засоби хімії настільки різноманітні, тонкі й складні, що оволодіння законами хімії, прийомами експерименту та розрахунку вимагає глибокої й наполегливої праці змолоду, коли пам'ять, увага, уява й ініціатива особливо міцні.

Мета підручника — допомогти тобі добре засвоїти основні закони й найважливіші хімічні поняття, на яких ґрунтуватимуться твої знання з хімії.



Мал. 1. Мило



Мал. 2. Глюкоза



Мал. 3. Чай з лимоном

З перших сторінок підручник поведе тебе у захоплюючу подорож, з якої ти дізнаєшся, як «широко простягає хімія руки свої у справи людські».

Як же користуватися підручником, щоб наслідки навчальної роботи були найкращими?

Вивчення хімії буде успішним тоді, коли, працюючи з підручником, ти будеш дотримуватися таких правил:

1. Спершу погортай новий для тебе підручник, розглянь його. Зверни увагу на зміст. Таке попереднє ознайомлення, яке не вимагає засвоєння законів і теорій чи запам'ятовування властивостей речовин, допоможе свідоміше сприймати навчальний матеріал, що викладає вчитель, та орієнтуватися у підручнику.

2. Зверни увагу на організацію своєї навчальної діяльності. Пам'ятай, що будь-яка корисна діяльність має бути усвідомлена, вмотивована. Ось чому підручник починається з пояснення необхідності вивчення хімії. Після того, як ти зрозумієш, що без знання хімії в житті не обійтися, ти усвідомиш і мету вивчення предмета.

3. Починаючи читати навчальний матеріал, викладений у параграфі, зверни увагу на вимоги до знань і вмінь, що висуваються. Вони наведені до початку тексту параграфа. Це допоможе тобі орієнтуватися в навчальному матеріалі та виокремити той, що підлягає обов'язковому засвоєнню і тематичному оцінюванню. Завершується текст параграфа короткими висновками, в яких узагальнюється найголовніше з викладеного.

4. Кожний параграф читай двічі. Перший раз — підряд увесь матеріал, але повільно, вдумливо. Під час повторного читання записуй у зошиті всі хімічні формули та рівняння реакцій. Якщо потрібно, склади план прочитаного чи конспект матеріалу, що вивчається.

5. Навчальний матеріал вивчай послідовно, не пропускаючи параграфів, оскільки їх зміст взаємозв'язаний, кожен із них ґрунтується на попередньому.

6. Найважливіший матеріал виділено жирним шрифтом або кольором, він обов'язковий для засвоєння. Матеріал, надрукований дрібним шрифтом, не є обов'язковим для вивчення.



7. Уважно розглядай ілюстрації, що є в тексті. Вони несуть змістове навантаження і залучають до засвоєння навчального матеріалу зорову пам'ять.

8. Наприкінці підручника вміщено тлумачний словничок. Звертайся до нього, аби з'ясувати незрозумілі слова.

9. До параграфів наводяться завдання для самоконтролю. Вони розміщені в порядку зростання складності. Особливо складні, комбіновані чи такі, що виходять за межі програми, позначені зірочкою \*. Намагайся виконувати якомога більше завдань, обираючи їх на свій розсуд. Самоконтроль надасть змогу переконатися, чи правильно ти розумієш навчальний матеріал, чи розбираєшся в ньому і як його засвоюєш, тобто самоконтроль дозволить закріпити набуті знання, розвинути далі твоє хімічне мислення й здійснити самооцінку.

10. Якщо виникне необхідність повторити вивчене або згадати те, що забулося, звертайся до іменного і предметного покажчиків, розміщених у кінці підручника, або до його змісту. Це допоможе тобі навчитися швидко знаходити потрібні відомості.

11. Пам'ятай, підручник — не єдине джерело інформації. Для розширення і поглиблення знань читай інші книжки з хімії, які порекомендує вчитель.

**Бажаю тобі успіхів у навчанні!**

*Автор*

Широко простягає хімія руки свої  
у справи людські... Куди не  
подивимось, куди не оглянемося,  
скрізь постають перед очима нашими  
успіхи її старанності.

М. В. Ломоносов

## §1

## ЩО ВИВЧАЄ ХІМІЯ І ЧОМУ ЇЇ ТРЕБА ВИВЧАТИ

Тобі треба

знати: що таке хімія і що вона вивчає;

розуміти: чому потрібно вивчати хімію;

уміти: висловлювати судження про застосуван-  
ня хімічних знань.



Мал. 4. Вуглекислий газ і вода в  
зелених рослинах перетворюють-  
ся на органічні сполуки

Хімічні перетворення речовин за-  
безпечують життя на Землі, зрос-  
тання організмів, їх розвиток і ста-  
ріння

Хімія належить до природничих наук.  
Так само як фізика, біологія, геологія,  
хімія вивчає природу, весь навколишній  
світ і передусім — *речовини та їх перетво-  
рення*.

Усе, що нас оточує, і ми самі склада-  
ємось із речовин. Усі вони мають певний  
склад, будову, властивості та можуть зазна-  
вати хімічних перетворень.

У природі хімічні перетворення відбува-  
ються самовільно. Так, із курсу біології ти  
знаєш, що під час фотосинтезу вуглекислий  
газ і вода в зелених рослинах постійно пе-  
ретворюються на органічні речовини. При  
цьому виділяється кисень, який поглина-  
ється живими організмами під час дихан-  
ня, окиснюючи в них органічні речовини.  
Внаслідок цього в атмосферу знову виділяєть-  
ся вуглекислий газ. Хімічні перетворення  
речовин забезпечують життя на Землі, зро-  
стання організмів, їх розвиток і старіння.

Однак переважна більшість природних речовин, перш ніж стати продуктами споживання людського суспільства, зазнає хімічної переробки на заводах. Добування металів із руд, виробництво синтетичних матеріалів, переробка кам'яного вугілля, нафти, природного газу — все це складні хімічні процеси, що здійснюються на виробництві з метою добування корисних продуктів. Для розуміння цих процесів і керування ними треба знати властивості речовин, їхню здатність брати участь у хімічних процесах. А для цього потрібно знати склад і будову речовин, що неможливо без вивчення хімії. Отже,

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

Сучасна хімія являє собою величезну галузь людських знань і відіграє важливу роль у житті суспільства. Багато її розділів є самостійними, хоча й тісно взаємозв'язаними науковими дисциплінами. За ознакою об'єктів вивчення (речовин) хімію прийнято поділяти на неорганічну та органічну. Розрізняють ще хімію фізичну, колоїдну, аналітичну та ін.

Хімія тісно пов'язана з іншими природничими науками. Хімічні перетворення речовин відіграють важливу роль у фізичних, біологічних, геологічних та інших процесах. На межі між різними природничими науками виникають і успішно розвиваються нові науки, наприклад ядерна хімія, космохімія, геохімія, агрохімія, біохімія, хімічна фізика та ін.

Але ж ти можеш заперечити, для чого все це знати? Для чого взагалі вивчати хімію? Адже не всі учні хочуть бути хіміками.



Мал. 5. Витягування заліза з шихти



Мал. 6. Розливання сталі у ливниці





Мал. 7. Кладка цегли



Мал. 8. Ракета на старті

Так, не всі твої однокласники стануть хіміками, а втім ні тобі, ні твоїм товаришам п навчанню без хімічних знань у житті в обійтися. У школі вивчення хімії допоможе краще зрозуміти біологію, різноманітність рослин, тварин, людей, що тебе оточують. Ця різноманітність залежить від речовинних процесів, що відбуваються в організмах. Речовини й хімічні процеси вивчає хімія. Отже, щоб зрозуміти біологію, треба вивчати хімію.

Знання хімії потрібні всім, незалежно від того, яку професію собі людина обирає, оскільки хімічні знання широко використовуються в практичній діяльності людини. Так, *металург* за допомогою хімічних реакцій перетворює руду на чавун і сталь, як необхідні для будівництва машин, верстатів різних металевих виробів. *Енергетик* добуває електричну й механічну енергію головним чином за допомогою перетворення хімічної енергії природного палива. Всі вони мають знати властивості речовин і сутність хімічних процесів, що відбуваються, аби вміло керувати ними.

*Будівельник* змішує порошок цементу з водою та піском і отримує цементний розчин, яким скріплює цеглу або блоки під час будівництва різних споруд. Він також має знати, які хімічні процеси викликають тужавіння цементу, щоб виготовити цемент потрібної марки.

Особливо велику роль відіграє хімія у розвитку таких галузей промисловості, як *мікроелектроніка, радіотехніка, космічна техніка, автоматика та обчислювальна техніка*. Розвиток цих галузей неможливий без нових матеріалів з особливими властивостями: надчистих, надтвердих, надпровідних,



жаромідних тощо. Таких матеріалів немає в природі, їх дає сучасна хімія.

Глибоко проникла хімія і в *сільське господарство*. Рослинництву вона дає мінеральні добрива, засоби захисту рослин від шкідників і хвороб, тваринництву — кормові добавки, лікарські препарати, засоби санітарії тощо.

Широко використовує хімічні процеси харчова промисловість, особливо тоді, коли переробляється сільськогосподарська сировина (виробництво крохмалю, цукру, оцту, спирту, маргарину тощо).

Величезне значення має хімія для *охорони здоров'я людей*. З давніх-давен учені-хіміки вивчали перетворення речовин, що відбуваються в організмі людини. Завдяки цьому лікарі знають, які препарати слід застосовувати для лікування тієї чи іншої хвороби, для знеболювання, дезінфекції тощо. За допомогою хімії виготовляють заміники крові, штучні суглоби, серцеві клапани, зубні протези тощо.

Широко використовується хімія в сучасному *побуті*. І не тільки опосередковано, через уживання їжі, використання одягу, взуття, палива, будівельних матеріалів, а й безпосередньо, через використання мила, пральних порошків, соди, дезінфікуючих і профілактичних речовин, засобів для виведення плям, лаків і фарб, парфумів і ліків тощо. Отже, продукти хімії і хімічні процеси використовуються всюди: у промисловості й сільському господарстві, на транспорті й у медицині, у будівництві й побуті.

Великим пророком був М. В. Ломоносов, коли ще на світанку сучасної хімії (1751 р.) говорив: «Широко простягає хімія руки свої у справи людські...» (зверни увагу на епіграф).



Мал. 9. Теплиці



Мал. 10. Хімія у побуті



**М. М. Семенов**  
(1896—1986)

Російський учений, академик, один із засновників хімічної фізики. Автор теорії ланцюгових реакцій. Розробив теорію теплового вибуху газових сумішей. Лауреат Нобелівської премії (1956).

Проте слід пам'ятати, що хімія може приносити не тільки користь, а й завдавати шкоди, якщо не знати властивостей речовин і їх впливу на людину та навколишню природу і користуватися речовинами неправильно, якщо погано уявляти собі особливості хімічних перетворень цих речовин.

Саме тому кожна людина має оволодівати хімічними знаннями й уміти користуватися ними практично. Академик М. М. Семенов, лауреат Нобелівської премії, говорив: «Всі ми поєднуємо з хімічною наукою подальший прогрес у пізнанні світу, що нас оточує... І не може бути в наші дні спеціаліста, який міг би обійтися без знання хімії.»

Отже, юний друже, ким би ти не став у майбутньому, тобі будуть потрібні знання з хімії.

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Хімія — це наука, що вивчає речовини, їх будову, властивості, застосування і перетворення речовин.

Сьогодні не можна назвати жодної сфери виробництва, де б людина не стикалася з хімією. Практично все наше життя, наше здоров'я, наш настрій тісно пов'язані з численними речовинами, що нас оточують, і хімічними процесами, що відбуваються навколо нас і всередині нас.

Хімічними знаннями повинна володіти кожна цивілізована людина. Без них неможлива екологічно грамотна поведінка в побуті, в природі, на виробництві.

### Завдання для самоконтролю

1. Що вивчає хімія?
2. Як ти розумієш епіграф до підручника?
3. Розкрий значення хімії в суспільному виробництві та побуті.
4. Як ти думаєш, чому потрібно вивчати хімію в школі?

## **ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ УЧНІВ У КАБІНЕТІ ХІМІЇ**

---

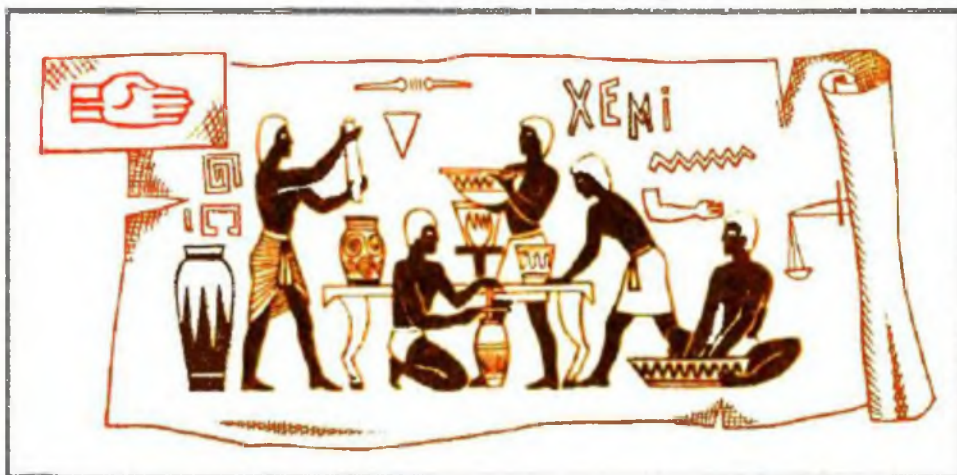
### **Учень зобов'язаний:**

- 1. Входити до кабінету хімії і лаборантської тільки з дозволу вчителя.**
- 2. Входити в кабінет і виходити з кабінету спокійно, щоб не-нароком не перекинути хімічний посуд, приладдя чи склянки з реактивами, що стоять на столах.**
- 3. Займати в кабінеті завжди одне й те саме робоче місце й не переходити на інше місце без дозволу вчителя.**
- 4. Підтримувати чистоту і порядок на своєму робочому місці, мити за собою хімічний посуд.**
- 5. Під час роботи не тримати на лабораторному столі нічого зайвого. На ньому можуть бути підручник, збірник задач, довідник, зошит і письмове приладдя.**
- 6. Усі досліди виконувати самостійно, крім тих, які за вказівкою вчителя виконуються парами або групами з 3—4 учнів.**
- 7. Не починати роботу, доки не перевірено, чи є все необхід-не для дослідів, і не продумано послідовність виконання кожного з них.**
- 8. Працювати сидячи, швидко, але без зайвої квапливості, під час роботи дотримуватися тиші.**
- 9. Записувати в зошиті хід виконання роботи, спостережен-ня, рівняння виконаних реакцій, робити висновки відразу ж після виконання досліду.**
- 10. Дбайливо ставитися до обладнання кабінету.**
- 11. Дотримуватися правил користування водопроводом, га-зом, електричним струмом, не відкривати крани й не вмикати електричні прилади без потреби.**
- 12. Дотримуватися правил нагрівання, поводження з реакти-вами, хімічним посудом, лабораторним обладнанням. Зна-ти запобіжні заходи під час роботи в кабінеті хімії.**
- 13. Знати місцезнаходження в кабінеті аптечки, протипоже-жних засобів і вміти ними користуватися в разі потреби.**



Походження слова «хімія» точно невідомо. Найчастіше його пов'язують з назвою Стародавнього Єгипту — Хем, що означає «чорний» (мабуть, за кольором ґрунту в долині річки Ніл), а зміст цієї назви — «єгипетська наука». Інші дослідники вважають, що слово «хімія» старогрецького походження. Воно означає мистецтво виплавляння металів.

Виникнення хімії. Хімія виникла у стародавнину. Ще задовго до нашої ери в різних регіонах Стародавнього світу (Єгипет, Китай, Індія) виникли ремесла, що ґрунтувалися на використанні хімічних процесів. Археологічні розкопки свідчать про те, що ще на світанку розвитку людського суспільства видобувались і перероблялись деякі руди, глини, піски. Понад 6 000 років тому для виготовлення зброї, інструментів і сільськогосподарських знарядь люди використовували залізо, а понад 5 000 років тому єгиптяни вмели добувати й обробляти мідь.



Мал. 11. Такі лабораторії існували при єгипетських храмах



Античний світ знав золото, срібло, ртуть, сплав міді з оловом — бронзу. Приблизно тоді ж людина навчилася виготовляти скло, кераміку. За багато віків до нашої ери використовували сірку, природну соду, мінеральні фарби, олії, смоли, обробляли шкіру, виготовляли косметичні засоби, запалювальні снаряди. Не менше трьох тисячоліть відома людям нафта. Деяко пізніше почали виготовляти порцеляну й папір. Проте жодних наукових уявлень про склад речовини та її перетворення у Стародавньому світі не було.

Алхімічний період розвитку хімії. У перші сторіччя нашої ери хімічні знання почали поширюватися у Греції й Римі. Деяко пізніше хімія досягла значного розвитку в арабів. Араби почали називати хімію *алхімією*. Найголовнішою метою алхіміків були пошуки так званого філософського каменя, за допомогою якого нібито можна перетворювати будь-який метал на золото, ниліковувати хвороби, повертати молодість, продовжувати тривалість життя.

У безплідних пошуках філософського каменя алхіміки нагромадили величезний практичний досвід, відкрили багато нових речовин, удосконалили техніку експерименту. Проте хімічні знання в цей період розвивалися дуже повільно. Це пояснюється вкрай низьким рівнем середньовічного виробництва.

Алхімічний період тривав приблизно з IV до XVI ст. З епохи Відродження вчення алхіміків дедалі більше береться під сумнів, зазнає недовіри. Хімічні дослідження більшою мірою починають спрямовуватись на потреби практики. Взагалі хімія та хімічні ремесла середньовіччя й давнини завжди служили для задоволення потреб побуту,



Мал. 12. Лабораторія алхіміка



Роберт Бойль  
(1627—1691)

Англійський хімік і фізик, один із фундаторів Королівського товариства в Лондоні. Сформулював перше наукове визначення хімічного елемента, впровадив у хімію експериментальний метод. Започаткував хімічний аналіз, сприяв становленню хімії як самостійної науки. Відкрив (1662) один із газових законів (закон Бойля—Маріотта).



М. В. Ломоносов  
(1711—1765)

Перший російський учений-природознавець світового значення. Його ідеї далеко випередили науку того часу, а відкриття збагатили різні галузі знань. Перший російський академік Петербурзької Академії наук (з 1745). Розвивав атомно-молекулярні уявлення про будову речовини. Сформулював принципи збереження матерії і руху. Виключив флогістон з числа хімічних агентів. Заклав основи фізичної хімії.

медицини, військової справи. Проте хімії як науки тоді ще не було. Існували різні хімічні знання і переважно ручні ремесла, які спиралися на практичний досвід, часто випадковий, що передавався з покоління в покоління.

Становлення хімії як науки. Велике значення для становлення хімії як науки мали роботи англійського вченого Р. Бойля. Він вперше дав науково обґрунтоване визначення хімічного елемента як межі розкладання речовини на складові частини. Експериментальні дослідження Р. Бойля стали початком хімії як науки. Проте жодної теорії, яка б узагальнила нагромаджений експериментальний матеріал, Р. Бойль не висунув.

Наприкінці XVII ст. німецький хімік Г. Шталь створив так звану *теорію флогістону*. Згідно з цією теорією, всі речовини містять у своєму складі невагомий і невлочимий флогістон, який під час горіння речовини або випалювання металів звітряється, зникає. Отже, теорія флогістону розглядала процес горіння речовини, окиснення металу як реакцію розкладу.

Теорія флогістону була помилковою, проте вона існувала впродовж століття. Це пояснюється тим, що в ту історичну епоху, коли в дослідженнях переважав якісний підхід, це була перша теорія в хімії, яка давала загальне, хоча й помилкове, пояснення багатьом хімічним перетворенням, пов'язаним із процесами випалювання металів і горіння. З часом з'явилося багато фактів, що суперечили теорії флогістону, і наприкінці майже столітнього панування ця теорія стала гальмом у розвитку хімії.

У 1756 р. російський учений М. В. Ломоносов на підставі кількісних дослідів довів, що під час горіння й окиснення речовина не розкладається, а, навпаки, сполучається з частинками повітря. Французький учений А. Лавуазьє у 1774 р. довів, що цією складовою частиною повітря є кисень. Працями А. Лавуазьє було остаточно спростовано теорію флогістону і створено правильне, наукове уявлення про суть процесів горіння й окиснення.

Наступний період історії хімії, який охоплює майже все ХІХ ст., мав вирішальне значення у розвитку хімії як науки. В цей період розробляються теоретичні основи хімії, центральною проблемою стають атомістичні уявлення. Тому засновниками сучасної хімії вважають М. В. Ломоносова та англійського вченого Дж. Дальтона, які відродили уявлення про переривчасту будову матерії, що існували ще в стародавні часи, і створили атомно-молекулярне вчення — основу хімічної науки.

Сучасна хімія становить величезну галузь людських знань і відіграє важливу роль у житті суспільства.



Джон Дáльтон  
(1766—1844)

Англійський хімік і фізик. Стояв біля витоків атомістичного вчення. Відкрив (1803) закон кратних відношень, запропонував поняття «атомна вага» і першим визначив атомні маси багатьох елементів. Відкрив газові закони, які тепер названі його іменем. Першим (1794) описав дефект зору, на який хворів сам і який пізніше назвали дальтонізмом.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

**Правила техніки безпеки під час роботи в хімічному кабінеті. Ознайомлення з лабораторним посудом, прийомами поводження з лабораторним штативом і нагрівними приладами, будовою полум'я**

Перед виконанням практичної роботи ознайомся з правилами техніки безпеки. Звертайся до цих правил кожного разу, коли самостійно виконуєш хімічний експеримент.



## Правила техніки безпеки під час роботи в кабінеті хімії



Мал. 13. Так потрібно ставити пробку, відкривши склянку з реактивом



Мал. 14. Так потрібно брати банку з реактивом, щоб етикетка спрямовувалась у бік долоні

1. Працюй у кабінеті хімії обов'язково в халаті.
2. Будь максимально обережним під час виконання будь-яких експериментальних робіт. Пам'ятай, що неохайність, неуважність, недостатня обізнаність із властивостями речовин, з якими проводиться робота, можуть спричинити нещасний випадок.
3. Виконуй тільки ті хімічні досліди, які узгоджено з учителем, під його наглядом або наглядом лаборанта.
4. Уважно читай етикетку на посудині з речовиною, яку береш для дослідів. Відкривши посудину, не клади пробку на лабораторний стіл боком, а став її так, як зображено на мал. 13.
5. Реактиви для дослідів бери лише в тих кількостях, які зазначені в інструкції.
6. Якщо в інструкції не зазначено, яку масу чи об'єм реактиву треба взяти, то суху речовину бери у такій кількості, щоб вона вкрила лише дно пробірки, а рідину — не більше  $1/6$  об'єму пробірки.
7. Надлишок узятого реактиву ні в якому разі не зливай (не зсипай) назад у посудину, де він зберігався. Його дозволяється зливати (зсипати) у спеціальні склянки.
8. Наливаючи рідину, посудину з реактивом бери так, щоб етикетка спрямовувалась у бік долоні (мал. 14), знімай краплю з шийки посудини, бо рідина стікатиме по склу, псуватиме етикетку, може пошкодити шкіру рук (мал. 15, с. 19).
9. Посудину, з якої взято реактив, відразу закрій пробкою і постав на місце.



10. Під час нагрівання розчинів у пробірці користуйся пробіркотримачем. Уважно стеж за тим, щоб отвір пробірки був спрямований у бік від тебе та інших працюючих, бо рідина внаслідок перегрівання може викинутися з пробірки.

11. Під час нагрівання рідини стеж, щоб не перегрівалися стінки посудини над рідиною (особливо, коли рідини мало), бо в разі потрапляння на перегріте скло крапель рідини посудина може тріснути.

12. Щоб уникнути перегрівання, ніколи не нагрівай пробірку лише знизу, а рівномірно прогривай всю пробірку, весь її вміст.

13. Не заглядай у пробірку, в якій нагрівається рідина, і не нахиляйся над посудиною, в яку наливається будь-яка рідина (особливо їдка), бо непомітні бризки можуть потрапити в очі (мал. 16).

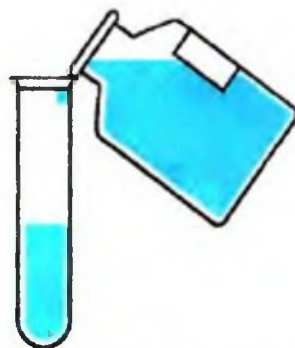
14. Ніякі речовини не пробуй на смак.

15. Нюхай усі речовини обережно, не нахиляйся над посудиною і не вдихай на повні легені, а спрямовуй до себе пару чи газ рухами руки (мал. 17, с. 20).

16. Будь особливо обережний під час роботи з лугами. Потрапляння навіть розбавлених розчинів лугів у очі може призвести до повної втрати зору. Якщо розчин лугу потрапив на руки, негайно змий його великою кількістю води до зникнення відчуття милкості.

17. Будь дуже обережний також під час роботи з кислотами. Особливо бережи очі. В разі потрапляння розчину кислоти на руки також негайно змий його великою кількістю води.

18. Будь особливо обережний під час роботи з нагрівними приладами.



Мал. 15. Знімання краплі рідини з шийки посудини



Мал. 16. Розбризування рідини під час наливання в посудину



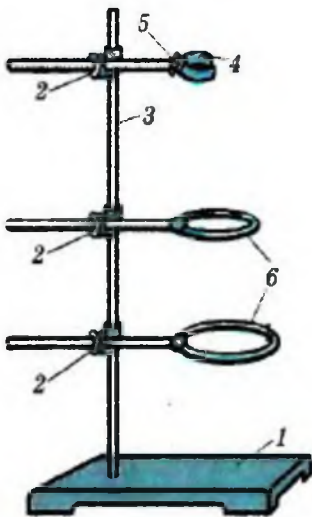
Мал. 17. Так потрібно нюхати речовини

19. Гарячі предмети став на керамічну плитку або спеціальну підставку.
20. Відпрацьовані реактиви зливай у раковину (після їх нейтралізації), а цінні реактиви — у спеціальний хімічний посуд.
21. Після закінчення роботи прибери своє робоче місце, відключи воду, вимкни електронагрівні прилади й обов'язково ретельно вимий руки.
22. Не клади свій сніданок на лабораторний стіл і ніколи не вживай їжу в хімічному кабінеті.

**У разі нещасного випадку негайно звертайся до вчителя!**

### 1. Ознайомлення з лабораторним посудом та іншим обладнанням

Зразки хімічного посуду та іншого лабораторного обладнання, яким ти користуватимешся в процесі вивчення хімії, розміщені частково на твоєму лабораторному столі, а частково на демонстраційному столі вчителя. Розглянь їх і знайди їхні зображення на мал. 19, с. 21. Зверни увагу на назву кожного предмета і спробуй пояснити його призначення. Намалюй у зошиті два—три предмети лабораторного обладнання і зазнач їх назву. Можеш користуватися при цьому хімічним трафаретом.

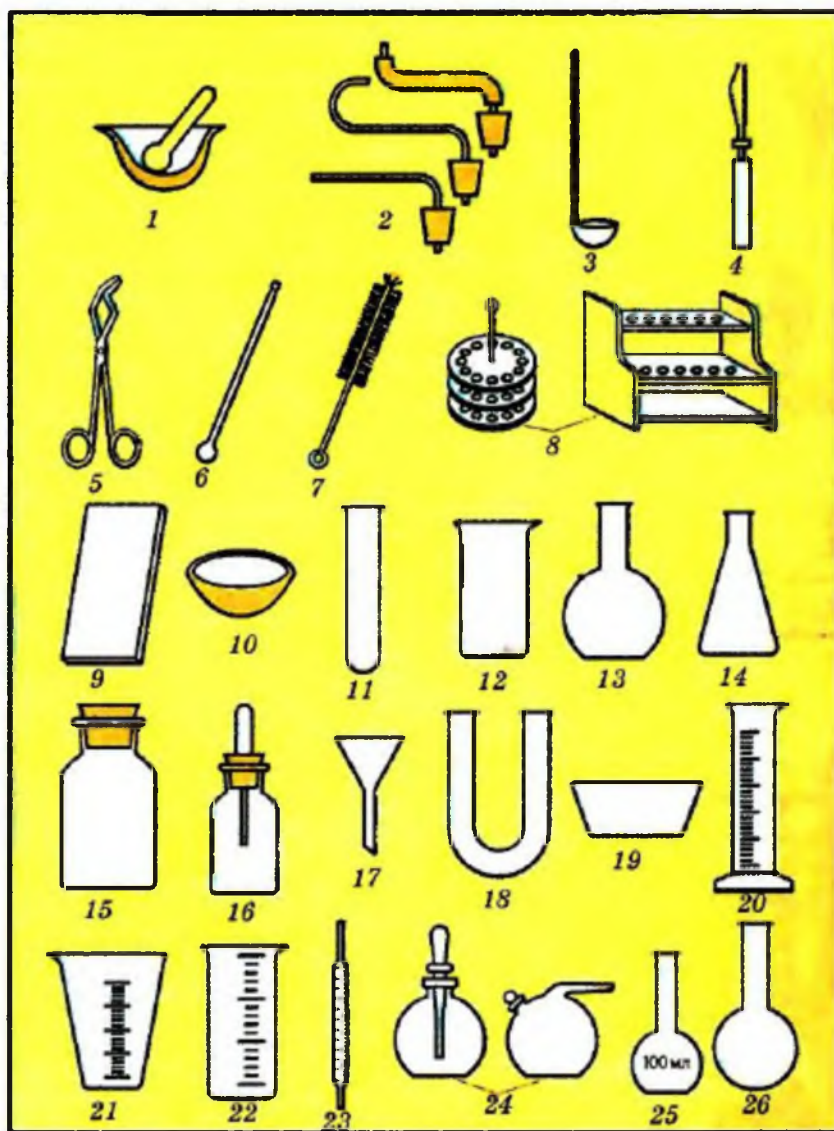


Мал. 18. Лабораторний штатив:  
1 — підставка; 2 — муфта;  
3 — стержень; 4 — тримач;  
5 — гвинт тримача; 6 — кільце

### 2. Поводження з лабораторним штативом

Ознайомся з будовою штатива (мал. 18). Виконай такі операції:

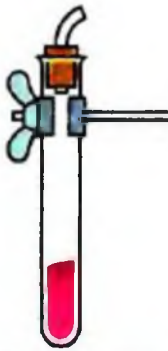
- 1) закріпи муфту на середині стержня штатива. Пересунь вгору й опусти вниз. Закріпи у муфті тримач;
- 2) закріпи на штативі кільце, не знімаючи тримача. Що для цього треба зробити?



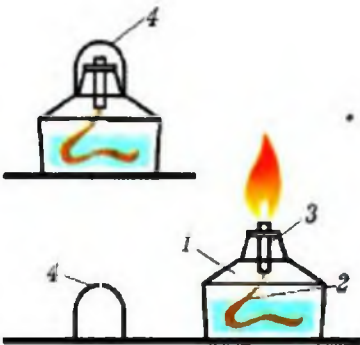
Мал. 19. Хімічний посуд та інше лабораторне обладнання:

1 — ступка з товчачиком; 2 — газовідвідні трубки з пробками; 3 — ложка для елювання речовин; 4 — пробіркодержач; 5 — тигельні щипці; 6 — скляна палиця; 7 — йоржик; 8 — штативи для пробірок; 9 — скляна пластинка; 10 — чашка; випарювання; 11 — пробірка; 12 — хімічна склянка; 13 — колба плоскодонна; 14 — колба конічна; 15 — банка; 16 — склянка з піпеткою; 17 — лійка; 18 — U-дібна трубка; 19 — кристалізатор; 20 — мірний циліндр; 21 — мензурка; 22 — менажурска; 23 — піпетка градуйована; 24 — крапельниця; 25 — мірна колба; 26 — круглодонна колба





Мал. 20. Так треба закріплювати пробірку в штативі



Мал. 21. Спиртовий пальник:  
1 — резервуар зі спиртом; 2 — гніт;  
3 — металічна труба з диском;  
4 — ковпачок



Мал. 22. Так треба заповнювати спиртівку спиртом

3) закріпи пробірку в тримачі штатива. Це треба зробити так, щоб пробірка не випадала і щоб її можна було переміщувати, тобто пробірку треба затиснути, але не дуже сильно, бо вона може тріснути. Закріплювати пробірку треба не на середині, а біля отвору (мал. 20). Щоб вийняти пробірку зі штатива, треба послабити гвинт;

4) помісти на кільце штатива хімічний стакан. Спочатку на кільце штатива поклади спеціальну сітку, а потім на неї постав стакан;

5) на кільце штатива помісти без сітки порцелянову чашку.

### 3. Поводження з нагрівними приладами

Працюючи зі спиртівкою, газовим пальником або електронагрівником, дотримуйся певних правил!

#### *Робота зі спиртівкою*

Перш ніж запалити спиртівку, перевір, чи є в ній спирт та чи хороший гніт (мал. 21).

Спирт можна наливати тільки в погашену спиртівку (мал. 22). Якщо спиртівка горить, наливати спирт категорично заборонено!

Для запалення спиртівки зніми ковпачок, розправ гніт і піднеси до гніта запалений сірник.

Користуючись спиртівкою, не запалюй її від іншої спиртівки, бо спирт може вилитися, спалахнути і спричинити пожежу.

Щоб погасити полум'я спиртівки, слід закрити її ковпачком, підносячи його збоку. Дмухати на запалену спиртівку категорично забороняється! Це може також спричинити пожежу.



### Робота з газовим пальником

Газові пальники бувають різні за будовою, але принцип їх дії однаковий. Розглянь мал. 23. Металева трубка пальника з'єднується з гумовим шлангом, по якому надходить газ.

Як же запалити пальник? Перед тим як подавати газ, тобто відкривати газопровідний кран, треба спершу запалити сірник і піднести його збоку (чому збоку?) до трубки пальника (чому порядок саме такий?). Тепер зверни увагу, що в нижній частині металевій трубки є отвір для подавання повітря. Відрегулюй розмір отвору так, щоб полум'я стало блакитним, несвітлим. Це означає, що газ згоряє в пальнику повністю.

### Робота із сухим паливом

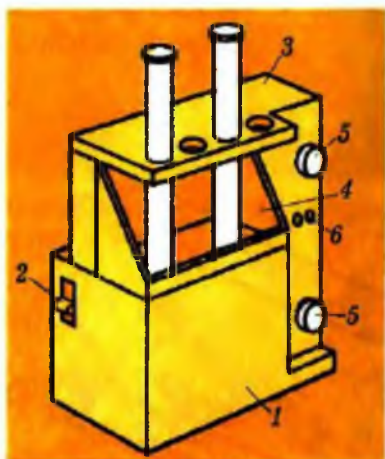
Шматочок сухого пального (одну таблетку) поклади на керамічну плитку і підпали від сірника. Якщо треба припинити горіння, накрій таблетку пального ковпачком від спиртівки або порцеляною чашкою. **Дмухати на паліє, що горить, категорично забороняється!** Після користування сухим паливом приміщення хімічного кабінету потрібно добре провітрити.

### Робота з електронагрівником

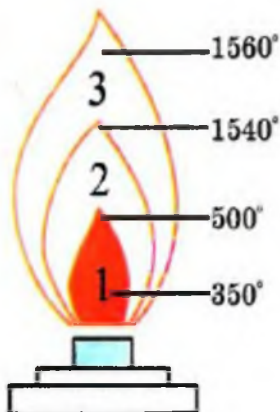
Ознайомся з будовою електронагрівника, який є у вашому кабінеті (мал. 24). Перед вмиканням електронагрівника в мережу перевір, чи не пошкоджена ізоляція електричного проводу нагрівника. Вмикай прилад тільки в ту мережу, напруга якої відповідає величині, вказаній на корпусі приладу. Якщо ввімкнутий у мережу електронагрівник не нагрівається, повідом про це учителя. Під час роботи з електронагрівником не допускай забруднення спіралі роз-



Мал. 23. Газові пальники:  
1 — трубка; 2 — змішувач;  
3 — диск; 4 — гвинт;  
5 — відвідна труба



Мал. 24. Нагрівник лабораторний шкільний НЛШ:  
1 — основа; 2 — вимикач;  
3 — кришка; 4 — піддон;  
5 — розетки; 6 — отвори для фіксування кільця



Мал. 25. Будова полум'я

жарювання. Після закінчення роботи не забудь вимкнути електронагрівник.

#### 4. Будова полум'я

Запали свічку і спостерігай, як вона горить. Зверни увагу, що полум'я, яке при цьому утворюється, не є однорідним. Воно має три зони. Розглянь мал. 25. Що ти можеш сказати про температуру цих зон? Яка частина полум'я найбільш гаряча? Зроби висновок, яку частину полум'я треба використовувати для нагрівання речовин.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

### Найпростіші операції з речовинами

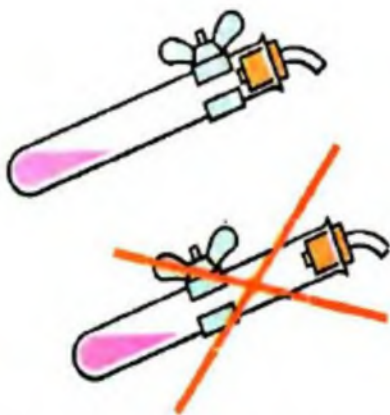
Більшість дослідів ти будеш виконувати в скляному (рідше — порцеляновому) посуді: пробірках, хімічних стаканах, колбах (див. мал. 14). Аби правильно здійснити ту чи іншу операцію, треба знати певні правила. Розглянемо найпростіші операції.

#### Дослід 1. Нагрівання рідини в пробірці

Передусім зверни увагу, що пробірки з речовинами можна нагрівати безпосередньо в полум'ї (на голому вогні). Пригадай, яку частину полум'я слід використовувати. Правильно, верхню, найбільш гарячу частину. А тепер починай експеримент.

Налий у пробірку воду на третину об'єму і закріпи її у лапці штатива (мал. 26) або візьми пробіркодержачем (мал. 27, а) чи тримачем, зробленим із зігнутої кількох разів смужки паперу (мал. 27, б).

Мілілітр (мл) — це спеціальна назва кубічного сантиметра, тобто одиниці об'єму, яка застосовується в хімії.



Мал. 26. Так треба закріплювати пробірку в лапці штатива

Спочатку прогрій усю пробірку, а потім, не виймаючи з полум'я, нагривай у потрібному місці. Стеж за тим, щоб не перегрівалися стінки пробірки над рідиною. Отвір пробірки, в якій нагрівається речовина, обов'язково спрямовуй у бік від себе і від тих, хто працює поруч.

### Дослід 2. Перемішування рідини

У пробірці, як правило, змішують невеликі об'єми речовин (не більше 2 мл). Висота стовпчика рідини під час змішування розчинів у пробірці не повинна перевищувати 2 см.

Налий у пробірку трохи води (1—2 мл) і піпеткою додай краплю олії. Візьми пробірку в ліву руку трьома пальцями (великим, вказівним і середнім) ближче до отвору, а пальцями правої руки обережно постукай по нижній частині пробірки (мал. 28).

**УВАГА! Категорично забороняється закривати отвір пробірки пальцем і струшувати її**

Особлива обережність потрібна при розчиненні твердої речовини в пробірці, оскільки ця операція часто вимагає постійного струшування і нагрівання (мал. 29).

У колбі зміст перемішують коловими рухами, а в хімічному стакані — скляною паличкою, надівши на її кінець відрізок гумової трубки, аби не пошкодити стінки стакану (мал. 30, с. 26).

### Дослід 3. Випарювання на годинниковому скельці

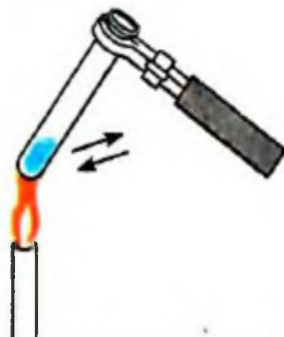
Візьми тигельними щипцями годинникове скельце або звичайну скляну пластинку й піпеткою нанеси 2—3 краплі розчину солі.



Мал. 27. Так треба нагрівати речовину в пробірці

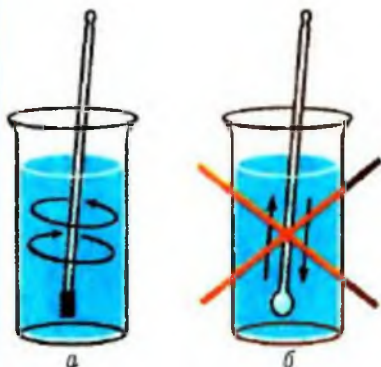


Мал. 28. Так треба струшувати рідину в пробірці



Мал. 29. Правильне нагрівання зі струшуванням





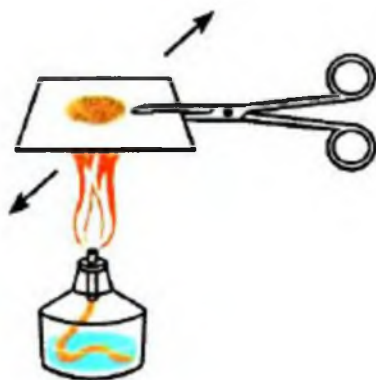
Мал. 30. Перемішування рідини скляною паличкою:  
а — правильне; б — неправильне

Тримай скельце високо над полум'ям пальника або сухого пального (мал. 31). Що ти спостерігаєш? Поясни свої спостереження.

#### Дослід 4. Переливання рідин

Налий у пробірку трохи води і перелий її в іншу пробірку. При цьому отвір пробірки, в якій міститься вода, має торкатися отвору пробірки, в яку переливатиметься рідина (мал. 32).

Якщо наливаєш рідину з реактивної банки з етикеткою, то банку бери так, щоб етикетка спрямовувалась у бік долоні (див. мал. 14), і знімай краплю з шийки посудини (мал. 15).



Мал. 31. Випарювання на скляній пластинці



Мал. 32. Переливання рідини з пробірки в пробірку

#### Дослід 5. Закривання пробкою колби або пробірки

Якщо колбу треба закрити пробкою, то ні в якому разі не можна ставити колбу на стіл або тримати за дно. Будь-яку тонкостінну посудину, а також пробірку треба тримати якомога ближче до отвору (мал. 33), оскільки в іншому разі можна серйозно поранити руки.

Візьми пробірку і закрій її корком або гумовою пробкою. Зверни увагу, пробка не повинна входити надто туго, бо при цьому скло може тріснути і поранити руку.



*а*



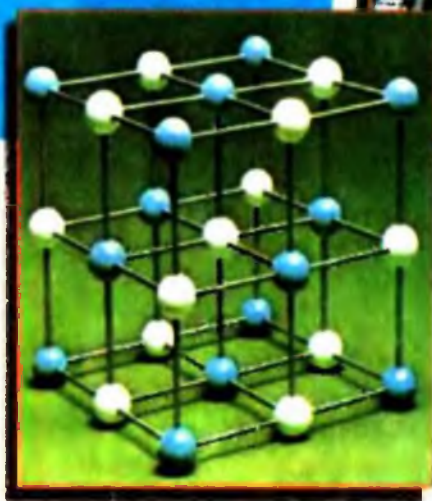
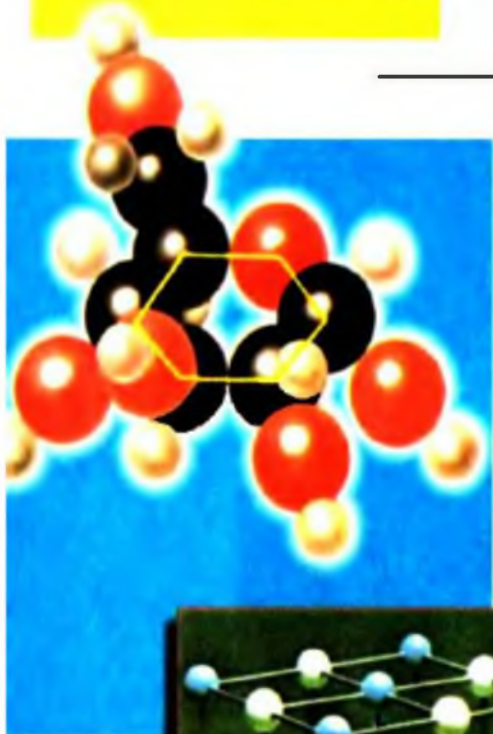
*б*

**Мал. 33. Закривання колби пробкою:  
*а* — правильне; *б* — неправильне**

РОЗДІЛ  
**1**

**ПОЧАТКОВІ  
ХІМІЧНІ ПОНЯТТЯ**

---





*Тобі треба*

*розуміти суть понять: «речовина», «матеріал», «чиста речовина», «суміш»; «фізичне тіло»; агрегатний стан речовини;*

*уміти розрізняти: фізичні тіла, речовини, матеріали; фізичні та хімічні властивості речовин; користуватися зазначеними поняттями.*

Ми живемо у світі речовин. Подивись навколо, тебе оточує безліч предметів — фізичних тіл. Наприклад, цинк — речовина, а цинкове відро — фізичне тіло. Вода — речовина, а крапля води — фізичне тіло.

Речовини, які використовуються для виготовлення предметів, фізичних тіл, прийнято називати матеріалами.

Залізний цвях, мідна пластинка, алюмінієвий дріт — це фізичні тіла, а речовини, з яких вони зроблені — залізо, мідь, алюміній — це матеріали. Тут назви речовин і матеріалів збігаються.

Але так буває не завжди. Наприклад, дерев'яний штатив, дерев'яна лопата — це фізичні тіла, що зроблені з одного й того самого матеріалу — деревини, а основна речовина, що утворює деревину, — це клітковина, або целюлоза.

Нині відомо майже 20 000 000 різних речовин. Одні з них — природні, наприклад вода, кисень, вуглекислий газ. Інші — добуті штучно, наприклад капрон, поліетилен, синтетичний каучук.



Мал. 34. Дерев'яна іграшка «Песик»: іграшка — фізичне тіло; деревина — матеріал; клітковина (целюлоза) — речовина

Як же розібратися в цій безлічі речовин? Виявляється, кожна речовина має певну сукупність властивостей, які визначають її індивідуальність.

**Властивості речовини** — це певні ознаки, за якими різні речовини подібні між собою або відрізняються одна від одної.

Розрізняють фізичні й хімічні властивості речовин. До *фізичних властивостей* належать колір, блиск, запах, смак. Ці властивості можна виявити при безпосередньому спостереженні. Наприклад, золото можна відрізнити від інших речовин за його блиском і кольором. Цукор і кухонну сіль можна розрізнити за смаком.

**УВАГА!** Завжди пам'ятай, що куштувати невідомі речовини не можна, оскільки багато з них отруйні!

Деякі речовини можна впізнати за запахом.

- Назви речовини, які ти можеш упізнати за запахом, і пригадай, як треба нюхати, наприклад, невідомий газ або розчин (див. мал. 17).

Але не всі фізичні властивості виявляються за допомогою органів чуття. Так, щоб дізнатися про густину рідини, потрібно скористатися ареометром (мал. 35), а про температуру її кипіння — термометром, тобто є фізичні властивості, які вимірюють за допомогою приладів.

А чи належить агрегатний стан речовини до її фізичних властивостей?

З курсу фізики ти знаєш, що речовини існують у різних агрегатних станах. Лід, вода і водяна пара — це твердий, рідкий і газуватий стани однієї й тієї самої речовини.



Мал. 35. Ареометр

ни — води. Отже, тверда, рідка й газувата форми не є індивідуальними характеристиками води. Вони відповідають різним станам існування води за певних умов. Тому не можна приписувати воді лише ознаку рідини, кисню — ознаку газу, а залізу — ознаку твердої речовини. Будь-яка речовина в разі зміни умов може перейти в інший агрегатний стан.

**Агрегатний стан** — це не фізична властивість речовини, а лише стан, у якому вона перебуває за певних умов.

Інша річ, що під час переліку фізичних властивостей якоїсь речовини прийнято зазначати і її агрегатний стан, у якому вона перебуває за стандартних умов (за температури 298,15 К, або 25 °С, і тиску 100 кПа, або 760 мм рт. ст. (1 атм)).

Аби переконатися, як ти розумієш фізичні властивості речовин, виконай такі досліді.

Зверни увагу, що для засвоєння знань тобі треба бути обізнаним із науковими методами пізнання. Вони єдині для всіх наук про природу. Передусім — це *експеримент* і *спостереження*.

Хімічний експеримент, який ти зараз будеш виконувати, — це найголовніший метод добування хімічних знань. Одночасно він є і видом практики, що підтверджує істинність знань. Під час виконання лабораторного експерименту уважно спостерігай зовнішній вигляд речовин та інші фізичні властивості.

Спостереження як метод наукового пізнання в хімії посідає особливе місце. У цьому ти переконаєшся в процесі подальшого навчання.

**Агрегатний стан** — це не фізична властивість речовини, а лише стан, у якому вона перебуває за певних умов

**Хімія** — наука експериментальна

Основні методи наукового пізнання в хімії:

- експеримент,
- спостереження



## ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДИ

### Виявлення фізичних властивостей речовин

**Завдання:** зазнач агрегатний стан і схарактеризуй фізичні властивості двох речовин із числа запропонованих: а) натрій хлорид (кухонна сіль) і алюміній; б) вода і залізо; в) вода й олія; г) мідь і натрій карбонат (сода) за таким планом:

- 1) агрегатний стан речовини за стандартних умов;
- 2) колір, блиск;
- 3) запах;
- 4) розчинність у воді.

Щоб визначити розчинність, наприклад соди, треба за допомогою ложки або шпателя насипати трохи соди у пробірку (тільки вкрити дно!) і долити 1 мл води. Розчинення прискорюється в разі перемішування.

- Пригадай, як треба перемішувати рідину з твердою речовиною. У разі потреби звернись до мал. 28.

**УВАГА! Не закривай пробірку пальцем і сильно не збовтуй рідину — це може спричинити викидання рідини і пошкодження шкіри**

Свої спостереження запиши у зошит.

Інші фізичні властивості — температуру кипіння або плавлення, твердість, густину, електричну провідність тощо можна з'ясувати, якщо потрібно, за хімічним довідником.

Аби вивчити фізичні властивості якоїсь речовини, необхідно очистити її від сторонніх домішок. У житті нам майже не трапляються чисті речовини, найчастіше ми маємо справу з сумішами речовин.

А як дізнатися про хімічні властивості речовини? Хімічні властивості вивчатимуться пізніше, оскільки вони виявляються лише в процесі перетворення одних речовин

на інші. Так, здатність кисню підтримувати горіння і дихання, а заліза — іржавіти і є хімічними властивостями речовин кисню й заліза.

Як тобі здається, для чого потрібно вивчати властивості речовин? Властивості речовин вивчають для того, аби знати, як дану речовину з якомога більшою користю використовувати, як правильно з нею поводитися, як її розпізнати серед інших речовин. Адже є багато речовин з небезпечними для людини властивостями: одні легко спалахують і можуть спричинити пожежу, другі — отруйні і можуть викликати хворобу і навіть загибель людини, треті — здатні вибухати і можуть завдати непоправної шкоди. Однак усі ці небезпечні властивості можна спрямувати на користь людині. Як саме? Поміркуй і спробуй висловити з цього приводу свою думку.

Щоб робота з речовинами не спричинила нещасного випадку, треба знати властивості речовин, дотримуватися техніки безпеки й правил поведінки в кабінеті хімії (див. с. 18).



Мал. 36. Здатність горіти — хімічна властивість деревини

---

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Різні фізичні тіла й матеріали складаються з речовин.

Кожна речовина характеризується певними фізичними й хімічними властивостями.

Сукупність властивостей речовини є тією ознакою, яка дає змогу відрізнити речовини одну від одної або встановити подібність між ними.

---

### Завдання для самоконтролю

1. Як ти розумієш поняття «речовина», «матеріал», «фізичне тіло»? Наведи приклади.
2. З наведеного переліку випиши окремо речовини й тіла: залізо, цвях, крохмаль, спирт, вода, сніжинка, краплина роси, сірник.
3. Порівняй фізичні властивості (ознаки схожості й відмінності) води й нашатирного спирту, взятих за стандартних умов.
4. Обґрунтуй, чому потрібно зазначати агрегатний стан, якщо йдеться про фізичні властивості речовини, хоча він не є фізичною властивістю.

### Додаткові завдання

5. Тільки речовини (на відміну від фізичних тіл) містяться в ряду  
(а) глюкоза, повітря, крохмаль;  
(б) туман, вода, пісок;  
(в) вуглекислий газ, кисень, мідь;  
(г) залізо, молоко, жир.
6. Заповни таблицю:

Речовина	За стандартних умов		
	агрегатний стан	колір	запах
Вода			
Мідь			
Оцтова кислота			
Кисень			
Кухонна сіль			

7. Чому цвяхи виготовляють із заліза, а не зі свинцю?



# §4

## ЧИСТІ РЕЧОВИНИ І СУМІШІ

Тобі треба

розуміти суть понять: «чиста речовина» і «суміш»;  
суть способів розділення сумішей;  
уміти розрізняти: чисті речовини і суміші;  
однорідні й неоднорідні суміші.

Ти вже знаєш, що кожна речовина має характерні для неї властивості. Однак ці властивості будуть цілком певні лише для окремо взятої речовини, не змішаної з іншими речовинами. Такі речовини називають чистими.

**Чиста речовина** — це речовина індивідуальна, яка не містить домішок інших речовин.

Від чистих речовин слід відрізняти *суміші*.

**Суміш** — це сукупність різних речовин, яка становить одне фізичне тіло.

Суміш може складатися з двох або більшої кількості чистих речовин. Оці складові частини суміші називаються *компонентами*. Речовини, що входять до складу сумішей, зберігають притаманні їм властивості.

**Дослід 1.** Якщо змішати порошок сірки з ошурками заліза, то речовини — залізо й сірка — зберігатимуть у суміші свої властивості. Так, залізо притягуватиметься магнітом, тонутиме у воді, якщо цю суміш всипати у воду, а сірка спливатиме, оскільки вона не змочується водою. Це використовують, щоб таку суміш розділити на окремі речовини.

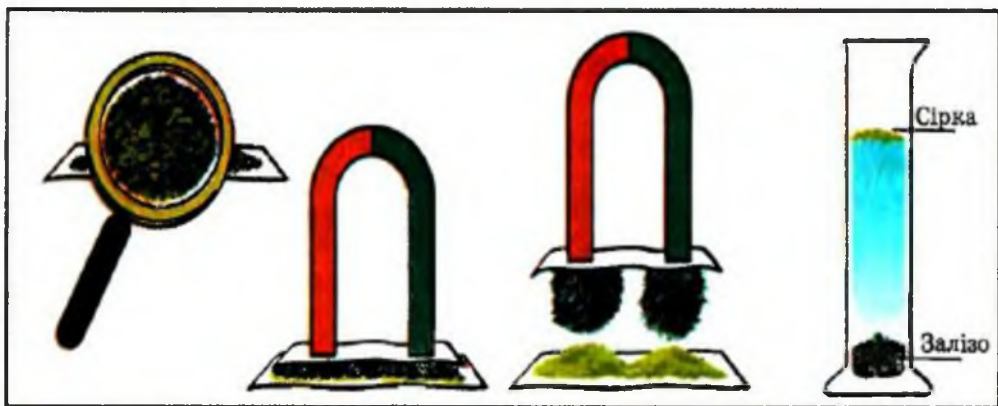


Бром

Мал. 37. Індивідуальні речовини



Мал. 38. Порошок — суміш речовин



Мал. 39. Розділення суміші заліза і сірки: магнітом та водою

Суміші речовин поділяють на однорідні й неоднорідні. В *однорідних* сумішах компоненти не можна помітити або виявити за допомогою оптичних приладів, оскільки речовини перебувають у дуже подрібненому стані. Наприклад, повітря — однорідна суміш кисню, азоту та інших газів; однорідною сумішшю є також розчин цукру у воді.

У *неоднорідних* сумішах необзброєним оком або за допомогою оптичних приладів можна помітити частинки речовин, з яких складається суміш. Наприклад, скаламучена у воді крейда, молоко — неоднорідні суміші.

- Пригадай, які природні суміші речовин ти знаєш.
- Поясни, на підставі яких ознак суміші поділяють на однорідні й неоднорідні. Наведи приклади.

За допомогою фізичних методів суміші можна розділити на складові частини. Нижче наведено способи розділення сумішей, деякі з них ти вже знаєш з курсу природознавства.

### 1. Відстоювання

Цим способом можна розділити тверді речовини, не розчинні у воді, або рідини, не розчинні одна в одній, якщо вони мають різну густину.

**Дослід 2.** Щоб розділити суміш залізних ошурків з тирсою, треба всипати суміш у воду і дати їй відстоятись. Ошурки осядуть на дно посудини, а тирса спливе. Воду над осадом зливають (декантація, мал. 40).

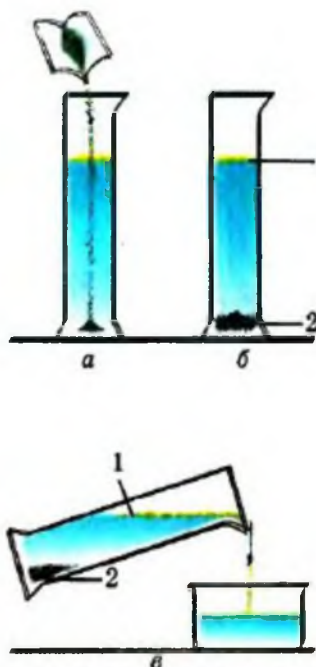
У промисловості, якщо речовини значно відрізняються одна від одної за густиною, для їх розділення використовують проточну воду. Прикладом може бути добування золота із золотоносного піску. Пісок, що містить часточки золота, промивають проточною водою в похилому жолобі. Пісок виноситься водою, а важкі часточки золота осідають на дно жолоба. Так само відокремлюють подрібнене кам'яне вугілля від пустої породи.

Для розділення нерозчинних або малорозчинних одна в одній рідин з різними густинами використовують ділильну лійку (мал. 41). Суміш рідин, наприклад бензину з водою, наливають у лійку й відстоюють доти, доки між ними з'явиться досить чітка межа поділу. Після цього з лійки виймають корок, повертають кран і випускають воду, залишаючи бензин у лійці.

## 2. Фільтрування

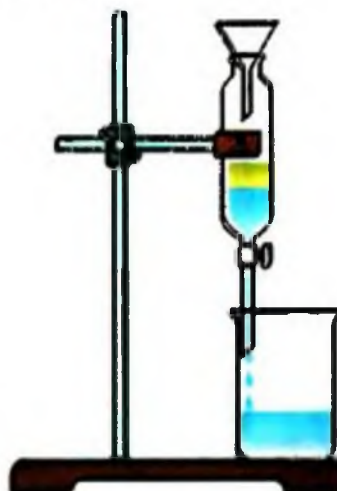
Цей спосіб застосовують для розділення суміші розчинних і не розчинних у воді речовин. Він ґрунтується на тому, що під дією води на суміш відбувається дуже сильне подрібнення розчинної речовини. Внаслідок збовтування суміші у воді утворюється киламутна рідина, в якій є такі дрібні часточки розчинної речовини, які разом з молекулами води проходять крізь пористий матеріал, а часточки нерозчинної речовини залишаються на його поверхні.

Такий спосіб розділення сумішей називають *фільтруванням*. Матеріал, крізь який



Мал. 40. Відстоювання і декантація:

*a* — всипання суміші залізних ошурків і тирси у воду; *б* — розлення суміші у воду; *в* — зливання води з тирсою, що сплила в посудину



Мал. 41. Ділильна лійка





Мал. 42. Фільтрування

фільтрують рідину, називають *фільтром*. Нерозчинні речовини, що залишилися на фільтрі, називають *осадом*, а розчин, що пройшов крізь фільтр,— *фільтратом* (мал. 42).

У побуті й на виробництві як фільтрувальний матеріал використовують тканини різної щільності. На водоочисних станціях воду фільтрують крізь шар чистого піску.

### 3. Випарювання і кристалізація

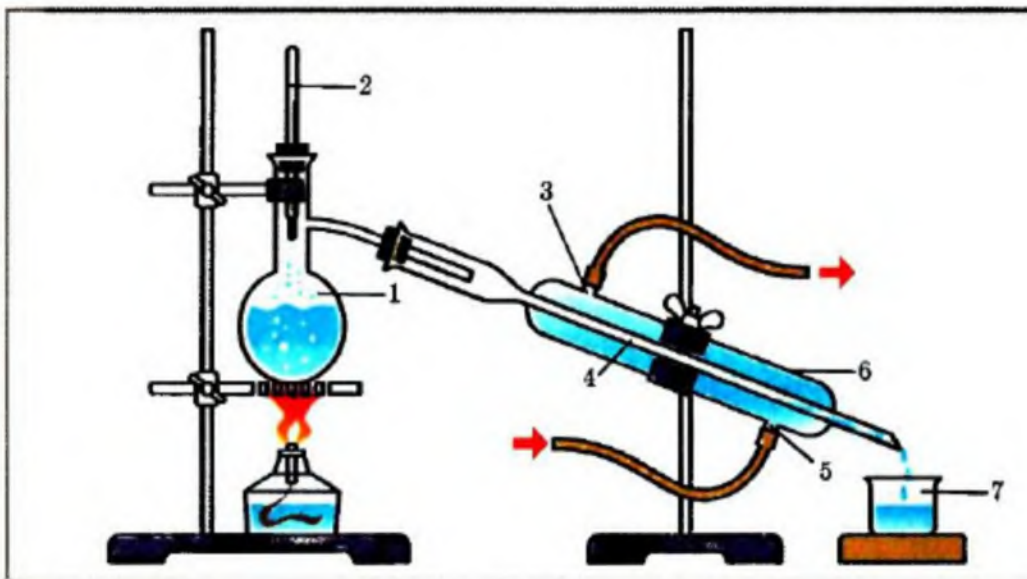
Якщо з фільтрату треба виділити розчинну тверду речовину, наприклад кухонну сіль, то розчин випарюють (мал. 43). Вода випаровується, а сіль залишається на дні чашки для випарювання. Іноді воду випарюють не повністю. Часткове випарювання води називають *упарюванням*. В результаті утворюється концентрований розчин, під час охолодження якого розчинна речовина *кристалізується*, тобто виділяється у вигляді кристалів.

### 4. Дистиляція

Щоб розділити рідини, розчинні одна в одній, використовують різницю їхніх температур кипіння. Наприклад, щоб відокремити спирт від води, цю суміш наливають у колбу 1 (мал. 44), нагрівають до кипіння і спостерігають за показами термометра 2. При температурі близько 78 °С виходить пара майже чистого спирту. Вона потрапляє у внутрішню трубку 4 холодильника 6, охолоджується водою 5, конденсується і переходить у рідкий стан. Рідкий спирт стікає у склянку-збірник 7. Дистиляція, або перегонка, широко використовується у промисловості, наприклад, під час переробки нафти, яка є сумішшю речовин, подібних за багатьма властивостями, але відмінних за температурами кипіння.



Мал. 43. Випарювання



Мал. 44. Прилад для дистиляції:

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

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Речовини поділяють на чисті, тобто без домішок, і змішані одна з одною, тобто суміші.

У сумішах речовини можуть перебувати у будь-якому агрегатному стані. Речовини, що входять до складу сумішей — компоненти, зберігають свої властивості.

Суміші поділяють на однорідні та неоднорідні.

Однорідні суміші, в яких навіть за допомогою мікроскопу не можна виявити часточок інших речовин, розділяють випарюванням або дистиляцією.

Неоднорідні суміші, в яких неозброєним оком або за допомогою мікроскопу можна виявити часточки інших речовин, розділяють відстоюванням, декантацією, фільтруванням.

### Завдання для самоконтролю

1. Яка речовина називається чистою?
2. За якими ознаками можна відрізнити чисту речовину від суміші?
3. Які способи розділення сумішей ти знаєш?

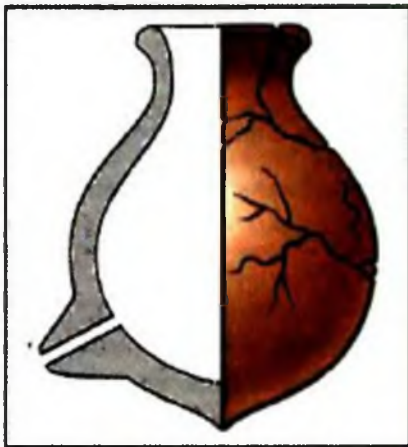
4. Як практично можна довести, що нафта є сумішшю, а не чистою речовиною?
5. Як очистити порошок крейди, якщо він засмічений тирсою?
6. Індивідуальні речовини (на відміну від сумішей) — це
 

(а) молоко;	(в) повітря;
(б) вода;	(г) вуглекислий газ.
7. Суміші (на відміну від індивідуальних речовин) — це
 

(а) кисень;	(в) граніт;
(б) ґрунт;	(г) натрій хлорид.
8. Склади план роботи по розділенню суміші, що містить річний пісок і кухонну сіль.

### Додаткові завдання

9. Як ти вважаєш, суміш яких речовин могли розділяти стародавні люди за допомогою посудини, що показана на мал. 45.
10. Перед переробкою побутового сміття і паперової макулатури потрібно позбутися від залізних предметів. Як, на твій погляд, найпростіше це зробити?
11. Поясни, чому пылосос всмоктує повітря, яке містить пил, а випускає чисте.
12. Поясни, чи можна проводити розділення сумішей шляхом фільтрування або декантації в умовах космічної станції. Чому?



Мал. 45. Стародавня ділильна посудина (майже 1400 р. до н. е.)



## ПОНЯТТЯ ПРО СТРУКТУРНІ ЧАСТИНКИ РЕЧОВИНИ. ХІМІЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ

*Тобі треба  
знати:*

*символи хімічних елементів;*

*розуміти зміст понять: атом, молекула, йон; хімічний елемент;*

*уміти:*

*користуватися поняттями і називати елементи за їх символами; наводити приклади металічних і неметалічних елементів і знаходити їх у періодичній системі хімічних елементів.*

**Структурні частинки речовини.** Ти вже маєш початкове уявлення про речовину та її властивості. Тепер з'ясуємо, від чого вони залежать.

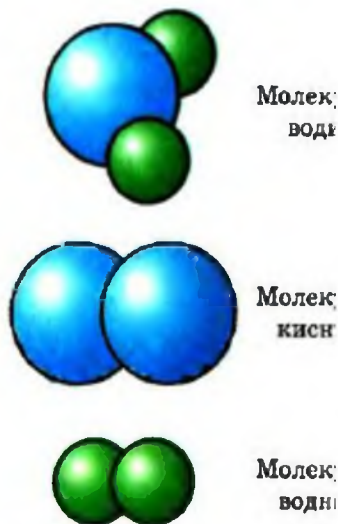
Властивості речовин залежать від того, які частинки входять до їх складу і як вони між собою з'єднуються.

Відомо, що багато речовин складаються з молекул (мал. 46).

**Молекула** — найменша частинка речовини, що має її основні хімічні властивості та здатна до самостійного існування.

Так вода, вуглекислий газ, кисень, озон, спирт, крохмаль — речовини молекулярної будови. Молекули — це їхні структурні частинки.

Інші речовини, наприклад алмаз, графіт, кремнезем (річковий пісок) складаються з атомів. Атоми — це їхні структурні частинки.



Мал. 46. Моделі молекул



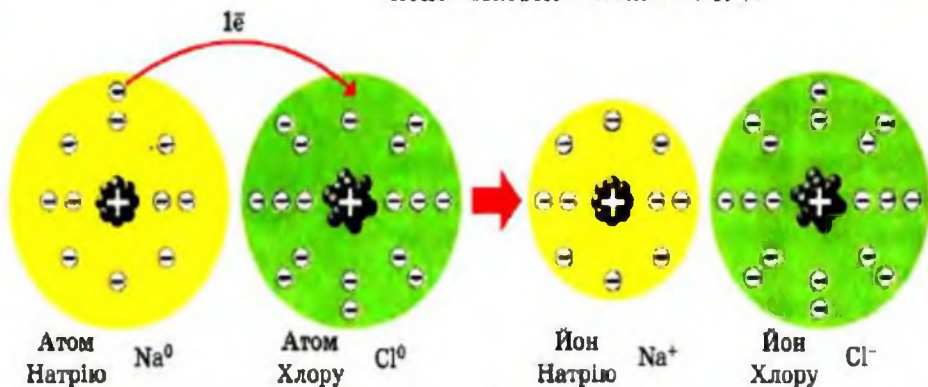
Йсис Якоб Берцеліус  
(1779—1848)

Шведський хімік, почесний член Петербурзької Академії наук (з 1820). Відкрив Церій, Селен, Торій. Створив електрохімічну теорію, на основі якої побудував класифікацію елементів, сполук, мінералів. Склав (1814) таблицю атомних мас елементів, запропонував сучасні хімічні символи елементів.

**Атом** — найдрібніша частинка речовини, що складається з позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів.

Ядро атома містить елементарні частинки — *протони*. Вони мають заряд  $+1$ , тому ядро завжди позитивно заряджене. Заряд *електрона* становить  $-1$  ( $e$ ). В атомі сумарний заряд протонів дорівнює сумарному заряду електронів, тому атом електронейтральний.

Але в навколишньому світі електронейтральних атомів дуже мало. Це, наприклад, атоми Гелію, Неону, Аргону тощо. Частіше атоми або втрачають, або приєднують електрони і стають зарядженими частинками — *йонами*. Якщо атом втрачає один або кілька електронів, то заряд ядра перевищує сумарний заряд електронів, і атом перетворюється на позитивно заряджений йон, величина заряду якого дорівнює кількості втрачених електронів. Наприклад, якщо атом Натрію втратить один електрон, то він перетвориться на йон із зарядом  $+1$ . А якщо атом Хлору, наприклад, приєднає електрон, то він стає йоном із зарядом  $-1$ . Так кухонна сіль (натрій хлорид) складається з йонів Натрію і йонів Хлору.



Мал. 47. Утворення йонів Натрію  $\text{Na}^+$  і Хлору  $\text{Cl}^-$  — структурних частинок кухонної солі

Заряджені частинки (йони) — це також атоми, але які мають заряд.

**Хімічний елемент.** Нині відомо понад 110 видів різних атомів, із них 90 зустрічаються в природі і 20 — добуті штучно.

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

Усі відомі нині речовини, а їх уже майже 20 000 000, утворені атомами різних хімічних елементів. У цій безлічі речовин неможливо було б орієнтуватися, якби не було чудового винаходу, що нагадує азбуку. За пропозицією шведського хіміка Й. Берцеліуса хімічні елементи почали позначати однією або двома літерами їхньої латинської назви. Наприклад, Оксиген позначається літерою O від Oxygenium (Оксигеніум), Сульфур — S від Sulfur, Ферум — Fe від Ferrum тощо (табл. 1, с. 44).

Такою хімічною символікою користуються з 1814 р. й досі. Твоє завдання полягає в тім, щоб поступово запам'ятати символи найважливіших хімічних елементів, навчитися їх писати, вимовляти й розуміти, що вони позначають. Зверни увагу: назви хімічних елементів пишуться з великої літери.

Усі хімічні елементи за властивостями поділяють на металічні й неметалічні. До елементів-металів належать Алюміній Al, Натрій Na, Магній Mg тощо, до елементів-неметалів — Оксиген O, Хлор Cl, Фосфор P тощо. Така класифікація дещо умовна, оскільки між елементами-металами й елементами-неметалами не можна провести чіткої межі, проте ця класифікація широко використовується.

Na<sup>+</sup>  
Йон Натрію

Cl<sup>-</sup>  
Йон Хлору

NaCl  
Йонна сполука  
(кухонна сіль)

#### Елементи — метали

Калій	K
Кальцій	Ca
Ферум	Fe
Купрум	Cu
Барій	Ba

#### Елементи — неметал

Карбон	C
Нітроген	N
Бром	Br
Сульфур	S
Флуор	F



Таблиця 1. Назви і символи хімічних елементів

Назва хімічного елемента	Хімічний символ	Вимова хімічного елемента	Відносна атомна маса (заокруглено)
Алюміній	Al	Алюміній	27
Аргентум	Ag	Аргентум	108
Аурум	Au	Аурум	197
Барій	Ba	Барій	137
Бор	B	Бор	11
Бром	Br	Бром	80
Гідроген	H	Аш	1
Іод	I	Йод	127
Калій	K	Калій	39
Кальцій	Ca	Кальцій	40
Карбон	C	Це	12
Купрум	Cu	Купрум	64
Магній	Mg	Магній	24
Манган	Mn	Манган	55
Меркурій	Hg	Гідраргірум	201
Натрій	Na	Натрій	23
Нітроген	N	Ен	14
Оксиген	O	О	16
Плюмбум	Pb	Плюмбум	207
Силіцій	Si	Силіцій	28
Сульфур	S	Ес	32
Ферум	Fe	Ферум	56
Флуор	F	Флуор	19
Фосфор	P	Пе	31
Хлор	Cl	Хлор	35,5
Цинк	Zn	Цинк	65

Символи всіх відомих нині хімічних елементів та їхні назви наведені в таблиці Д. І. Менделєєва (див. форзац). У цій таблиці кожний елемент займає своє місце (певну клітинку) із суворо визначеним порядковим номером. Глибокий зміст цього номеру розкриється тобі у процесі дальшого вивчення хімії.

За таким розміщенням хімічних елементів криється один із основних законів природи — Періодичний закон, який вивчатиметься пізніше. На його основі і була створена Періодична система хімічних елементів.

Усі елементи в ній поділяються по горизонталі на сім періодів, а по вертикалі — на вісім груп. Кожна група в свою чергу поділяється на головну підгрупу і побічну. Номер групи і номер періоду приховує в собі важливу інформацію про будову атомів хімічних елементів. Збагнути періодичний закон і розібратися в системі елементів ти зможеш пізніше, коли набудеш достатнього запасу знань, тоді ж стане зрозумілою і назва таблиці. А поки що користуйся періодичною системою хімічних елементів як довідковою таблицею.

**Поширення хімічних елементів у природі.** Всі хімічні елементи утворилися внаслідок складних процесів ядерного синтезу в зірках і в космічному просторі. Є багато теорій, що пояснюють походження хімічних елементів та особливості їх поширення на Землі і в Космосі (ми їх не розглядаємо).

Найпоширенішими елементами Всесвіту є Гідроген Н і Гелій Не: 75 % усіх атомів, що є у Всесвіті, — це атоми Гідрогену Н, а 24 % — атоми Гелію Не. На решту хімічних елементів припадає лише 1 %.

Порядковий номер

26

Атомна маса

Fe  
55,847

Ферум

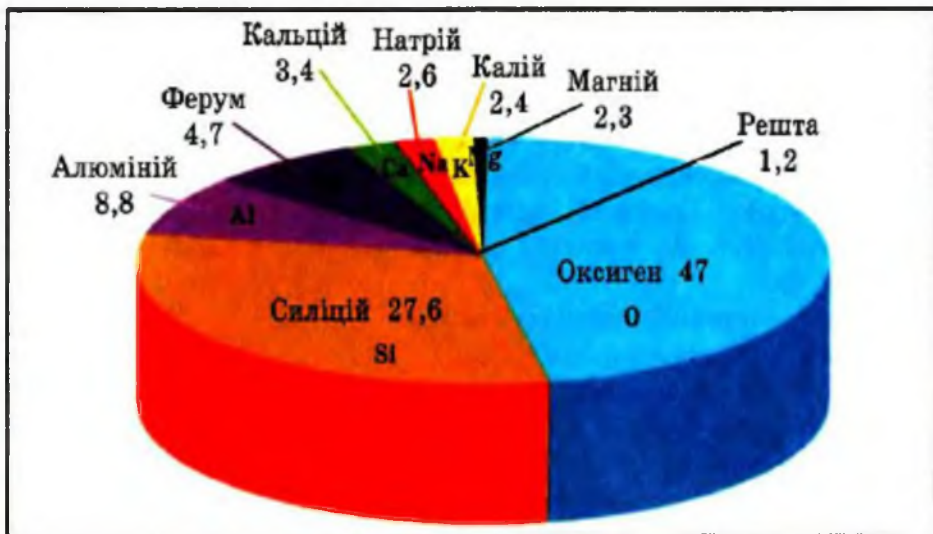
Назва елемента



Володимир Іванович  
Вернадський  
(1863—1945)

Український і російський природознавець, засновник геохімії та біогеохімії, академік.

Збагатив науку ідеями, що стали основою провідних напрямів у сучасній мінералогії, геології, гідрогеології. Започаткував пошук урану і радію, створив основу розвитку теорії проблем докідля. Головний ініціатор створення Академії наук України і її перший президент. Організатор Державної публічної бібліотеки в Києві, яка нині носить його ім'я.



Мал. 48. Поширення хімічних елементів у земній корі (% за масою)

На Землі найпоширенішими є Оксиген O (47 % від маси земної кори), за ним ідуть Силіцій Si (27,6 %), Алюміній Al (8,8 %), Ферум Fe (4,65 %). Ці елементи разом із Кальцієм Ca, Натрієм Na, Калієм K і Магнієм Mg складають понад 99 % маси земної кори (мал. 48).

Хімічний склад Землі вивчає наука геохімія, засновником якої був академік В. І. Вернадський — перший президент Академії наук України.

У морській воді, крім Гідрогену H й Оксигену O — складових самої води, високий вміст таких елементів, як Хлор Cl, Натрій Na, Магній Mg, Сульфур S, Калій K, Бром Br, Карбон C.

До складу всіх живих організмів входять Оксиген O, Карбон C, Гідроген H, Нітроген N, Фосфор P та ін. Наприклад, організм людини масою 70 кг містить 12,6 кг Карбону C, 45,5 кг Оксигену O, 7 кг Гідрогену H, 2,1 кг Нітрогену N, 1,4 кг Кальцію Ca, 0,7 кг Фосфору P, а також багато інших елементів, але в незначних кількостях.



## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Речовини складаються з різних структурних частинок — молекул, атомів, йонів. Відповідно речовини бувають молекулярної, атомної, йонної будови.

Атоми певного виду з однаковим зарядом ядра і є хімічним елементом.

Хімічні елементи поділяють на металічні та неметалічні, проте така класифікація умовна.

Уся різноманітність речовин утворилася внаслідок комбінації атомів різних хімічних елементів.

Усі відомі людству хімічні елементи розміщені в періодичній системі хімічних елементів Д. І. Менделєєва. У різних комбінаціях вони створюють усю різноманітність світу речовин, яких сьогодні відомо майже 20 млн.

### Завдання для самоконтролю

1. Які структурні частинки речовини тобі відомі? Поясни їх суть.
2. Як ти розумієш поняття «хімічний елемент»? Назви два—три хімічні елементи.
3. На які дві групи поділяють хімічні елементи? Наведи приклади.
4. Знайди в періодичній системі хімічні елементи, символи яких Cu, O, Al, Mg, Mn, K, Ca, Hg, S, Cl, N. Як вимовляються ці символи? Як називаються хімічні елементи, що позначаються цими символами?
5. Знайди в періодичній системі хімічні елементи Барій, Силіцій, Натрій, Неон, Аргентум, Цинк, Хром, Бром. Якими символами вони позначаються і як ці символи вимовляються?
6. Що тобі відомо про поширення хімічних елементів на Землі і в Космосі?

### Додаткові завдання

7. Як ти гадаєш, з одного, двох чи трьох хімічних елементів складається кожна із наведених речовин: мідь, залізо, вода, кисень, кухонна сіль (натрій хлорид), барій сульфід?
- 8\*. Знайди в періодичній системі хімічні елементи, названі: а) на честь учених; б) на честь країн. Запиши їхні назви і символи.
- 9\*. Поясни, як у назвах хімічних елементів Титану й Ванадію відбивається вплив давньогрецьких міфів.
- 10\*. Вибери на свій розсуд один із хімічних елементів, розкажи історію його відкриття і походження його назви.

*Тобі треба*

*розуміти зміст понять: відносна атомна маса;  
атомна одиниця маси;*

*уміти:*

*розрізняти поняття «ма-  
са атома» і «відносна атом-  
на маса»; визначати віднос-  
ні атомні маси елементів  
за періодичною системою.*

Кожен атом хімічного елемента має певну масу. В яких одиницях ця маса виражається?

Якщо скористатися звичайними одиницями маси, наприклад грамами, то маса  $m$  найлегшого з хімічних елементів — атома Гідрогену становитиме

0, 000 000 000 000 000 000 000 001 67 г.

Таке число важко прочитати і важко ним користуватися. Тому такі числа заведено записувати у так званому стандартному вигляді, а саме:

$$m(\text{H}) = 1,67 \cdot 10^{-24}.$$

Найважчі атоми, які існують в природі на Землі, це атоми елемента Урану U. Їхня маса дорівнює 0, 000 000 000 000 000 000 000 395 г.

- Спробуй самостійно записати у стандартному вигляді масу атома Урану. Дістанеш

$$m(\text{U}) = 3,95 \cdot 10^{-22}.$$

Зрозуміло, що подібними числами, навіть записаними у стандартному вигляді, користуватися незручно. Тому на практиці замість абсолютних мас атомів використовують *відносні атомні маси*, порівнюючи маси атомів різних елементів між собою або з певною частиною маси атома іншого елемента.

У ті далекі часи, коли абсолютні (тобто виражені в одиницях маси) значення атомних мас були ще не відомі, як одиницю порівняння спочатку обрали масу атома найлегшого з елементів Гідрогену (Дж. Дальтон), потім 1/16 частину маси атома Оксигену (Й. Берцеліус), а маси решти атомів почали виражати відносно цієї маси, тобто у відносних одиницях. За два століття виникла традиція, яка збереглася у хіміків і фізиків усього світу й дотепер.

Нині за одиницю порівняння вибрано 1/12 частину маси атома Карбону. Вона називається *атомною одиницею маси* — а. о. м. (1 а. о. м. =  $1,66 \times 10^{-27}$  кг =  $1,66 \cdot 10^{-24}$  г).

Зрозуміло, що відносна маса атома Карбону, виражена в атомних одиницях маси, дорівнює 12 а. о. м. Отже,

відносна атомна маса — це фізична величина, що визначається відношенням маси атома елемента до 1/12 маси атома Карбону.

Відносна атомна маса позначається символом  $A_r$ .  $A$  — перша літера слова «атомна»,  $r$  — перша літера латинського слова «relativus», що означає «відносний».

Наприклад, маса атома Флуору  $F$   $3,15481 \times 10^{-23}$  г. Отже, відносна атомна маса Флуору дорівнює:

$$A_r(F) = \frac{3,15481 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{1,66057 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = 18,9984 \text{ (а. о. м.)} = 19.$$

Це означає, що маса одного атома Флуору є 19 разів більша від 1/12 маси атома Карбону, тобто від 1 а. о. м. Отже,  $A_r(F) = 19$ .

Літери «а. о. м.» біля числового значення відносної атомної маси, як правило, не зазначають. Атомна одиниця маси — а. о. м. — позасистемна одиниця, в СІ відносно атомну масу  $A$  виражають абстрактним числом.

$$A_r(C) = 12$$

$$A_r(F) = 19$$

$$A_r(O) = 16$$

$$A_r(H) = 1$$



Відносні атомні маси елементів зазначені в періодичній системі хімічних елементів Д. І. Менделєєва (див. форзац). Ми зазвичай будемо користуватися заокругленими значеннями, поданими в табл. 1 (див. с. 44).

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Відносна атомна маса елемента — безрозмірна величина, що дорівнює відношенню маси атома даного елемента до  $1/12$  маси атома Карбону.

$1/12$  маси атома Карбону — це і є атомна одиниця маси, позначається а. о. м. Вона являє собою величину, що дорівнює  $1,66 \cdot 10^{-24}$  г.

Значення відносної атомної маси і маси атома, вираженої в а. о. м., чисельно збігаються.

Відносні атомні маси хімічних елементів наведені в таблиці Менделєєва.

### Завдання для самоконтролю

1. Як ти розумієш поняття «відносна атомна маса»? Наведи його визначення.
2. Поясни, що спільного і чим відрізняються поняття «маса атома» і «відносна атомна маса».
3. Знайди в періодичній системі елемент із відносною атомною масою 56, зазнач символ і назву цього елемента. У скільки разів атом цього елемента важчий за атом Силіцію?
4. Випиши точні значення відносних атомних мас зазначених елементів і заокругли їх: Оксиген, Кальцій, Хлор, Манган, Нітроген, Плюмбум.
5. Порівняй відносні атомні маси елементів Купруму, Карбону, Сульфуру, Гідрогену, Броду. Запиши символи цих елементів у порядку зростання їхніх відносних атомних мас.

## Додаткові завдання

6. Заповни таблицю:

Назва хімічного елемента	Хімічний символ елемента	Вимова символу	Відносна атомна маса
Гідроген			
	C		
		Пе	
			65

7. Знайди в періодичній системі елементи з найменшою і найбільшою відносною атомною масою.

8\*. Відомо, що  $1 \text{ см}^3$  водню містить стільки атомів Гідрогену, скільки  $1 \text{ см}^3$  кисню містить атомів Оксигену. Густина водню дорівнює  $0,09 \text{ г/см}^3$ , а густина кисню —  $1,43 \text{ г/см}^3$ . Обчисли, у скільки разів маса атома Гідрогену менша від маси атома Оксигену.

## §7

### ПРОСТІ Й СКЛАДНІ РЕЧОВИНИ. ХІМІЧНІ ФОРМУЛИ

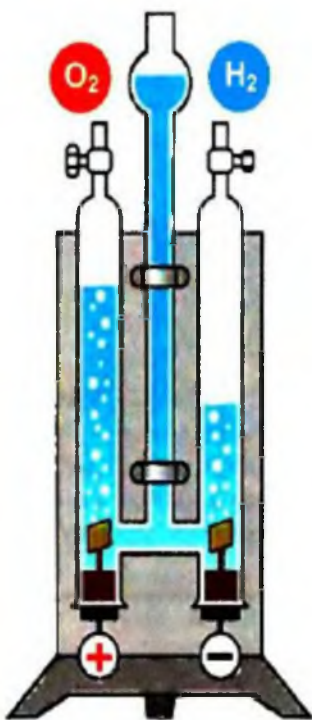
*Тобі треба*

*розуміти зміст понять: прості й складні речовини; хімічна формула; індекс і коефіцієнт;*

*уміти:*

*користуватися даними поняттями; розрізняти прості та складні речовини і наводити їх приклади; описувати якісний і кількісний склад речовин за хімічними формулами.*

Атоми хімічних елементів сполучаються між собою, утворюючи всю різноманітність речовин, або хімічних сполук. Усі речовини *вважаються хімічними сполуками, оскільки*



Мал. 49. Розкладання води електричним струмом

Хімічна сполука, утворена атомами одного хімічного елемента, називається простою речовиною

атоми, з яких вони складаються, утримуються один з одним хімічними зв'язками.

Речовини поділяють на прості й складні, ти вже знаєш про це з курсу природознавства. Пригадай, у чому їх суть.

Спостерігай за таким дослідом.

**Дослід 1.** Заповнюємо водою прилад, зображений на мал. 49, і ввімкнемо електричний струм. Незабаром утворюються два гази, які збираються у пробірках над водою у верхній частині приладу. Один газ займає об'єм удвічі більший, ніж інший. Якщо тліючу скіпку піднести до трубки з газом, який має менший об'єм, то вона спалахне. Отже, цей газ — кисень, він підтримує горіння. А якщо піднести запалену скіпку до отвору трубки, в якій газу зібралось більше, то спалахне газ. Горючий газ — це водень.

Подумай, який висновок про склад води можна зробити на підставі цього досліді. Правильно, вода складається з атомів двох різних елементів, які утворили дві речовини — кисень і водень. Молекули цих речовин складаються з атомів лише одного елемента: молекули кисню — з атомів Оксигену, а молекули водню — з атомів Гідрогену.

Хімічна сполука, утворена атомами одного хімічного елемента, називається простою речовиною.

Наприклад, азот  $N_2$ , хлор  $Cl_2$ , кисень  $O_2$ , озон  $O_3$ . Їхні молекули містять атоми одного й того самого хімічного елемента, інших елементів немає.

Зверни увагу на кількісний склад кисню  $O_2$  й озону  $O_3$ . Молекули цих простих речовин утворені тільки атомами Оксигену, але кількість їх у молекулі різна, отже, будова молекул різна і властивості цих речовин різні.



Здатність деяких хімічних елементів існувати у вигляді двох або більше простих речовин, різних за будовою і властивостями, називається алотропією, а відповідні прості речовини — алотропними формами.

Кисень  $O_2$  й озон  $O_3$  — алотропні форми Оксигену  $O$ .

Маленька цифра, що стоїть знизу праворуч від символу відповідного елемента, показує, скільки атомів входить до складу даної речовини, і називається індексом.

Для простих речовин атомної будови число атомів у формулі не зазначається. Хімічна формула таких речовин за написанням збігається з символом хімічного елемента. Так, формула заліза —  $Fe$ , силіцію —  $Si$ , графіту —  $C$ , міді  $Cu$ , алюмінію —  $Al$ .

Прості речовини поділяють на метали (натрій  $Na$ , цинк  $Zn$ , барій  $Ba$ , магній  $Mg$ ) і неметали (сірка  $S$ , фосфор  $P$ , йод  $I_2$ , бром  $Br_2$ ). Метали молекул не містять, вони мають атомно-йонну будову. Метали добре проводять електричний струм і теплоту, чимало з них пластичні: легко куються, розплющуються в пластини, витягуються в дріт. Більшість металів має сірий або сріблясто-сірий колір. Виняток становлять мідь і золото. Характерною ознакою металів є також металічний блиск.

Неметали можуть мати як молекулярну, так і немoleкулярну структури. Вони погано проводять теплоту й електричний струм, крихкі, мають різний колір. Так, фосфор червоного кольору, сірка — жовтого, графіт — чорного, водень — безбарвний газ.

Різкої межі між металами й неметалами немає. Деякі неметали виявляють металічні властивості, а метали — неметалічні.

## Алотропні форми Оксигену

кисень  $O_2$   
озон  $O_3$

## Прості речовини:

свинець  $Pb$   
азот  $N_2$   
ртуть  $Hg$   
водень  $H_2$   
білий фосфор  $P_4$

Наприклад, графіт проводить електричний струм, а стибій — це дуже крихкий метал.

Прості речовини — метали й неметали — це форма існування елементів у вільному стані.

Зверни увагу, що назви простих речовин і відповідних хімічних елементів здебільшого збігаються. Наприклад, проста речовина, утворена хімічним елементом Хлором, називається хлором, а проста речовина, утворена хімічним елементом Магнієм, — магнієм. Запам'ятай: назва хімічного елемента пишеться з великої літери, а назва простої речовини, утвореної цим елементом, з малої. Проте так трапляється не завжди (табл. 2).

**Таблиця 2.** Назви деяких простих речовин і відповідних їм хімічних елементів

назва простої речовини	формула	назва хімічного елемента
Азот	$N_2$	Нітроген
Водень	$H_2$	Гідроген
Вуглець	C	Карбон
Залізо	Fe	Ферум
Золото	Au	Аурум
Йод	$I_2$	Іод
Кисень	$O_2$	Оксиген
Мідь	Cu	Купрум
Нікель	Ni	Нікол
Олово	Sn	Станум
Ртуть	Hg	Меркурій
Свинець	Pb	Плюмбум
Сірка	S	Сульфур
Срібло	Ag	Аргентум
Фтор	$F_2$	Флуор

Прості речовини — метали й неметали — це форма існування елементів у вільному стані

У зв'язку з тим, що назви хімічних елементів і простих речовин здебільшого збігаються, треба розрізнити поняття «*проста речовина*» і «*хімічний елемент*». Не можна приписувати хімічному елементу властивості, характерні для простої речовини. Якщо йдеться про хлор як жовто-зелений газ за стандартних умов, який розчиняється у воді, то йдеться про хлор як просту речовину. А якщо говорять про Хлор, який входить до складу хлоридної кислоти або будь-якої іншої складної речовини, то йдеться про Хлор як хімічний елемент.

На відміну від простих речовин — водню і кисню — вода є речовиною складною, оскільки складається з атомів двох різних елементів.

Хімічна сполука, утворена атомами різних хімічних елементів, називається складною речовиною.

Хімічна сполука, утворена атомами різних хімічних елементів, називається складною речовиною

## ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДИ

### Розгляд зразків простих і складних речовин

На папірцях із назвами та формулами речовин видані зразки простих і складних речовин.

**Завдання:** 1) розмістіть окремо в один ряд прості речовини, а в інший — складні; 2) прості речовини поділіть на метали й неметали; 3) зробіть висновок, за якими ознаками класифікуються речовини на прості, складні, метали і неметали.

Складні речовини не зберігають властивостей тих простих речовин, з яких вони утворилися, як це властиво для сумішей (див. § 4). Наприклад, кухонна сіль, або натрій хлорид має інші властивості, ніж прості речовини натрій і хлор, з яких вона утворилася. Так, кухонна сіль не реагує інтенсивно з водою, як це властиво для простої речовини натрію, і вона не є отруйною, як проста речовина хлор.



Між складними речовинами і сумішами існують суттєві відмінності, вони подані в табл. 3.

**Таблиця 3. Відмінність між сумішами речовин і складними речовинами**

Суміш	Складна речовина
Утворюється за допомогою фізичного процесу — змішування речовин.	Утворюється за допомогою хімічного процесу — синтезу речовин.
Властивості речовин, з яких складається суміш, залишаються незмінними.	Властивості речовин, з яких добуто складну речовину, не зберігаються.
Склад довільний, вихідні речовини змішуються у будь-яких масових співвідношеннях.	Склад визначений, вихідні речовини реагують у певних масових співвідношеннях.
Розкладається на складові частини за допомогою фізичних методів.	Розкладається на складові частини лише за допомогою хімічних реакцій.

**Приклади речовин молекулярної будови**

вода  $H_2O$

метан  $CH_4$

глюкоза  $C_6H_{12}O_6$

вуглекислий газ  $CO_2$

Атоми хімічних елементів, з яких побудована речовина, визначають її склад. Якщо тобі пропонують розповісти про склад речовини, то це означає, що треба назвати, з атомів яких елементів ця речовина складається (якісний склад), а також зазначити, скільки атомів кожного хімічного елемента входить до її складу (кількісний склад).

Складні речовини бувають молекулярної, атомної та йонної будови. Для речовин молекулярної будови їхні формули відбивають склад молекул цих речовин.

Якісний і кількісний склад речовин молекулярної будови завжди сталий і не залежить від місцезнаходження або способів добування речовин.

- Запиши формули речовин, молекули яких містять:
  - а) один атом Нітрогену і три атоми Гідрогену;
  - б) два атоми Фосфору і п'ять атомів Оксигену.

- Порівняй якісний і кількісний склад речовин молекулярної будови за їх формулами: а)  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{H}_2\text{S}$ ; б)  $\text{CH}_4$  і  $\text{C}_2\text{H}_6$ ; в)  $\text{SO}_2$  і  $\text{SO}_3$ .

Якщо ж речовини мають атомну або йонну будову, то їхні формули відбивають співвідношення атомів різних елементів у кристалі.

Хімічні формули речовин виводяться або на підставі аналізу їх якісного і кількісного складу, або на підставі будови речовини.

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

Твоє завдання полягає в тім, аби розібратися у позначеннях, що застосовуються у хімічних формулах. Так, запис  $\text{O}$  означає один атом Оксигену, а запис  $2\text{O}$  (два-о) — два окремі атоми Оксигену. Якщо маємо позначення  $\text{O}_2$  (о-два), то це означає молекулу кисню, що складається з двох атомів Оксигену. Щоб позначити дві молекули кисню, треба перед формулою написати велику цифру 2 (коефіцієнт) —  $2\text{O}_2$ .

Інший приклад: запис  $4\text{H}$  (чотири-аш) означає чотири окремі атоми Гідрогену, а запис  $4\text{H}_2$  (чотири-аш-два) — чотири молекули водню, кожна з яких складається з двох атомів Гідрогену.

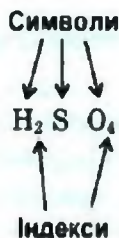
**Приклади речовин атомної будови:**



цинк оксид



силіцій діоксид  
(кременезем)



## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Усі речовини — це і є хімічні сполуки. Вони бувають прості та складні. Прості речовини складаються з атомів одного елемента, складні речовини — з атомів різних елементів.

Хімічна формула показує якісний і кількісний склад речовини молекулярної будови, взятої у чистому вигляді.

У речовин атомної або йонної будови хімічна формула виражає співвідношення атомів різних елементів у складі речовини.

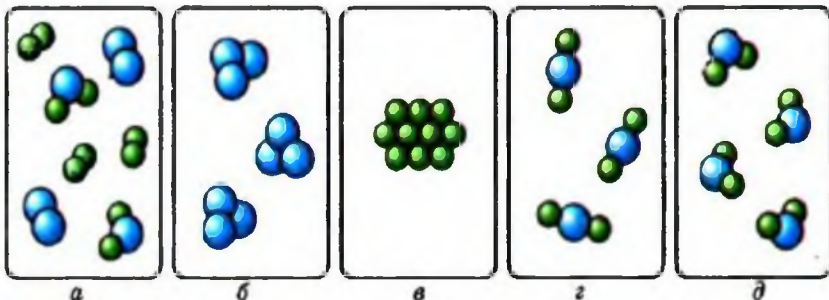
У формулах речовин молекулярної будови індекс показує кількість атомів хімічного елемента в кожній молекулі речовини. У формулах речовин атомної або йонної будови індекси виражають співвідношення елементів у речовині.

### Завдання для самоконтролю

1. На підставі яких ознак хімічні сполуки поділяють на прості та складні? Наведи приклади.
2. Із наведеного переліку випиши спочатку прості, а потім складні речовини: хлор, йод, ферум оксид, вода, алюміній, барій хлорид.
3. Із наведеного переліку символів хімічних елементів випиши окремо символи елементів-металів і елементів-неметалів: Fe, O, H, Zn, Hg, S, C, P. Зазнач назву кожного елемента. До складу яких простих речовин ці елементи входять? Назви їх.
4. Що показують коефіцієнт та індекс у хімічних формулах? Наведи приклади.
5. Що означають такі записи:  $3\text{H}$ ,  $4\text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{CO}_2$ ,  $3\text{H}_2$ ?
6. Прочитай хімічну формулу сульфатної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Яку інформацію ти можеш із неї дістати?

### Додаткові завдання

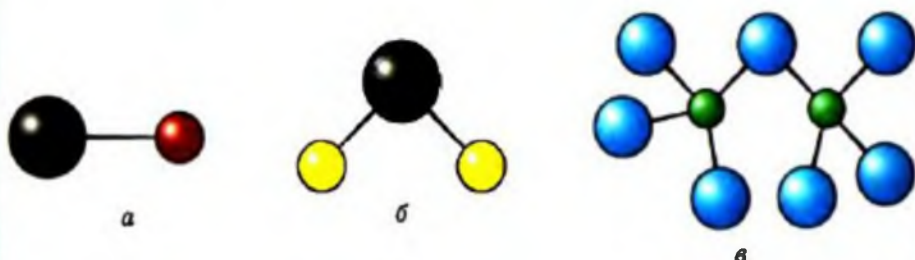
7. Як ти гадаєш, якими двома способами можна довести, що вода — складна речовина?
8. Чим відрізняються між собою складні речовини і суміші?
9. Напиши символи трьох елементів-металів і трьох елементів-неметалів. Зазнач назви кожного з них і назви відповідних простих речовин.
10. Розглянь мал. 50 і обґрунтуй своє судження про те, в якому з прямокутників (а, б, в, г, д) зображено прості речовини, складні речовини, суміш речовин, чисті речовини.



Мал. 50. Моделі структурних частинок деяких речовин



11. Напиши формули: а) гідроген броміду; б) гідроген сульфїду; в) хлор оксиду за відомою структурою їхніх молекул (мал. 51).



Мал. 51. Кулестержневі моделі молекул, де чорними кульками позначені атоми Гідрогену, синіми — атоми Оксигену, зеленими — атоми Хлору, жовтими — атоми Сульфуру, а бурою — атом Брому

## §8

### ВАЛЕНТНІСТЬ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

*Тобі треба*

*знати: валентність Гідрогену й Оксигену;*

*уміти: визначати валентність елементів за формулами бінарних сполук;*

*складати формули бінарних сполук за валентністю елементів;*

*визначати вищу і нижчу валентність хімічних елементів за періодичною системою.*

**Поняття про валентність.** Ти вже знаєш, що атоми хімічних елементів здебільшого зв'язуються між собою, утворюючи прості або складні речовини. Виникає запитання: як вони утримують один одного? Якби атоми не мали здатності утримувати один одного, то у світі не було б нічого, крім роз'єднаних поодиноких атомів. На щастя, цього немає. І ми, і весь різноманітний світ навколо нас існуємо завдяки тому, що атоми

мають таку чудову здатність. Називається вона *валентністю* (від лат. слова «*valentia*», що означає «сила»).

**Валентність** — це властивість атомів хімічного елемента з'єднуватися з певним числом атомів того самого або інших хімічних елементів.

**Валентність** — це властивість атомів хімічного елемента з'єднуватися з певним числом атомів того самого або інших хімічних елементів

Розглянемо хімічні формули деяких сполук:

$\text{HCl}$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{NH}_3$	$\text{CH}_4$
Хлоро- водень	Вода	Амоніак	Метан

Наведені приклади показують, що один атом Хлору, Оксигену, Нітрогену, Карбону здатний присднувати не будь-яку, а певну кількість атомів Гідрогену.

Щоб схарактеризувати валентність з кількісного боку, за одиницю взяли валентність атома Гідрогену. Отже, Гідроген — одновалентний. Якщо це так, то атом Хлору в  $\text{HCl}$  також одновалентний, оскільки він утримує тільки один атом Гідрогену. Атом Оксигену в  $\text{H}_2\text{O}$  — двовалентний, оскільки утримує два атоми Гідрогену. Відповідно атом Нітрогену в  $\text{NH}_3$  — тривалентний, а атом Карбону в  $\text{CH}_4$  — чотиривалентний.

Кількісно валентність визначається числом атомів Гідрогену, які присднує атом даного хімічного елемента

Кількісно валентність визначається числом атомів Гідрогену, які присднує атом даного хімічного елемента.

Проте таке пояснення валентності дуже спрощене, до того ж сполуки Гідрогену відомі не для всіх елементів. Зате майже всі елементи утворюють сполуки з Оксигеном. Оксиген, як ми з'ясували, двовалентний. За складом оксигенових сполук елементів аналогічно можна визначити валентність останніх.

Визначення валентності елементів за формулами їхніх сполук. За формулою речовини, яка складається з двох елементів, можна визначити валентність одного елемента, якщо відома валентність іншого.

Наприклад, треба визначити валентність Алюмінію в алюміній оксиді, формула якого  $Al_2O_3$ .

Для цього записуємо формулу речовини і над хімічним символом Оксигену позначаємо римською цифрою його валентність (вона нам відома, завжди два):



Враховуючи число атомів Оксигену в сполуці, визначаємо сумарну валентність трьох атомів Оксигену, вона дорівнює шести ( $2 \cdot 3 = 6$ ). Ці шість одиниць валентності припадають на два атоми Алюмінію, значить, на один атом Алюмінію — три одиниці ( $6 : 2 = 3$ ). Отже, Алюміній в оксиді Алюмінію тривалентний:



У формулах бінарних сполук сумарна валентність усіх атомів одного елемента завжди дорівнює сумарній валентності всіх атомів іншого елемента.

Складання хімічних формул за валентністю. Знаючи валентність елементів, які утворюють дану речовину, можна скласти її хімічну формулу.

Наприклад, треба визначити формулу фосфор оксиду, в якому валентність Фосфору дорівнює п'яти. Для цього записуємо хімічні символи елементів, які входять до складу даного оксиду, над ними позначаємо валентності елементів:



У формулах бінарних сполук сумарна валентність усіх атомів одного елемента завжди дорівнює сумарній валентності всіх атомів іншого елемента





Знаходимо найменше спільне кратне валентностей обох елементів. Воно дорівнює 10 ( $5 \cdot 2 = 10$ ). Щоб визначити співвідношення числа атомів першого й другого елементів, знайдене найменше спільне кратне по чергово ділимо на величину валентності кожного з елементів. Так визначаємо індекси, які слід поставити біля символу відповідного хімічного елемента. Отже, формула оксиду фосфору  $P_2O_5$ .

Багато які елементи в різних сполуках виявляють різну валентність. Це означає, що валентність буває *стала* і *змінна*. У назвах речовин, утворених елементами зі змінною валентністю, після назви цього елемента у дужках пишуть римську цифру, яка позначає валентність даного елемента в цій сполуці. Наприклад,  $FeO$  — ферум(II) оксид,  $Fe_2O_3$  — ферум(III) оксид;  $CuCl_2$  — купрум(II) хлорид,  $CuCl$  — купрум(I) хлорид.

Як же дізнатись, яку валентність виявляє елемент? На цьому етапі вивчення хімії валентність елемента будемо визначати, виходячи з того місця, яке посідає цей елемент у таблиці Менделєєва.

Для елементів—металів, що розміщені у головних підгрупах, валентність дорівнює *номеру групи*.

Неметалічні елементи проявляють в основному дві валентності: *вищу*, яка дорівнює номеру групи, і *нижчу*, яка дорівнює різниці між числом 8 (загальна кількість груп в таблиці) і номером групи, в якій перебуває елемент. Наприклад, Сульфур S має вищу валентність 6 і нижчу — 2. Якщо

Для фосфору P  
вища валентність  
5  
нижча валентність  
3

метали сполучаються з неметалами, то останні виявляють нижчу валентність.

Нижчу валентність виявляє той елемент, який розміщений у таблиці Менделєєва правіше і вище, а вищу, відповідно, лівіше і нижче. Звичайно, як і будь-яке правило, воно має винятки, але ми поки що торкати-ся їх не будемо.

---

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

**Валентність елемента** — це властивість його атомів приєднувати певне число атомів того самого або інших елементів. За одиницю валентності приймають валентність Гідрогену. Валентність елемента можна визначити на підставі його розміщення у таблиці Менделєєва.

У елементів металів валентність найчастіше дорівнює номеру групи, в якій він міститься.

У елементів неметалів вища валентність дорівнює номеру групи, а нижча — різниці між числом 8 і номером групи.

---

### Завдання для самоконтролю

1. Від якої властивості атомів залежить склад сполук? Як ця властивість визначається?
2. Визнач валентність атомів елементів у таких сполуках: а)  $\text{PbO}$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SiO}_2$ ; б)  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{SiH}_4$ .
3. Визнач валентність атомів елементів: а) у сполуках із Хлором, знаючи, що він одновалентний:  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{PCl}_5$ ; б) у сполуках із Сульфуром, знаючи, що він двовалентний:  $\text{MgS}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{CuS}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{ZnS}$ .
4. Знаючи, що Нітроген виявляє змінну валентність від I до IV включно, склади формули відповідних оксидів Нітрогену і вкажи назву кожного з них.
5. В якій із наведених формул речовин валентність сполученого з Оксигеном елемента найвища:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{BaO}$ ?
6. В якій із сполук, що мають формули  $\text{MgO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , валентність сполученого з Оксигеном елемента найнижча?

### Додаткові завдання

- 7\*. Запиши формули хлоридів і оксидів одно-, дво- і тривалентних металів. Зазнач назву кожної сполуки.
- 8\*. Обґрунтуй, чи можеш ти написати формулу сполуки Оксигену з Хлором, користуючись наведеними в тексті правилами. Чому?
- 9\*. Визнач валентність Купруму, Феруму, Мангану в оксидах  $\text{CuO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ . Поясни, чому їхня валентність не підкоряється наведеним у тексті правилам.

## §9

### РОЗРАХУНКИ ЗА ХІМІЧНИМИ ФОРМУЛАМИ

*Тобі треба*

*розуміти зміст понять: відносна молекулярна маса; формульна маса; масова частка;*

*уміти обчислювати: відносну молекулярну (формульну) масу речовини; масову частку елемента в речовині; масу елемента.*

$A_r$

Відносна атомна маса

$M_r$

Відносна молекулярна маса

Відносна молекулярна маса — це фізична величина, що дорівнює відношенню маси речовини певного формульного складу до  $1/12$  маси атома Карбону

Ти вже знаєш, що атомам хімічних елементів властиве певне значення відносної атомної маси  $A_r$ . Так само кожна хімічна сполука має своє значення відносної молекулярної маси  $M_r$ . Але ти можеш заперечити, оскільки не кожна сполука містить молекули. Адже є сполуки атомної або йонної будови. Як бути в такому випадку? Зрозуміло, що в такому випадку термін «відносна молекулярна маса» не має сенсу, тому використовують термін «формульна маса», тобто йдеться про масу частинок, яка відповідає прийнятій формулі речовини. Позначення  $M_r$  при цьому зберігається.

Відносна молекулярна маса — це фізична величина, що дорівнює відношенню маси речовини певного формульного складу до  $1/12$  маси атома Карбону.



Як зрозуміти вираз «формульний склад»? Це склад речовини, що визначається її формулою.

Якщо є потреба визначити відносну молекулярну масу речовини, то зовсім не обов'язково ділити масу речовини певного формульного складу на  $1/12$  маси атома Карбону, як впливає із визначення. Достатньо просто додати відносні атомні маси елементів, які входять до формульного складу речовини, пам'ятаючи при цьому, що відносна молекулярна чи формульна маса — безрозмірна величина.

Як це зробити практично? Розглянемо конкретні приклади. Передусім запам'ятай, що спочатку пишемо  $M_r$ , а після символу  $M_r$  у круглих дужках обов'язково зазначаємо формульний склад сполуки, відносна молекулярна або формульна маса якої обчислюється. Наприклад:

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

$$M_r(H_2S) = 2A_r(H) + A_r(S);$$

$$M_r(H_2S) = 2 \cdot 1 + 32 = 34;$$

$$M_r(Na_2CO_3) = 2A_r(Na) + A_r(C) + 3A_r(O);$$

$$M_r(Na_2CO_3) = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106.$$

Надалі, визначаючи відносні молекулярні чи формульні маси речовин, дотримуйся такого алгоритму дій:

1. За періодичною системою знайди символи хімічних елементів і запиши заокруглені значення їх відносних атомних мас.

2. Ці значення помнож на число атомів елемента (на індекс).

3. Додай маси атомів усіх елементів, і ти дістанеш відносну молекулярну (формульну) масу.

Хімічна формула дає змогу обчислити не тільки відносну молекулярну чи формульну



$$M_r = 27 \cdot 2 + 32 \cdot 3 + 16 \cdot 12 = 342$$

$$M_r(Al_2(SO_4)_3) = 342$$

маси, а ще й масову частку, яка припадає на кожний елемент у складі речовини.

**Масова частка елемента в речовині — це фізична величина, що визначається відношенням маси, яка припадає на елемент, до маси всієї речовини.**

Масова частка позначається  $W$  (читається дубль-ве) і виражається у частках одиниці або у відсотках. Спосіб обчислення полягає у знаходженні частини від цілого за формулою:

$$W = \frac{nA_r}{M_r},$$

де  $W$  — масова частка елемента;  $A_r$  — відносна атомна маса елемента;  $n$  — кількість атомів елемента у формулі;  $M_r$  — відносна молекулярна або формульна маса речовини.

**Приклад.** Обчисли масову частку Алюмінію у глиноземі  $Al_2O_3$ .

**Розв'язання.**

Дано:	$M_r(Al_2O_3) = 2A_r(Al) + 3A_r(O);$
$Al_2O_3$	$M_r(Al_2O_3) = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 102;$
$W(Al) = ?$	$W(Al) = \frac{54}{102} = 0,53, \text{ або } 53 \%. $

**Відповідь.** Масова частка Алюмінію в глиноземі становить 53 %.

Знаючи масову частку елемента в речовині, можна знайти і масу елемента, який у вигляді простої речовини можна добути з будь-якої маси речовини.

**Приклад.** Визнач, яку масу алюмінію можна дістати з глинозему масою 200 тис. т, якщо відомо, що масова частка Алюмінію в глиноземі становить 53 %.

**Масова частка елемента в речовині — це фізична величина, що визначається відношенням маси, яка припадає на елемент, до маси всієї речовини**

### Розв'язання.

Дано:

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 200 \text{ тис. т}$$

$$W(\text{Al}) = 53 \% = 0,53$$

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

З умови задачі відомо, що глинозем масою 1 т містить  $1 \text{ т} \cdot 0,53 = 0,53 \text{ т Al}$ , а 200 тис. т —  $200 \text{ тис. т} \cdot 0,53 = 106 \text{ тис. т Al}$ .

Відповідь. З глинозему  $\text{Al}_2\text{O}_3$  масою 200 тис. т можна дістати алюміній масою 106 тис. т.

Якщо треба обчислити ще й масову частку Оксигену в глиноземі, то:

$$W(\text{O}) = 100 \% - 53 \% = 47 \%, \text{ або}$$

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

Зрозуміло, що сума масових часток усіх елементів у сполуці дорівнює 1, або 100 %. Це потрібно брати до уваги під час перевірки правильності обчислень.

Варто звернути увагу на обернену задачу. Адже, знаючи масові частки елементів, можна знайти хімічну формулу речовини.

Приклад. Виведи формулу речовини, якщо відомо, що до її складу входить Сульфур (масова частка становить 40 %) і Оксиген.

### Розв'язання.

Дано:

$$W(\text{S}) = 40 \%$$

$$W(\text{O}) = 60 \%$$

$$\text{S}_x\text{O}_y = ?$$

Позначимо число атомів Сульфору через  $x$ , атомів Оксигену — через  $y$ . Число атомів у речовині прямо пропорційне масовій частці елемента й обернено пропорційне його відносній атомній масі, тобто



$$x : y = \frac{W(S)}{A_r(S)} : \frac{W(O)}{A_r(O)} = \frac{40}{32} : \frac{60}{16};$$

$$x : y = 1,25 : 3,75.$$

Знайдені числа виражають кількісне відношення між атомами елементів. Але відношення між атомами може бути виражене тільки цілими числами. Тому обираємо найменше із знайдених чисел, приймаємо його за одиницю і ділимо на нього решту чисел:

$$x : y = \frac{1,25}{1,25} : \frac{3,75}{1,25} = 1 : 3.$$

Відповідь. Формула речовини  $SO_3$ .

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Молекули, атоми, йони, будь-які інші структурні частинки речовини розрізняються між собою масою, оскільки вони утворені атомами різних елементів, які теж відмінні за масою.

Відносна молекулярна (або формульна) маса речовини позначається  $M_r$ . Це безрозмірна величина, яка дорівнює сумі відносних атомних мас хімічних елементів, що входять до складу цієї речовини з урахуванням її формули.

Масова частка елемента в речовині — це також безрозмірна фізична величина, що дорівнює відношенню маси елемента до загальної маси речовини.

Знаючи масову частку елемента, можна визначити його масу в будь-якій масі речовини і за масовими частками елементів визначити формулу речовини.

### Завдання для самоконтролю

1. Обчисли відносну молекулярну (формульну) масу таких речовин: озону  $O_3$ , магній оксиду  $MgO$ , соди  $Na_2CO_3$ .
2. Молекула сахарози складається з 12 атомів Карбону, 22 атомів Гідрогену й 11 атомів Оксигену. Напиши формулу сахарози й обчисли її відносну молекулярну масу.

3. Формульна маса гашеного вапна  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  становить  
(а) 3,7; (б) 37; (в) 7,4; (г) 74.
4. Обчисли масові частки елементів у мінералі піриті  $\text{FeS}_2$  (вважати, що домішки відсутні).
5. В якому оксиді —  $\text{SO}_2$  чи  $\text{SO}_3$  — масова частка Оксигену більша? Розв'яжи усно, а відповідь підтвердь розрахунком.
6. Яку масу заліза можна добути з червоного залізняку масою 2 т, якщо масова частка  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  становить 70 % (можливими втратами знехтувати)?

### Додаткові завдання

7. Відносна молекулярна маса ортофосфатної кислоти  $\text{H}_3\text{PO}_4$  дорівнює  
(а) 98 а. о. м.; (б) 98 г; (в) 98; (г) 98 кг.
8. Абсолютна молекулярна маса карбон(IV) оксиду дорівнює  
(а) 44 а. о. м.; (б) 44 г; (в) 44; (г) 44 кг.
9. У сульфатній кислоті  $\text{H}_2\text{SO}_4$  масові частки елементів становлять  
(а) Н — 2,0 %; S — 32,7 %; О — 65,3 %;  
(б) Н — 10 %; S — 17 %; О — 73 %;  
(в) Н — 65,3 %; S — 32,7 %; О — 2,0 %;  
(г) Н — 2; S — 1; О — 4.
- 10\*. Відносна молекулярна маса оксиду елемента першої групи періодичної системи дорівнює 94. Визнач елемент, залиши його символ і назву.
- 11\*. Виведи формулу речовини, якщо відомо, що масова частка Карбону в ній становить 75 %, а Гідрогену — 25 %.
- 12\*. Виведи формулу речовини, у складі якої масова частка Кальцію дорівнює 0,4, Карбону — 0,12, Оксигену — 0,48.
- 13\*. Склади на свій розсуд пряму й обернену задачі для розрахунків за формулою  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  та розв'яжи їх.

*Тобі треба  
знати:*

*ознаки хімічних реакцій;  
умови виникнення і перебігу  
реакцій;*

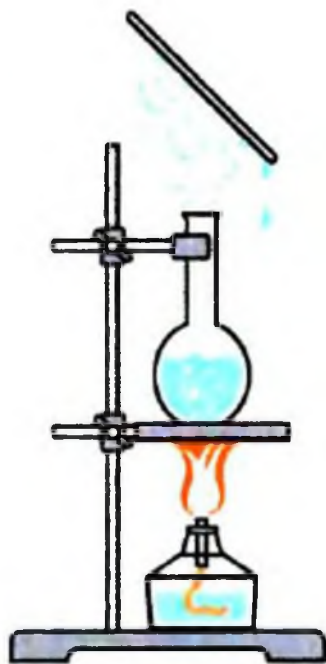
*розуміти суть понять:* фізичні та хімічні явища;

*екзо- та ендотермічні реакції;*

*уміти:*

*розрізняти фізичні та хімічні  
явища; наводити приклади  
хімічних явищ у природі  
та побуті.*

Будь-які зміни, що відбуваються у світі, називаються явищами



Мал. 52. Кипіння, випаровування й конденсація води

**Явища.** Все у світі змінюється. Рухається Земля навколо Сонця, день змінюється на ніч, течуть річки, висихають моря й озера, іржавіють метали, скисає молоко, зростає хлібний колос, старіє людина та ін. Навколо нас і з нами безперервно відбуваються зміни. «Все тече, все змінюється», — стверджували стародавні філософи.

Будь-які зміни, що відбуваються у світі, називаються явищами.

Розрізняють явища фізичні, хімічні, біологічні, суспільні тощо. Різні науки вивчають різні явища. З речовинами, які вивчає хімія, можуть відбуватися як фізичні, так і хімічні явища. Чим вони відрізняються між собою?

**Фізичні та хімічні явища.** Спостерігай демонстраційні досліди.

**Дослід 1.** Наллємо в колбу води і нагріватимемо її. Через деякий час вода закипить і почне випаровуватися. Якщо над паром потримати холодний предмет, то на його поверхні з'являться краплі води (мал. 52).



Чи відбулися з водою якісь зміни? Звичайно, відбулися: вода кипіла, випаровувалася, а потім водяна пара конденсувалася. А на що перетворилася вода в результаті цих змін? На водяну пару.

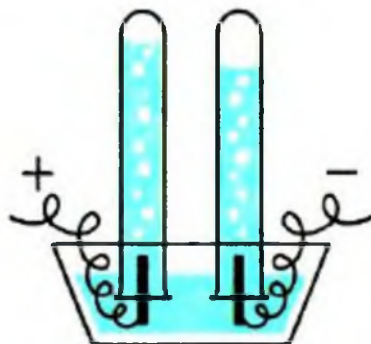
Пара — це і є вода, але в іншому агрегатному стані. В цьому разі перетворення однієї речовини на іншу не було — вода залишилася водою, хоча й відбулися певні зміни — кипіння й випаровування води, конденсація водяної пари. Усі ці явища належать до фізичних.

На підставі спостережуваних явищ спробуй визначити, які явища можна назвати фізичними.

Явища, під час перебігу яких речовина залишається незмінною, називаються фізичними.

**Дослід 2.** Тепер повторимо дослід, який уже виконувався, але з іншою метою. Спочатку заповнимо водою прилад, зображений на мал. 53, і ввімкнемо електричний струм. Незабаром побачимо, що утворюються два гази, які збираються у пробірках над водою у верхній частині приладу. Один газ займає об'єм удвічі більший, ніж другий. Якщо тліючу скіпку внести в пробірку з газом, який має менший об'єм, то вона спалахне. З курсів природознавства або довідляти знаєш, що цей газ — кисень, оскільки він підтримує горіння. А якщо піднести запалену скіпку до отвору пробірки, в якій газу зібралось більше, то спалахне газ. Горючий газ — це водень.

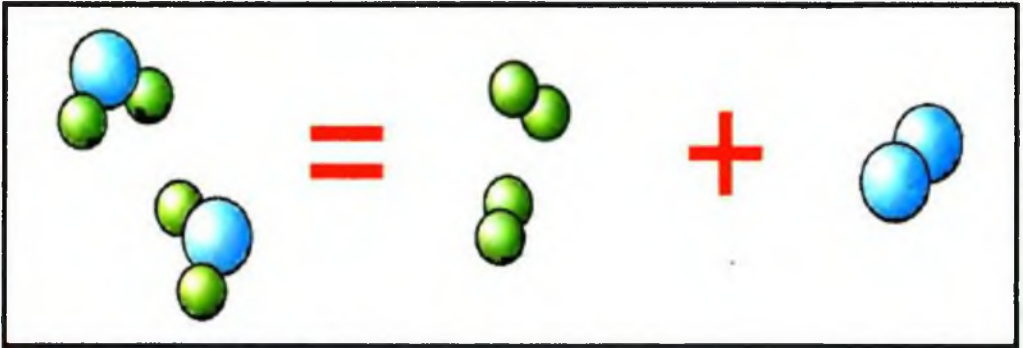
Що ж відбулося? Відбулося явище, яке істотно відрізняється від того, що відбувалося у попередньому досліді. Там речовина — вода — не змінилася, а тут вода пере-



Мал. 53. Розклад води під дією електричного струму

Явища, під час перебігу яких речовина залишається незмінною, називаються фізичними

творилася на дві нові речовини — водень і кисень (мал. 54).



Мал. 54. Суть процесу розкладу води (на моделях)

Явища, під час перебігу яких відбувається перетворення одних речовин на інші, називаються хімічними явищами, або хімічними реакціями.

Явища, під час перебігу яких відбувається перетворення одних речовин на інші, називаються хімічними явищами, або хімічними реакціями

Отже, хімічне явище — це і є хімічна реакція. Речовини, що вступають у реакцію, називаються *реагентами*, або *вихідними речовинами*, а ті, що утворюються внаслідок реакції, — *продуктами реакції*.

Які ж ознаки мають хімічні реакції? Щоб дізнатися про це, спостерігай демонстрацію.

**Дослід 3 (під тягою!).** У хімічний стакан із цукровою пудрою (розтертий у ступці цукор-пісок) наливаємо концентрованої сульфатної кислоти  $H_2SO_4$  і добре розмішуємо скляною паличкою. Що спостерігається?

Зроби висновок про ознаки, які засвідчують, що відбулася хімічна реакція. Такими ознаками в даному разі є виділення газів, які піднімали обвуглену масу, зміна кольору вихідної речовини з білого на чорний і поява запаху, що свідчить про утворення нових речовин (мал. 55).



Мал. 55. Обвуглювання цукру

Але не тільки такі ознаки властиві хімічним реакціям. Хімічні реакції можуть супроводжуватися різними фізичними ефектами: утворенням або розчиненням осаду, поглинанням або виділенням теплоти, світла, з виділенням газу тощо.

А які умови потрібні для виникнення і перебігу хімічної реакції? Звернемося знову до демонстраційного досліду.

**Дослід 4.** Внесемо у полум'я блискучу стрічку магнію. Вона спалахує і згорає, випромінюючи яскраве світло й велику кількість теплоти (мал. 57). При цьому магній перетворюється на білий порошок — магній оксид  $MgO$ .

Які можна помітити ознаки реакції горіння магнію? Безперечно, ознаками цієї реакції є передусім утворення нової речовини — магній оксиду  $MgO$ , а також виділення теплоти і світла.

Хімічні реакції, що відбуваються з виділенням теплоти, називаються екзотермічними.

**Дослід 5.** Нагріємо в пробірці тверду речовину блакитного кольору (купрум(II) гідроксид). Під впливом нагрівання речовина розкладається на дві нові — купрум(II) оксид — осад чорного кольору — і воду. Зверни увагу, якщо для горіння магнію нагрівання потрібне лише спочатку, аби розпочалася реакція, а далі вона сама відбувається з виділенням теплоти і світла, то для розкладання купрум(II) гідроксиду нагрівання потрібне не тільки для початку реакції, а й для її перебігу, оскільки процес відбувається з поглинанням теплоти.

Хімічні реакції, які відбуваються з поглинанням теплоти, називаються ендотермічними.



Мал. 56. Виділення газу м супроводжувати не тільки хімічну реакцію



Мал. 57. Горіння магнію

Хімічні реакції, що відбуваються з виділенням теплоти, називаються екзотермічними

Хімічні реакції, які відбуваються з поглинанням теплоти, називаються ендотермічними



У перекладі з грецької префікс «екзо» означає «зовні», а «ендо» — «всередину».

Отже, однією з умов виникнення й перебігу хімічної реакції здебільшого є *нагрівання до певної температури*.

Іншою важливою умовою є *подрібнення і перемішування речовин*. Цим досягається щонайтісніше стикання речовин, які реагують.

А якщо треба припинити реакцію, наприклад реакцію горіння під час пожежі, то потрібно пам'ятати: *аби припинити хімічну реакцію, треба роз'єднати речовини, що реагують, або охолодити їх*.

---

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Фізичні явища не супроводжуються утворенням нових речовин. Вони виявляються у зміні форми тіла або агрегатного стану речовини.

Суть хімічних явищ полягає у перетворенні речовин, яке супроводжується утворенням однієї або кількох нових речовин. Хімічне явище і є хімічною реакцією.

Ознаками хімічних реакцій можуть бути виділення газу, утворення або зникнення осаду, зміна забарвлення, поява або зникнення запаху, виділення або поглинання теплоти, випромінювання світла тощо.

Для виникнення і перебігу хімічної реакції необхідно подрібнення і перемішування речовин, а часто й нагрівання їх до певної температури.

---

### Завдання для самоконтролю

1. Які явища належать до хімічних? Чим вони відрізняються від фізичних явищ?
2. Визнач, які процеси з перелічених нижче можна віднести до хімічних, а які — до фізичних і чому: а) зимою вода в річці замерзає; б) зі скла виготовляють пляшки, склянки, банки та інший посуд; в) повітря розділяють

на кисень і азот; г) нафту використовують для добування гуми; д) кисень підтримує горіння; е) розчин фільтрують; є) восени листя жовкне; ж) залізо іржавіє.

3. Чим відрізняються екзотермічні реакції від ендотермічних? Наведи по одному прикладу.
4. Якими ознаками супроводжуються хімічні реакції? Наведи один—два приклади.
5. Поясни умови виникнення і перебігу хімічної реакції.

### Додаткові завдання

6. Тільки хімічні явища наведені в ряду:
  - (а) кипіння води; утворення туману;
  - (б) горіння бензину, танення льоду;
  - (в) світіння електролампочки, фільтрування розчину;
  - (г) прокисання молока, спалювання дров.
7. Як ти думаєш, для чого треба знати умови виникнення і перебігу хімічних реакцій?
8. Розглянь мал. 57 і сформулюй до нього кілька запитань.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

### Хімічні явища

Дослід 1. Нагрій у полум'ї мідну пластинку або мідний дріт (тримай тигельними щипцями), дотримуючись правил нагрівання. Що спостерігається? Що це засвідчує?

**УВАГА! Не клади гарячу пластинку безпосередньо на стіл. Треба покласти її на керамічну плитку або вогнезахисну прокладку**

Дослід 2. Візьми пробірку з прозорим розчином вапняної води і через одноразову трубку видихай вуглекислий газ. Що спостерігається? Що це засвідчує?

Дослід 3. На дно сухої пробірки насип трохи кристалічної соди (аби покрити дно) й долий трохи оцту. Що спостерігається? Що це засвідчує?

- Пригадай, як треба брати посудину з розчином (див. мал. 14) і як треба ставити на стіл пробку (див. мал. 13).

**УВАГА! Не заглядай у пробірку, куди наливаєш розчин, і не забувай знімати краплю з шийки посудини**

На підставі своїх спостережень зроби висновки: а) про ознаки, які в кожному з даних випадків засвідчують те, що відбулася хімічна реакція; б) про умови перебігу цих реакцій.

## §11

## ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ МАСИ РЕЧОВИН. ХІМІЧНІ РІВНЯННЯ

*Тобі треба*

*знати:*

*формулювання закону;*

*розуміти суть: хімічної реакції; закону та його значення; поняття «хімічне рівняння» і «коєфіцієнт»;*

*уміти:*

*пояснювати закон із погляду атомістичного вчення; складати рівняння хімічних реакцій.*

Тобі вже відомо, як хіміки пізнають світ речовин. Вони здійснюють експерименти, вивчаючи хімічні властивості речовин, спостерігають зміни, що відбуваються з речовинами, вивчають умови перебігу хімічних реакцій тощо. У результаті нагромаджується багато фактів, які потребують пояснення та узагальнення. Внаслідок цього виявляються закономірності, що об'єктивно існують у природі, й формулюються закони. Так трапилося і з законом збереження



маси, відкритим й експериментально підтвердженим російським хіміком М. В. Ломоносовим та французьким ученим А. Л. Лавуазьє.

Щоб зрозуміти суть закону, виконаємо демонстраційні досліди.

**Дослід 1.** Мідну пластинку прожаримо в полум'ї. Поверхня її вкривається чорним нальотом. Це утворився купрум(II) оксид  $\text{CuO}$ .

**Дослід 2.** Пластинку з чорним нальотом зануримо в хлоридну кислоту  $\text{HCl}$ . Розчин набуває зеленкувато-блакитного забарвлення. Це пояснюється тим, що в розчині утворився купрум(II) хлорид  $\text{CuCl}_2$ .

**Дослід 3.** У добутий розчин зануримо залізний цвях. Через деякий час його поверхня вкривається червоним нальотом міді  $\text{Cu}$ .

Отже, відбулися хімічні перетворення речовин, які можна виразити схемою:



Зі схеми видно, що атоми Купруму під час реакцій не зникали, а лише з'єднувалися з атомами інших елементів, утворюючи нові речовини, а потім виділилися у вигляді простої речовини — міді, тобто відбулося лише перегрупування атомів.

Суть хімічної реакції полягає в перегрупуванні атомів.

Звідси виходить, що загальна маса атомів зберігається. Отже, маса речовин до і після реакції також зберігається.

Такого висновку дійшов Михайло Ломоносов (1748), проводячи досліди, аналогічні тим, які раніше виконував Роберт Бойль із прожарювання металів у запаяних скляних посудинах (ретортах). Виявилось, якщо посудину, яка містить метал, зважити до і після прожарювання, не розкриваючи її, то

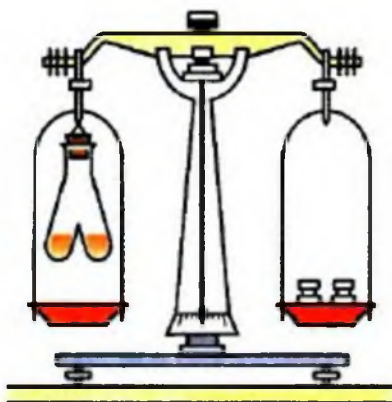


Антуан Лоран Лавуазьє  
(1743—1794)

Французький хімік, один із засновників сучасної хімічної науки. Систематично використовував у хімічних дослідженнях кількісні методи. Експериментально довів склад повітря, запропонував назву «кисень» та з'ясував роль кисню у процесах горіння, випалювання металів і дихання, чим спростував теорію флогістону. Один із засновників термохімії. Керував розробкою нової хімічної номенклатури. Розробив систематику органічних сполук.

Суть хімічної реакції полягає в перегрупуванні атомів

Загальна маса речовин, які вступили в хімічну реакцію, дорівнює загальній масі речовин, що утворилися внаслідок реакції



Мал. 58. Прилад для доведення закону збереження маси

маса залишається незмінною. А якщо нагрівати метал у відкритій реторті, то маса збільшується за рахунок сполучення металу з киснем повітря. Але свої праці у цій галузі він своєчасно не опублікував.

Незалежно від Ломоносова цей закон відкрив (1789) і ввів його в хімію французький хімік Антуан Лавуазьє. Сучасне формулювання закону таке:

загальна маса речовин, які вступили в хімічну реакцію, дорівнює загальній масі речовин, що утворилися внаслідок реакції.

Спробуємо експериментально перевірити цей закон. Skorистаємося приладом, зображеним на мал. 58.

**Дослід 4.** В одне коліно двоколінної пробірки наллємо безбарвний розчин барій хлориду  $\text{BaCl}_2$ , а в інше — безбарвний розчин натрій сульфату  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Перед проведенням реакції зрівноважимо прилад на технохімічних терезах. Нахиливши пробірку, змішаємо прозорі розчини. Одразу з'являється каламуть, і випадає білий осад.

Про що свідчить така ознака? Поява такої ознаки засвідчує, що між речовинами відбулася хімічна реакція, в результаті якої утворилася нова нерозчинна речовина білого кольору. При цьому рівновага терезів не порушилась (чому?). Тому що атоми під час хімічної реакції зберігаються. Відповідно зберігається й маса речовин, які вступили в реакцію, і маса тих речовин, які утворилися внаслідок реакції, тобто маса атомів залишається без змін. Той факт, що атоми мають сталу масу, й спричинює збереження маси речовин.

Відкриття закону збереження маси сприяло дальшому розвитку хімії як науки. Велике

значення мало відкриття цього закону й для організації хімічних виробництв, для успішної роботи яких потрібно точно знати масу сировини, що надходить на завод, маси кінцевих і побічних продуктів. Не менш важливе значення має закон збереження маси і для утвердження наукового світорозуміння, адже він доводить, що

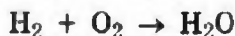
у природі ніщо не виникає з нічого і не зникає безслідно.

Тепер ти знаєш, чому маса речовин під час хімічних реакцій зберігається, бо зберігаються атоми елементів. На основі закону збереження маси можна складати рівняння хімічних реакцій, або *хімічні рівняння*.

**Хімічне рівняння** — це умовний запис реакції за допомогою хімічних формул і математичних знаків.

Як же скласти хімічне рівняння, припустімо, горіння водню й утворення води?

Спочатку запиши формули речовин, які реагують між собою, тобто водню  $H_2$  і кисню  $O_2$  (у процесі горіння водень взаємодіє з киснем повітря), сполучивши їх знаком плюс. У правій частині після стрілки запиши формулу добутого продукту:



Запис відображає схему реакції. Тепер підбери *коефіцієнти*, аби кількість атомів кожного елемента в лівій і правій частинах рівняння була однаковою. Після цього стрілку можна замінити на знак «дорівнює». Дістанеш:

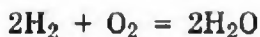


Схема реакції перетворилася на рівняння реакції.

У природі ніщо не виникає з нічого і не зникає безслідно

**Хімічне рівняння** — це умовний запис реакції за допомогою хімічних формул і математичних знаків

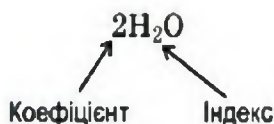


Зверни увагу, що коефіцієнт 2 перед формулою води  $\text{H}_2\text{O}$  стосується всієї формули речовини, хоча формула і не взята в дужки, як це робиться в алгебраїчних записах типу  $2a + 2b = 2(a + b)$ , але розуміти хімічний запис треба саме так:  $2(\text{H}_2\text{O})$ .

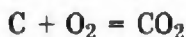
Підбираючи коефіцієнти в рівнянні хімічної реакції, треба пам'ятати, що

Сума атомів кожного елемента до реакції повинна дорівнювати сумі атомів кожного елемента після реакції

сума атомів кожного елемента до реакції повинна дорівнювати сумі атомів кожного елемента після реакції.



Це положення випливає із закону збереження маси речовин. При цьому не треба думати, що, підбираючи коефіцієнти, ми довільно додаємо будь-які молекули чи атоми. Складаючи рівняння, ми лише намагаємося правильно показати співвідношення частинок речовин, які вступили в реакцію і які утворилися внаслідок реакції. Так, рівняння реакції горіння вуглецю С



відображує той факт, що кожен атом Карбону С взаємодіє з молекулою кисню  $\text{O}_2$ , утворюючи молекулу вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ . Під час взаємодії навіть найменшого кусочка вуглецю з киснем у реакції беруть участь величезні кількості атомів Карбону і молекул кисню. Але співвідношення між числом атомів Карбону і числом молекул кисню дорівнює 1 : 1.

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Під час перебігу хімічних реакцій атоми не зникають і не утворюються з нічого. Їхня кількість залишається незмінною до і після реакції.

Закон збереження маси полягає в тому, що маса речовин, які вступають у реакцію, дорівнює масі утворених продуктів.

Сутність хімічної реакції полягає у перерозподілі атомів, що містилися у вихідних речовинах, і утворенні з них нових сполук.

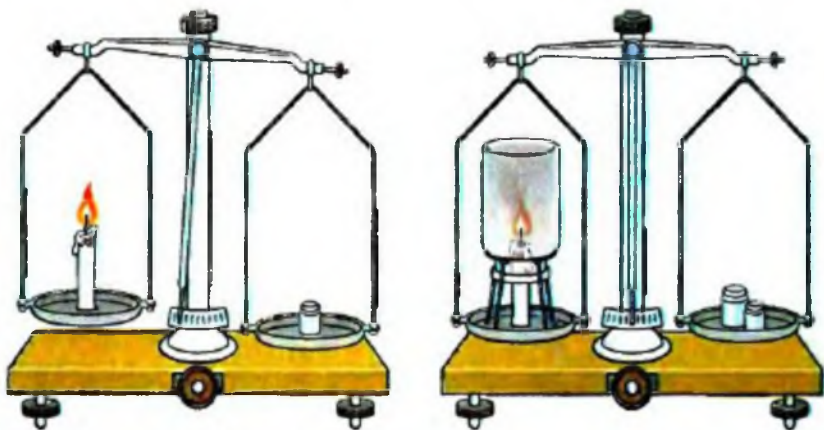
Рівняння хімічної реакції складається на підставі закону збереження маси речовин.

Рівняння хімічної реакції, або хімічне рівняння, показує: а) які речовини беруть участь у реакції; б) які речовини утворюються; в) яке співвідношення речовин.

Підбирання коефіцієнтів у рівнянні хімічної реакції ґрунтується на тому, що число атомів елементів не змінюється під час перебігу хімічної реакції, оскільки атоми зберігаються.

### Завдання для самоконтролю

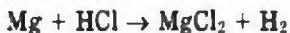
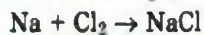
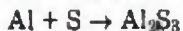
1. Що відбувається з речовинами під час перебігу хімічної реакції?
2. Як формулюється закон збереження маси? Ким, коли і як він був відкритий?
3. На терезах зрівноважили свічку, запалили її і побачили, що маса свічки зменшилась (мал. 59). Чому? Хіба в цьому разі не проявляється закон збереження маси речовин? Поясни другу частину малюнка.



Мал. 59. Горіння свічки на терезах

4. Що відображує схема реакції, а що — хімічне рівняння? Яка відмінність між ними?

5. Склади рівняння реакцій за схемами:



### Додаткові завдання

6. У реторту з зажимом (мал. 60) помістили мідні ошурки, після чого зажим закрили й реторту прожарили (модель дослідів М. Ломоносова і Р. Бойля). Як ти думаєш, чи змінилася маса реторти: а) після прожарювання; б) після того, як відкрили зажим? Відповідь обґрунтуй.

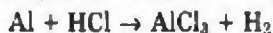
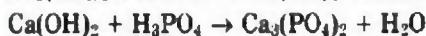
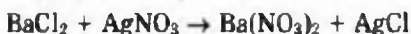


Мал. 60. Прожарювання реторти

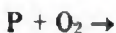
7\*. На хлорування барію масою 274 г витрачено хлор  $\text{Cl}_2$  масою 142 г. Яка маса барій хлориду  $\text{BaCl}_2$  утворилася при цьому (врахувати, що втрат немає)?

8\*. Під час розкладання ртуті(II) оксиду  $\text{HgO}$  масою 4,34 г дістали ртуть  $\text{Hg}$  масою 4,03 г. Обчисли масу кисню  $\text{O}_2$ , добутого при цьому.

9\*. Склади рівняння реакцій за схемами:



10\*. Користуючись періодичною системою, визнач валентність елементів, складі формули утворених продуктів і відповідні рівняння хімічних реакцій:





# ПРОСТІ РЕЧОВИНИ МЕТАЛИ І НЕМЕТАЛИ

РОЗДІЛ

2



*Тобі треба*

- знати:* формулу кисню, його поширення в природі; способи добування і збирання кисню в лабораторії; фізичні властивості кисню, його фізіологічну дію на живі організми;
- розуміти:* поняття «каталізатор»; суть реакції розкладу;
- уміти:* складати рівняння реакції добування кисню; розпізнавати кисень серед інших газів.

Хімічний символ елемента Оксигену —  $O$ .  
 Відносна атомна маса Оксигену —  $A_r(O) = 16$ .  
 Валентність Оксигену в сполуках — 2.  
 Хімічна формула простої речовини кисню —  $O_2$ .  
 Відносна молекулярна маса кисню —  $M_r(O_2) = 32$ .



Джозеф Прістлі  
(1733—1804)

Англійський хімік, філософ. Заклав основи науки про гази. Створив ряд приладів для вивчення газів. Відкрив кисень (1774), добув хлороводень і амоніак. Довів, що зелені рослини «виправляють» повітря, зіпсоване диханням і горінням. Відстоював теорію флогістону.

**Відкриття кисню.** Світовий пріоритет відкриття кисню належить Китаю. Китайський учений VIII ст. Мао-Хоа встановив наявність у складі повітря двох газів, один із яких мав властивість підтримувати дихання й горіння.

В Європі кисень відкрили майже через 1000 років одночасно два видатні хіміки другої половини XVIII ст. — швед Карл Шеєле (1771) та англієць Джозеф Прістлі (1774). Однак К. Шеєле опублікував своє відкриття пізніше, ніж Дж. Прістлі. На одному з майданів міста Лідса вдячні англійці встановили бронзову скульптуру свого видатного співвітчизника.

І все ж таки головні особи в історії відкриття кисню не К. Шеєле і не Дж. Прістлі. Вони справді відкрили новий газ — кисень, але до кінця своїх днів залишалися ревними захисниками помилкової теорії флогістону.

За уявленнями хіміків XVIII ст. флогістон — це невагома речовина — «вогняна матерія», яка нібито міститься в усіх речовинах, здатних горіти, і яка під час горіння вивітрюється, зникає.



В історії відкриття кисню особливе значення мають праці французького вченого Антуана Лавуазьє. 1775 року він установив, що кисень — складова повітря, що Оксиген входить до складу багатьох кислот та інших речовин. Саме А. Лавуазьє дослідив кисень і створив кисневу теорію горіння, яка прийшла на зміну теорії флогістону. За період, що минув з того часу (понад 200 років), киснева теорія горіння не тільки не була спростована, а й дістала ще безліч підтверджень своєї правильності.



Карл Вільгельм Шєсле  
(1742—1786)

Поширення в природі. Оксиген — найпоширеніший хімічний елемент на Землі (див. мал. 48). Масова частка його в оболонці Землі (в атмосфері, гідросфері, літосфері) становить близько 52 %. У зв'язаному стані, тобто як хімічний елемент, Оксиген входить до складу води, піску, глини, гірських порід і мінералів (мал. 61). Він є у складі всіх речовин, з яких побудовані живі організми. Зокрема в організмі людини на вміст Оксигену припадає майже 65 %.

У вільному стані, тобто як проста речовина, кисень  $O_2$  є у повітрі. Масова частка його — 23 %, об'ємна — 21 %. Кисень міститься також у природних водах. Біохімічне очищення річкової та морської води відбувається за допомогою розчиненого у воді кисню.

Шведський хімік, чудовий експериментатор. Першим відкрив такі неорганічні речовини: сень, хлор, калій перманганат, фтороводень та багато інших. Виділив та описав приблизно половину відомих у XVIII столітті органічних сполук. Довів багаточисельний склад повітря. Досліджував мінерали.



Мал. 61. Оксиген входить до складу: а) води, б) гірських порід

У природі кисень відіграє особливу роль. Він виступає одночасно і як будівельник, і як руйнівник. Окиснюючи органічні речовини, кисень підтримує дихання, отже, й життя. Енергія, що при цьому вивільнюється, забезпечує життєдіяльність організмів. Проте за участю кисню в природі постійно відбуваються й руйнівні процеси: іржавіння металів, тління й горіння речовин, гниття рослинних і тваринних решток.

Що ж собою являє кисень? Щоб дізнатися про це, треба його добути. Уважно стеж за демонстрацією дослідів. Спостереження дадуть змогу зробити висновок про деякі фізичні властивості кисню.

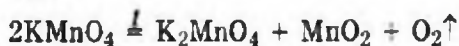
Добування кисню в лабораторії. У лабораторних умовах кисень добувають розкладанням деяких оксигеновмісних речовин.

*Дослід 1.* Якщо зібрати прилад, як показано на мал. 62, і в пробірці нагрівати калій перманганат  $\text{KMnO}_4$  (побутова назва марганцівка), то в циліндрі над водою почне одразу ж збиратися кисень, витискаючи з циліндра воду.

Який висновок про фізичні властивості кисню можна зробити з цих спостережень?

Спостереження показують, що за стандартних умов кисень являє собою газ, який не має ні кольору, ні запаху. Він погано розчиняється у воді, оскільки витискує воду з циліндра.

Що ж відбулося в пробірці? Під впливом нагрівання калій перманганат  $\text{KMnO}_4$  розклався на три нові речовини: калій манганат  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ , манган(IV) оксид  $\text{MnO}_2$  і кисень  $\text{O}_2$ :



Такі реакції належать до реакцій розкладу.



Мал. 62. Добування кисню з калій перманганату  $\text{KMnO}_4$



Хімічні реакції, під час яких з однієї речовини утворюються дві або більше нових речовин, називаються реакціями розкладу.

Поняття про каталізатор. Не всі оксигеновмісні речовини під час нагрівання швидко розкладаються з виділенням кисню. У такому випадку, щоб прискорити реакцію, використовують каталізатор. Наприклад, манган(IV) оксид  $MnO_2$  прискорює розкладання гідроген пероксиду  $H_2O_2$ :



Переконаємось у цьому на досліді.

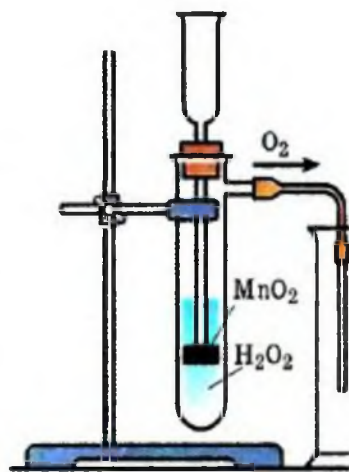
**Дослід 2.** Якщо до гідроген пероксиду  $H_2O_2$  в пробірці (мал. 63) додати щіпку чорного порошку  $MnO_2$ , то відразу ж відбувається бурхлива реакція з виділенням кисню. Кисень збирається в посудину за способом витіснення повітря.

А як довести, що в посудині справді кисень, а не повітря? З курсу природознавства ти знаєш, що довести це можна за допомогою тліючої скіпки. В кисні вона спалахує, а на повітрі — жевріє.

Якщо тепер профільтрувати утворену в досліді 2 суміш, то можна відокремити манган(IV) оксид  $MnO_2$  і знову помістити його в пробірку з новою порцією гідроген пероксиду  $H_2O_2$ . Ефект буде такий самий. Дослід можна повторювати знову і знову. Що це засвідчує? Це засвідчує, що манган(IV) оксид  $MnO_2$  зберігає свою властивість прискорювати розкладання гідроген пероксиду  $H_2O_2$ . При цьому він не витрачається і до складу продуктів реакції не входить. Такі речовини називаються *каталізаторами*.

**Каталізатори** — це речовини, які змінюють швидкість хімічної реакції, але не входять до складу її продуктів.

Хімічні реакції, під час яких з однієї речовини утворюються дві або більше нових речовин, називаються реакціями розкладу



Мал. 63. Добування кисню з гідроген пероксиду  $H_2O_2$

**Каталізатори** — це речовини, які змінюють швидкість хімічної реакції, але не входять до складу продуктів

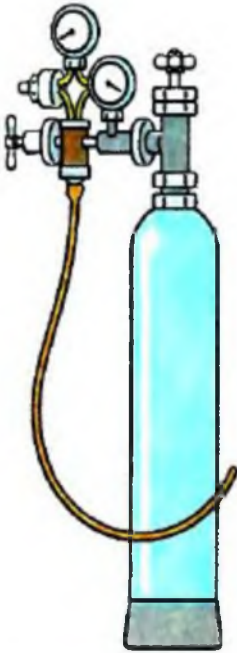
Каталізатори широко використовуються у промисловості. Вони дають змогу підвищувати продуктивність хімічних процесів, отже, економічніше вести виробництво.

**Фізичні властивості кисню.** Тепер узагальни свої спостереження і зроби висновок про деякі фізичні властивості кисню, а про інші дізнайся з підручника чи хімічного довідника.

За стандартних умов кисень — це безбарвний газ, без запаху і смаку, малорозчинний у воді (у 100 об'ємах води розчиняється 3 об'єми кисню), трохи важчий за повітря. У зрідженому стані кисень — рухлива рідина блакитного кольору.

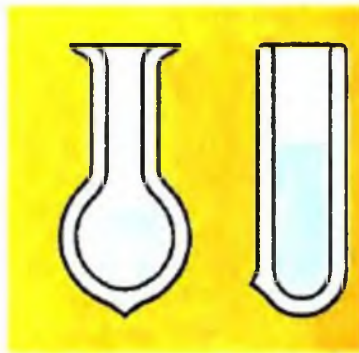
**Фізіологічна дія.** Атмосферний кисень життєво важливий для всіх організмів (за винятком анаеробів). Він бере участь у процесі дихання. Крізь легені кисень потрапляє у кров, розноситься нею по всьому організму і в клітинах забезпечує перебіг реакцій окиснення. Вони відбуваються з вивільненням енергії, за рахунок якої підтримується стала температура тіла у теплокровних і виконується робота: пересування, робота м'язів та інші життєві процеси. Реакції окиснення відбуваються і в рослинах, які також поглинають кисень під час дихання.

**Добування кисню в промисловості.** У промисловості кисень добувають перегонкою зрідженого повітря. Оскільки повітря — це суміш газів, переважно азоту й кисню, то спочатку випаровується азот, бо температура кипіння рідкого азоту ( $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) нижча від температури кипіння рідкого кисню ( $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), а рідкий кисень залишається. Його зберігають у сталевих балонах (мал. 64) та у спеціальних посудинах із подвійними



Мал. 64. Стальний балон із киснем

стінками, між якими немає повітря, — у посудинах Дьюара (мал. 65). Через такі стінки теплота дуже повільно передається в середину посудини, і зріджений кисень випаровується повільно. Такі посудини використовують у звичайних термосах. Подібну будову мають великі металеві посудини — *кисневі танки*, в яких зберігають і перевозять кисень.



Мал. 65. Посудини Дьюара

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

**Оксиген** — найпоширеніший елемент на Землі. Він міститься в атмосфері, літосфері, гідросфері та живих організмах.

**Оксиген** утворює двохатомні молекули кисню  $O_2$  — просту речовину.

**Кисень** — життєво важлива речовина. За стандартних умов він являє собою газ без кольору, без запаху і смаку, малорозчинний у воді, трохи важчий за повітря.

У лабораторних умовах кисень добувають з оксигеновмісних речовин (наприклад,  $KMnO_4$ ,  $H_2O_2$ ) за допомогою реакції розкладу.

### Завдання для самоконтролю

1. Схарактеризуй Оксиген як хімічний елемент. До складу яких природних речовин він входить?
2. Схарактеризуй кисень як просту речовину. Де він трапляється в природі?
3. Розглянь мал. 62 і 63 та назви два способи збирання кисню. Порівняй їх і вкажи, на яких фізичних властивостях кисню вони ґрунтуються?
4. Як можна добути кисень у лабораторії?
5. Що таке каталізатори і яке їх значення в хімічних процесах?
6. В одній колбі міститься кисень, у другій — повітря. Як розпізнати, в якій колбі кисень?
7. Яку масову частку становить Оксиген у складі калій перманганату?
8. Як ти думаєш, фізичні чи хімічні процеси використовують для добування кисню: а) у промисловості; б) в лабораторії.

*Тобі треба  
знати:*

*хімічні властивості кисню;  
умови виникнення й припинення горіння;*

*розуміти зміст понять:* реакція сполучення; оксид; горіння;

*уміти:*

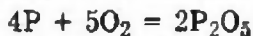
*визначати наявність кисню дослідним шляхом; складати формули оксидів за валентністю елементів;*

*записувати рівняння реакцій горіння.*

Відомо, що коли йдеться про хімічні властивості речовини (див. § 3), то мають на увазі хімічні реакції, в яких ця речовина може брати участь. При цьому важливо знати, за яких умов відбуваються ці реакції, як саме вони відбуваються і які речовини при цьому утворюються.

Спостерігай за дослідями.

**Дослід 1.** У посудину з киснем внесемо залізну ложку із запаленим фосфором. Що спостерігаємо? Утворюється густий білий дим (мал. 66). Це тверді частинки нової речовини — фосфор(V) оксиду  $P_2O_5$ . Якщо після закінчення досліду в посудину внести тліючу скіпку, то виявиться, що кисню в посудині більше немає. Отже, кисень не просто підтримує горіння, а й бере участь у реакції як вихідна речовина. Цю реакцію можна виразити хімічним рівнянням:



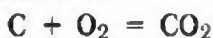
Відбулася реакція сполучення фосфору з киснем.



Мал. 66. Горіння фосфору в кисні

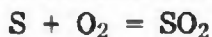


**Дослід 2.** Покладемо в залізну ложку кусочок деревного вугілля і внесемо в полум'я пальника. Вуглинка розжариться. Якщо цю вуглинку внести в посудину з киснем (мал. 67), то вона розжариться ще сильніше і швидко згорить без полум'я й диму, але з виділенням теплоти. Щоб дізнатися, яка речовина при цьому утворилася, наллємо в посудину вапняну воду. Вона стає каламутною. Як ти знаєш з курсу природознавства, це ознака того, що під час горіння вуглинка утворився вуглекислий газ, або карбон(IV) оксид  $\text{CO}_2$ :



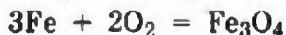
Відбулася реакція сполучення вуглецю з киснем.

**Дослід 3.** Внесемо залізну ложку з сіркою у полум'я пальника. Сірка спочатку плавиться, а потім починає горіти. Спостерігаємо слабке синювате полум'я. Якщо тепер запалену сірку внести в посудину з киснем (мал. 68), то горіння посилюється, синювате полум'я стає яскравим. При цьому утворюється безбарвний газ із різким запахом — сульфур(IV) оксид  $\text{SO}_2$ , і виділяється велика кількість теплоти:



Відбулася реакція сполучення сірки з киснем.

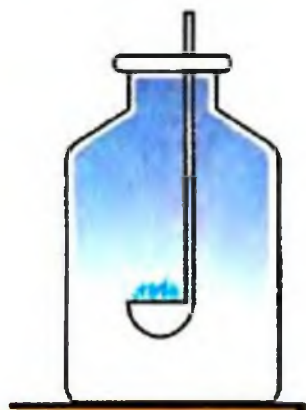
**Дослід 4.** Якщо до тонкого сталювого дроту прикріпити сірник, запалити його і швидко опустити в посудину з киснем, то від сірника займеться й дріт (мал. 69). Він згоряє, розкидаючи яскраві іскри залізної ожарини (або залізної жужелиці)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ :



Відбулася реакція сполучення заліза з киснем.



Мал. 67. Горіння вуглецю в



Мал. 68. Горіння сірки в к



Мал. 69. Горіння заліза в к



Мал. 70. Пожежа

Залізну ожарину (жужелицю) розглядають як подвійний оксид феруму(II) і феруму(III), або  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , де валентність одного атома Феруму — 2, а двох інших атомів Феруму — 3.

Який висновок можна зробити із дослідів, що спостерігалися? Досліди показали, що кисень може взаємодіяти як з металами, так і з неметалами. В усіх випадках відбувається реакція сполучення атомів Оксигену з атомами металу або неметалу.

**Реакція сполучення** — це така реакція, в результаті якої з двох або більше вихідних речовин утворюється одна нова сполука.

Унаслідок взаємодії фосфору, вугілля, сірки, заліза з киснем відбувається процес окиснення й утворюються нові речовини — оксиди  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

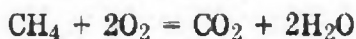
**Оксиди** — це складні речовини, утворені двома елементами, одним із яких є Оксиген.

**Горіння.** Подібно до фосфору, сірки, вуглецю й заліза з киснем сполучається більшість металів і неметалів. При цьому завжди виділяється теплота, а реакції часто супроводжуються горінням (мал. 70).

**Горіння** — це хімічна реакція, під час якої відбувається окиснення речовин із виділенням теплоти і світла.

- Пригадай, як називаються реакції, що супроводжуються виділенням чи поглинанням теплоти? У разі потреби звернись до § 10.

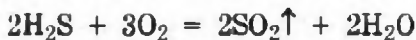
Горіти в кисні можуть не тільки прості, а й складні речовини. Так, у газовій плиті згоряє природний газ, основна складова якого метан  $\text{CH}_4$  (мал. 71):



Мал. 71. Горіння метану

Що при цьому відбувається? Атоми хімічних елементів Карбону й Гідрогену, що входять до складу молекул метану  $\text{CH}_4$ , сполучаються з атомами Оксигену, утворюючи відповідні оксиди —  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ .

Так само згоряють у кисні й інші складні речовини, наприклад сірководень  $\text{H}_2\text{S}$ , утворюючи оксиди відповідних елементів:



**Повільне окиснення.** Проте не завжди взаємодія речовин із киснем супроводжується горінням, але при цьому завжди виділяється теплота. Такі процеси називаються *повільним окисненням*. У кам'яновугільних шахтах, незважаючи на посилену вентиляцію, завжди спостерігається підвищений вміст вуглекислого газу, який утворюється там за рахунок повільного окиснення вугілля.

Металеві вироби з часом темнішають, оскільки більшість металів повільно окиснюється на повітрі навіть за стандартної температури.

У парниках як джерело теплоти використовується повільне окиснення гною.

В живих організмах також відбуваються процеси повільного окиснення. Теплота, що при цьому виділяється, розсіюється у довкілля. А якщо теплота не відводиться, то організм хворіє і може навіть загинути.

У разі повільного окиснення речовин і матеріалів на виробництві, якщо теплота не відводиться, температура підвищується так, що може трапитися самозаймання — повільне окиснення переходить у горіння. Тому на заводах, автобазах забороняється збирати в купу промаслене ганчір'я після витирання машин, щоб не виникла пожежа.



Мал. 72. Парники



**Умови виникнення горіння:**  
температура займання,  
доступ кисню

**Умови припинення горіння:**  
охолодження,  
припинення доступу кисню



Мал. 73. Вогнегасник



Мал. 74. Вогнегасник у дії

Умови виникнення й припинення горіння. Щоб запалити речовину в повітрі, треба спочатку її нагріти до певної температури — *температури займання*. У різних речовин вона різна. Деревина займається за температури майже 270 °С, вугілля — близько 350 °С, а білий фосфор — близько 40 °С. Якщо кисень має доступ до речовини, що загорілася, вона продовжує горіти, оскільки теплота, що виділяється, підтримує температуру речовини, вищу від температури її займання.

Відповідно, для припинення горіння треба або охолодити речовину до температури, нижчої від температури займання, або припинити доступ до неї кисню. Обидва ці способи використовуються під час гасіння пожежі водою. Коли вода випаровується, вона відбирає теплоту від предметів, що горять, і температура різко знижується, а водяна пара утруднює доступ до них повітря. Крім того, для гасіння пожежі використовують вогнегасники. Під час їх роботи виділяється вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ , який змішується зі спеціальною рідиною, утворюючи піну. Насичена вуглекислим газом піна перешкоджає доступу кисню з повітря, і горіння припиняється (мал. 74).

У лабораторії або в домашніх умовах для припинення горіння, якщо полум'я невелике, достатньо засипати предмет, що горить, піском або накрити його ковдрою. *Важливо пам'ятати, що легше запобігти пожежі, ніж її погасити. Тому під час роботи з вогнем і вогнебезпечними речовинами та матеріалами треба дотримуватися правил пожежної безпеки, бути особливо обережним.*



## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Кисень — дуже активна речовина, яка з багатьма речовинами легко вступає в хімічні реакції, утворюючи оксиди.

Під час взаємодії простих і складних речовин із киснем утворюються оксиди тих елементів, які входять до складу речовини.

Хімічна взаємодія речовин із киснем називається реакцією окиснення.

Реакція окиснення, що супроводжується виділенням теплоти світла, називається реакцією горіння. У кисні горіння відбувається інтенсивніше, ніж на повітрі.

Суть реакції горіння й повільного окиснення одна й та сама, а зовнішні вияви різні, оскільки різняться умови перебігу цих реакцій.

Щоб почалося горіння, необхідні дві умови: нагрівання речовини до температури займання і доступ кисню. Відповідно, щоб припинити горіння, треба охолодити речовину або припинити доступ кисню.

### Завдання для самоконтролю

1. Схарактеризуй хімічні властивості кисню. Відповіді запиши рівняннями реакцій.
2. Напиши формули оксидів металів, які мають валентність 1, 2, 3. Зазнач назву кожної сполуки.
3. Напиши рівняння реакцій окиснення простих речовин з утворенням оксидів: Купруму(II), Вольфраму(VI), Літію(I), Селену(IV), Ванадію(V).
4. Напиши рівняння реакцій горіння сірководню  $H_2S$ , ацетилену  $C_2H_2$ , пропану  $C_3H_8$ .
5. Чим відрізняється горіння речовин на повітрі та в кисні? Чому?
6. Порівняй швидке й повільне окиснення. Що спільного й відмінного між ними? Наведи приклади.
7. У яких випадках процеси повільного окиснення корисні, а в яких — небезпечні, а то й шкідливі? Наведи приклади.

### Додаткові завдання

8. Обчисли масові частки елементів у бор(III) оксиді.
- 9\*. Аналізом установлено, що в цинковій руді масова частка цинк сульфіді  $ZnS$  становить 38,8 %. Яку масу цинку можна добути з 1 т руди (втрати виробництва знехтувати)?
- 10\*. Ферум оксид масою 40 г містить 28 г Феруму і 12 г Оксигену. Яка формула цього оксиду?
- 11\*. Унаслідок спалювання в кисні невідомого металу масою 5,4 г утворився його оксид масою 10,2 г. Валентність елемента-металу в оксиді дорівнює 3. Визнач елемент-метал.

## §14

### ЗАСТОСУВАННЯ КИСНЮ. КРУГООБІГ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ

Застосування кисню в практичній діяльності людини надзвичайно різноманітне. Воно ґрунтується передусім на здатності кисню підтримувати горіння речовин, зокрема різних видів палива. Енергія, що при цьому вивільнюється, широко використовується у вигляді теплоти для обігрівання житлових і виробничих приміщень, для добування високих температур у різних виробничих процесах, для побутових потреб.

Кисень широко використовується для інтенсифікації металургійних процесів добування чавуну і сталі (мал. 75), в хімічній промисловості як окисник під час добування сульфатної і нітратної кислот. Його застосовують для добування вибухових речовин, у разі зварювання і різання металів (мал. 76).

Киснем наповнюють балони спеціальних приладів, якими користуються льотчики під час висотних польотів, космонавти, по-



Мал. 75. Кисневе дуття в металургії

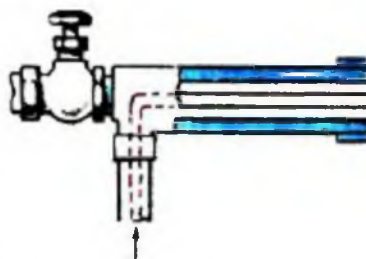
жежники, що виконують рятувальні роботи, водолази, які працюють під водою, тощо.

Кисень широко застосовується в медицині. Кисневі подушки, кисневі палатки полегшують утруднене дихання. Кисневі коктейлі, півки з настоїв трав дають значний лікувальний ефект (мал. 77, с. 98).

Значення кисню надзвичайно велике для всієї живої природи. Усім живим організмам кисень необхідний для дихання (окрім деяких мікроорганізмів). Людина в спокійному стані поглинає під час дихання приблизно 16 г кисню за годину, а при виконанні фізичної роботи поглинання кисню значно збільшується. Протягом доби через органи дихання людини проходить до 20 м<sup>3</sup> повітря. Це означає, що за добу одна людина споживає понад 4 м<sup>3</sup> кисню. Разом з тим один легковий автомобіль за 1500 км пробігу витрачає річну норму кисню, необхідну людині. Отже, на різноманітну господарську діяльність і на саме життя на Землі з атмосфери витрачається величезна маса кисню. Звідки ж поновлюється його нестача в повітрі?

Зменшення кисню в атмосфері внаслідок окиснення, втім числі гниття, горіння, дихання, поновлюється виділенням кисню рослинами під час фотосинтезу. Фотосинтез вищих рослин і водоростей — єдине джерело атмосферного кисню O<sub>2</sub>.

Рослинний покрив Землі щороку виділяє в атмосферу 5 · 10<sup>11</sup> т кисню. Проте цієї кількості достатньо тільки для компенсування його природної витрати. Ось чому так важливо зберігати й поширювати зелені насадження. Завдяки їм у природі постійно відбувається кругообіг Оксигену (мал. 78, с. 99). До того ж зелені насадження не



Мал. 76. Схема ацетилено-кислого пальника для зварювання металів

За добу людина споживає 4 м<sup>3</sup> кисню

Джерелом кисню, який виділяється в атмосферу в результаті фотосинтезу, є вода





Мал. 71. Застосування кисню



Мал. 78. Кругообіг Оксигену в природі

тільки збагачують повітря киснем, а й сприяють очищенню його від вуглекислого газу та інших забрудників, затримують пил, знижують рівень шуму, що особливо важливо для великих міст.

### Завдання для самоконтролю

1. На підставі мал. 77 поясни, яке застосування знаходить кисень. На яких властивостях кисню воно ґрунтується?
2. Кисень безперервно споживається з атмосфери як живими істотами, так і підприємствами різних галузей промисловості, а вміст його в повітрі залишається практично незмінним. Як саме в атмосфері поновлюється кисень?

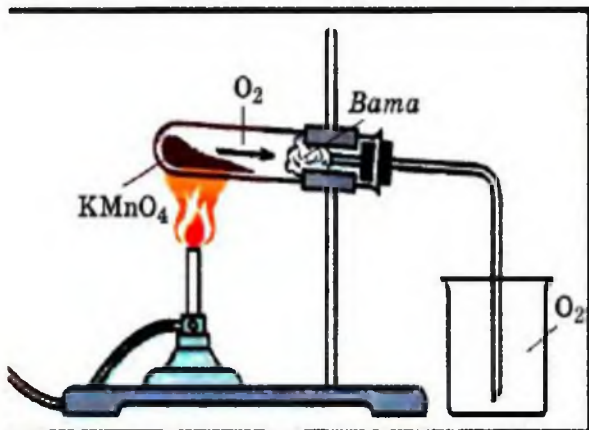
### Додаткові завдання

- 3\*. Для поповнення запасів кисню в повітрі велике значення мають одноклітинні зелені водорості. Як впливає на їхню життєдіяльність поява на поверхні води нафтової плівки?
- 4\*. Обчисли масу кисню, який поглинає людина в спокійному стані за добу.

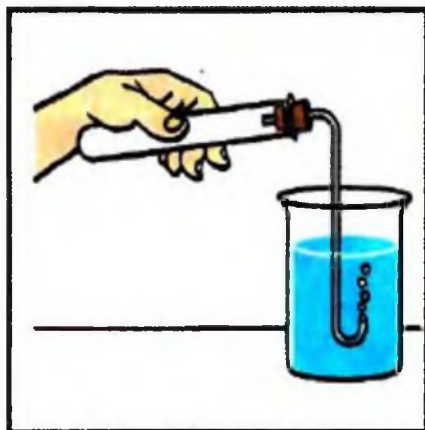
## ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

### Добування кисню в лабораторії та вивчення його властивостей

Склади прилад, як показано на мал. 79, і перевір його на герметичність (мал. 80). У суху пробірку всип приблизно на  $1/4$  її місткості калій перманганат  $KMnO_4$  і поклади біля отвору пробірки пухкий змугтик вати.



Мал. 79. Прилад для добування кисню в лабораторії



Мал. 80. Перевірка приладу на герметичність

Закрий пробірку пробкою з газовідвідною трубкою. Закріпи пробірку в тримачі штатива так, щоб кінець газовідвідної трубки майже торкався дна стакана чи циліндра, в якому збиратиметься кисень.

Прогрій спочатку всю пробірку, а потім тільки ту частину, де міститься калій перманганат. Починай нагрівати пробірку з дна, потім переміщуй полум'я під ту частину, де калій перманганат ще не розклався. Досліди його властивості.

Повноту заповнення стакана (циліндра) киснем перевіряй тліючою скіпкою. Як тільки посудина наповниться киснем, накрій її картоном або скляною пластинкою.

Напиши рівняння реакцій: а) розкладу калій перманганату під дією нагрівання; б) взаємодії вуглецю з киснем (спалювання тліючої скіпки).



*Подумай і спробуй відповісти (усно):*

1. З якою метою біля пробки треба класти пухкий жмутик вати?
2. Чому вата не повинна торкатися калій перманганату?
3. На якій властивості кисню ґрунтується спосіб збирання його методом витіснення повітря?
4. Пригадай, який ти знаєш іще спосіб збирання кисню? Яку властивість кисню він засвідчує?
5. Якого типу реакція лежить в основі добування кисню в лабораторії?
6. Зроби висновок про фізичні й хімічні властивості кисню.

## §15

### ФЕРУМ. ЗАЛІЗО

*Тобі треба*

*розуміти: фізіологічну дію Феруму на організм людини;*

*уміти: характеризувати фізичні й хімічні властивості заліза; складати рівняння відповідних реакцій.*

Хімічний символ елемента Феруму — Fe.

Відносна атомна маса,  $A_r(\text{Fe}) = 56$ .

Валентність Феруму в сполуках — 2 і 3.

Хімічна формула простої речовини заліза — Fe.

Відносна формульна маса заліза,  $M_r(\text{Fe}) = 56$ .

- Знайди елемент Ферум у періодичній системі хімічних елементів і опиши місце, яке він займає.

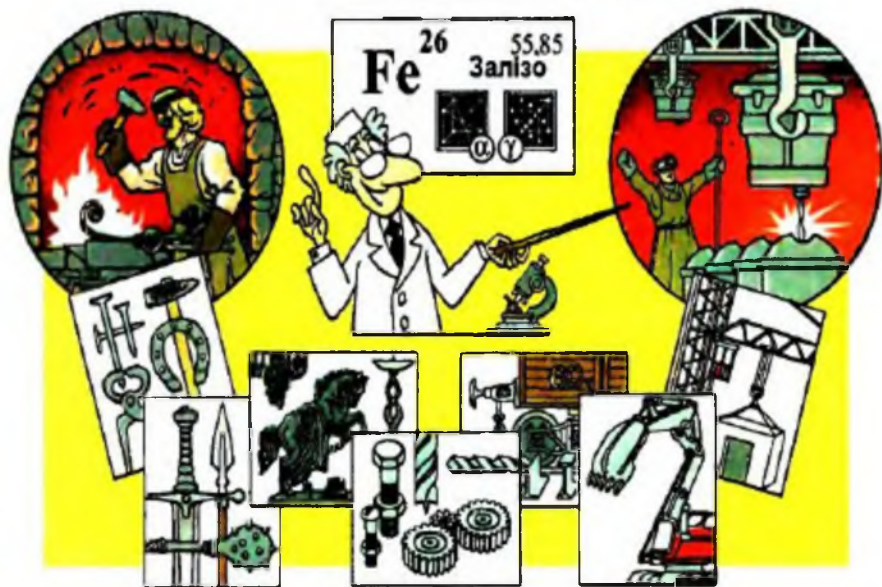
**Історична довідка.** Поки що не вдалося з'ясувати, коли, як і де вперше почали добувати залізо. Перші зразки заліза, що потрапили до рук людини, були не земного, космічного походження. Це засвідчує той факт, що стародавні мешканці Гренландії, які не мали жодної уяви про залізну руду, користувалися виробами із заліза. Алхіміки позначали елемент Ферум у вигляді списа й



Мал. 81. Символ Феруму (XVII)

До складу крові деяких червів входить двовалентний Ферум. Тому копії їх крові — зелений

щита — характерних атрибутів бога війни Марса (мал. 81). Минуло сотні й тисячі років, перш ніж людина навчилася добувати залізо з руди. З того часу почалася епоха заліза, що триває й досі.



**Фізіологічна дія.** У тваринних організмах тривалентний елемент Ферум входить до складу найголовнішого білка крові, червоного пігменту — гемоглобіну, який обумовлює колір крові. Гемоглобін переносить кисень від органів дихання до різних тканин, а вуглекислий газ  $\text{CO}_2$  — від тканин до органів дихання. Ферум є складовою багатьох ферментів, які забезпечують процеси тканинного дихання. Ферум — необхідний елемент для кровотворення.

До організму людини Ферум надходить у складі харчових продуктів. Багато його в яблуках, салаті, шпинаті, ржаному хлібі, гречаній круці, абрикосах (мал. 82). Лікарські препарати Феруму застосовують для лікування анемії.



Мал. 82. Харчові продукти, багаті на Ферум

**Фізичні властивості заліза.** Чисте залізо — це сріблясто-білий блискучий метал, тугоплавкий ( $t_{\text{пл.}} 1535\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), доволі м'який і пластичний, тому легко обробляється: кується, прокатується, штампується. Густина заліза становить  $7,87\text{ г/см}^3$ . Залізо має здатність намагнічуватися і розмагнічуватися.

**Хімічні властивості.** Залізо — метал помірної хімічної активності. Особливо чисте залізо доволі стійке в сухому повітрі. Проте одержати чисте залізо надто важко. Разом з тим відоме одне з чудес світу — стародавня колона з хімічно чистого заліза в Делі (Індія) (мал. 83). Вона заввишки 7 м і масою 6 т. Дослідники колони не виявили на ній жодних впливів вологого й теплого клімату Індії, жодних слідів іржавіння, хоча встановлена вона, як свідчить напис на ній, у IX ст. до н. е. З тих пір минуло 2800 років, а іржі немає. Це залишається загадкою й сьогодні.

Залізо взаємодіє з багатьома неметалами: киснем, сіркою тощо.

#### **Дослід 1. Взаємодія з киснем**

- Пригадай, як виконували цей дослід, коли вивчали кисень.

До скрученої в спіраль тонкої дротини прикріплюємо половину сірника, запалюємо його й опускаємо в банку, заповнену киснем, на дні якої насипано пісок. Трісочка яскраво розгоряється, зрештою займається й дротина. Залізо горить, розкидаючи в усі боки яскраві іскри — частинки залізної ожарини  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (мал. 69). Вони падають на дно банки і частково осідають на її стінках у вигляді бурого нальоту (див. § 13).

- Склади рівняння реакції, яку спостерігаєш.
- Поясни, що спільного і чим відрізняється дослід на мал. 84.



Мал. 83. Колона з чистого заліза в Делі (IX ст. до н. е.)



Мал. 84. Горіння заліза в кисні



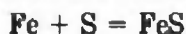


Мал. 85. Утворення ферум(II) сульфїду

На повітрі під впливом вологи і кисню залізо легко вкривається іржею, яка не захищає його від подальшого окиснення. Тому поступово залізо окиснюється по всій масі металу.

### Дослід 2. Взаємодія з сіркою

У порцеляновій ступці змішуємо порошок сірки масою 2 г і порошок заліза масою 3,5 г. Суміш всипаємо в пробірку і добре нагріваємо її трохи вище дна. Коли стане помітним, що маса починає розжарюватися, припиняємо нагрівання пробірки. Реакція сиолучення заліза і сірки далі енергійно перебігатиме сама (чому?):



Утворився ферум(II) сульфід. Після охолодження розбиваємо пробірку, аби дістати продукт реакції (мал. 85).

## КОРОТКІ ВИСНОВКИ

Елемент Ферум має велике значення у життєдіяльності живих організмів, оскільки є кровотворним елементом, входить до складу гемоглобіну крові.

Елемент Ферум утворює просту речовину — залізо. Хімічно чисте залізо має унікальні властивості — не іржавіє і намагнічується в магнітному полі. Воно являє собою сріблясто-білий м'який метал із характерним блиском, тугоплавкий, важкий. Залізо взаємодіє з киснем, сіркою та іншими неметалами, проявляючи при цьому валентність 2 і 3.

### Завдання для самоконтролю

1. опиши біологічну роль хімічного елемента Феруму.
2. Схарактеризуй фізичні властивості заліза.
3. Поясни хімічні властивості заліза, які тобі відомі, й склади рівняння відповідних реакцій.
4. Порівняй оксиди Феруму  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  і  $\text{FeO}$  за складом і вмістом Феруму. В якому з них масова частка Феруму більша?

*Тобі треба*

*вміти: описувати поширеність Феруму в природі;  
наводити приклади застосування заліза;  
оцінювати наслідки іржавіння заліза.*

**Поширення Феруму в природі.** Хімічний елемент Ферум є всюди: в живій природі, морській воді, на дні океану, в землі, у космосі. За поширенням у природі Ферум посідає четверте місце (4,65 % за масою) після Оксигену O, Силіцію Si, Алюмінію Al.

Елемент Ферум входить до складу крові людини і тварин. Він накопичується в печінці, кістковому мозку, в селезінці.

У рослин Ферум входить до складу протоплазми клітин і сприяє внутріклітинному диханню, а також утворенню хлорофілу.

Сполуки Феруму є в морській воді. На дні океанів трапляються природні поклади, багаті на Ферум (і Манган Mn).

Чисте залізо в природі зустрічається дуже рідко, але його інколи знаходять у вигляді самородків. Це — метеоритне залізо. З космосу на Землю падають метеорити, які можна бачити на нічному небі як «падаючі зірки». Вони збагачують Землю залізом та іншими речовинами, оскільки залізні метеорити містять домішки нікелю і кобальту.

У зв'язаному стані елемент Ферум входить до складу гірських порід.

Гірські породи, з яких економічно вигідно добувати метал, називаються рудами.

В організмі дорослої людини міститься 4—5 г Феруму, з них 6 у крові

Щоденно на Землю з глибини його простору падає майже 6 т речовин, в основному — іритний пил. Бувають і великі теорити

Найбільшим родовищем залізних руд в Україні є Криворізький сєйн



Мал. 86. Стальний міст



Мал. 87. Трактор



Мал. 88. Космічний корабель

Найважливіші залізні руди — це:

магнітний залізняк	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ ;
червоний залізняк	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;
бурий залізняк	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;
шпатовий залізняк	$\text{FeCO}_3$ .

**Застосування заліза.** У хімічній промисловості залізо використовують як каталізатор у багатьох синтезах, у медицині — як засіб проти недокрів'я. В електротехніці — як матеріал для осердя електромагнітів та якорів електромашин, для пластин акумуляторів.

Не менш важливе значення для промисловості мають сполуки Феруму та сплави заліза — чавун і сталь. У наш час саме вони становлять основу сучасної техніки і сільськогосподарського машинобудування, транспорту і засобів зв'язку, космічних кораблів і взагалі всієї сучасної промисловості й цивілізації. Адже більшість виробів, починаючи від швацької голки і закінчуючи космічним апаратом, не може бути виготовлено без застосування заліза.

Проте всі вироби із заліза та його сплавів з часом зазнають руйнування, іржавіють. Відомо, що приблизно одна четверта частина заліза, що виплавляється, іде на компенсацію зруйнованого заліза. Внаслідок хімічної взаємодії з навколишнім середовищем (кисень повітря, волога тощо) металеві промислові споруди, сільськогосподарські машини, транспортні засоби, трубопроводи, корпуси кораблів, особливо апарати хімічної промисловості завчасно зношуються, руйнуються, стають непридатними.

Втрати суспільного господарства від руйнування металевих конструкцій і виробів обчислюються в цілому мільярдами гривень



щорічно. Тому стоїть завдання запобігати цьому явищу. Це дасть змогу зберігати ресурси металів, адже запаси їх обмежені.

---

## **КОРОТКІ ВИСНОВКИ**

Хімічний елемент Ферум доволі поширений в природі, посідає четверте місце після Оксигену, Силіцію й Алюмінію. У природі Ферум трапляється у вільному стані — самородн залізо (дуже рідко) та у зв'язаному стані — входить до склад різних сполук, в основному гірських порід, окремі з них залізними рудами.

Залізо та його сплави знаходять широке застосування різних галузях суспільного виробництва.

---

### **Завдання для самоконтролю**

1. Опиши поширення Феруму в природі.
2. Поясни, як ти розумієш поняття «руда», назви важливі залізні руди.
3. Що тобі відомо про застосування заліза?
4. Вислови своє судження про наслідки іржавіння металевих конструкцій і виробів.
5. На підставі свого життєвого досвіду вислови думку про те, якими можуть бути засоби захисту металів від іржавіння.

- § 3 5. (в).
- § 4 6. (б), (г).  
7. (б), (в).
- § 6 8.  $\approx$  у 16 разів.
- § 9 2. 342.  
3. (г).  
4.  $W(\text{Fe}) = 47 \%$ .  
6.  $m(\text{Fe}) = 0,98 \text{ т}$ .  
7. (в).  
8. (а).  
9. (а).  
10. К — Калій.  
11.  $\text{CH}_4$ .  
12.  $\text{CaCO}_3$ .
- § 10 6. (г).
- § 11 7.  $m(\text{BaCl}_2) = 416 \text{ г}$ .  
8.  $m(\text{O}_2) = 0,31 \text{ г}$ .
- § 12 7.  $W(\text{O}) = 0,4$ .
- § 13 9.  $m(\text{Zn}) = 260 \text{ кг}$ .  
10.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .  
11. Al.
- § 14 4.  $m(\text{O}_2) = 5,7 \text{ кг}$ .

**Алгоритм** (лат. *algorithmus*) — набір правил, що показують, які операції і в якій послідовності треба здійснювати, щоб дістати результат. Походить від імені узбецького математика IX ст. Аль-Хорезмі.

**Анаероби** — організми, здатні жити без вільного кисню. Наприклад, деякі види бактерій, деякі черви й моллюски.

**Античний** (від лат. *antiquus* — давній) — той, що належить до греко-римського періоду стародавньої історії і культури.

**Асиміляція** (лат. *assimilatio* — уподібнення) — процес переробки й засвоєння організмом речовин, що надходять до нього з навколишнього середовища.

**Баланс** (від фр. *balance* — терези) — рівновага, врівноважування.

**Бінарний** (від лат. *binarius*) — подвійний, двоїстий.

**Версія** (фр. *version*, від лат. *verso* — тлумачу) — одне з кількох, відмінних одне від одного, пояснень якого-небудь факту, події.

**Дезінфекція** — знезаражування, тобто заходи, спрямовані на знищення збудників інфекційних захворювань людини і тварин.

**Дисципліна** (від лат. *disciplina* — вчення, виховання) — 1) окрема галузь наукового знання, навчальний предмет; 2) обов'язковий порядок поведінки членів колективу, громадян.

**Земна кора** — верхня оболонка «твердої» Землі.

**Експеримент** (лат. *experimentum* — випробовую) — одні з основних методів дослідження явищ відбуваються за допомогою доцільно вибраних штучно створених умов.

**Емпіричний** (від гр. *εμπειρικός* — досвід) — заснований на досвіді, ґрунтований із досвіду.

**Епіграф** (від гр. *επιγραφή* — завок, напис) — цитата, крилаті слова, вміщені перед текстом або його розділами. Визначає основну ідею чи тему твору або характеризує його нібито від імені іншої, рідкіснішої особи (джерела).

**Інтенсифікація** (фр. *intensification*) — посилення, збільшення продуктивності, продуктивності виробництва.

**Інтерпретація** (від лат. *interpretatio* — тлумачення, пояснення) — розкриття змісту чого-небудь.

**Класифікація** (від лат. *classificatio* — розряд і ... *factio* — роблю) — поділ будь-яких об'єктів за спільними ознаками з утворенням певної системи класів даної сукупності.

**Компонент** (від лат. *compositio* — складові частини) — той, що складає складову, елемент чогось.

**Конденсація** (від лат. *condensatio* — згущення, ущільнення) — перехід речовини із газуватого стану в рідинний чи кристалічний унаслідок охолодження або стиснення.

**Кругообіг** — процес, що завершується поверненням до вихідного стану й первісної форми.



**Літосфера** — верхня тверда оболонка земної кулі. До її складу входить земна кора та верхня частина мантиї Землі — оболонки, що лежить між земною корою і ядром.

**Метод** (від гр. *μεθοδος* — шлях дослідження, теорія, вчення) — спосіб досягнення будь-якої мети, розв'язання конкретної задачі; сукупність прийомів, операцій практичного чи теоретичного освоєння дійсності.

**Пізнання** — осягнення розумом закономірностей об'єктивного світу; взаємодія суб'єкта й об'єкта, результатом якої є нове знання про світ.

**Світовий океан** — безперервна водяна оболонка Землі, що оточує береги й острови та характеризується спільністю солевого складу.

**Система** (від гр. *συστημα* — ціле, складене з частин) — сукупність елементів, які перебувають у певних від-

ношеннях і зв'язках один з одним і утворюють певну цілісність, єдність.

**Стандартні умови** — це фізичні умови, що визначаються тиском в 1 атм (100 кПа) і температурою  $T = -298,15$  К, або  $t = 25$  °С.

**Форзац** (від нім. *vorsatz*) — подвійний аркуш паперу, яким книжковий блок з'єднують з палітуркою.

**Формальний** (від лат. *formalis*) — вчинений за прийнятим порядком, без урахування реального змісту.

**Фотосинтез** — процес утворення зеленими рослинами (і деякими бактеріями) органічних речовин із вуглекислого газу й води за допомогою енергії сонячного світла, яку в рослині поглинає пігмент хлорофіл. Майже 7 % органічних продуктів фотосинтезу людина вживає з їжею, використовує як корм для тварин, як паливо і будівельні матеріали.

### Іменний покажчик

Берцеліус Й. Я.

Бойль Р.

Вернадський В. І.

Лавуазьє А.

Ломоносов М. В.

Менделєєв Д. І.

Прістлі Дж.

Семенов М. М.

Шеєле К.

# Предметний покажчик

**А**  
Агрегатний стан  
Алотропія  
Алотропні форми  
Ареометр  
Атом

**В**  
Відносна  
— атомна маса  
— молекулярна маса  
Властивості  
— фізичні  
— хімічні

**Г**  
Горіння  
— умови виникнення  
й припинення

**Е**  
Елемент хімічний

**З**  
Закон  
— збереження маси  
Залізна ожарина  
Залізні руди  
Залізо

**І**  
Індекс

**Й**  
Йон

**К**  
Каталізатор  
Кисень  
Класифікація  
— речовин  
— хімічних елементів  
Коефіцієнт  
Кругообіг Оксигену

**М**  
Масова частка  
Маса елемента  
Матеріал  
Молекула

**О**  
Ознаки хімічних реакцій  
Окиснення  
— повільне  
Оксид

**Р**  
Реагент  
Реакція хімічна  
— екзотермічна  
— ендотермічна  
— розкладу  
— сполучення  
Речовина  
— проста  
— складна  
Рівняння хімічне

**С**  
Сполуки бінарні  
Суміш

**У**  
Умови виникнення  
і перебігу реакцій

**Ф**  
Ферум  
Формула хімічна  
Формульна маса

**Я**  
Явище  
— фізичне  
— хімічне

## ЗМІНЮВАННЯ ЗАБАРВЛЕННЯ ІНДИКАТОРІВ У РОЗЧИНАХ КИСЛОТ І ЛУГІВ

Індикатори	Колір індикатора в середовищі		
	нейтральному	кислому	лужному
<b>ЛАКМУС</b>	<b>Фіолетовий</b>	<b>Червоний</b>	<b>Синій</b>
<b>ФЕНОЛ-ФТАЛЕЇН</b>	<b>Безбарвний</b>	<b>Безбарвний</b>	<b>Малиновий</b>
<b>МЕТИЛОВИЙ ОРАНЖЕВИЙ</b>	<b>Оранжевий</b>	<b>Рожевий</b>	<b>Жовтий</b>

## ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ ДЕЯКИМИ ФІЗИЧНИМИ ВЕЛИЧИНАМИ

Фізична величина	Позначення	Рівняння для визначення фізичної величини	Одиниця
Молярна маса	$M$	$M = \frac{m}{n}$ ; $M = 2D_{H_2}$	кг/моль, г/моль, 1 г/моль = $10^{-3}$ кг/моль
Маса речовини	$m$	$m = \nu\rho$ ; $m = Mn$	кг, г
Кількість речовини	$n$	$n = \frac{m}{M}$ ; $n = \frac{V}{V_m}$ ; $n = \frac{N}{N_A}$	моль
Об'єм газу	$V$	$V = \frac{m}{\rho}$ ; $V = V_m n$	м <sup>3</sup> , л
Молярний об'єм	$V_m$	$V_m = \frac{V}{n}$ ; $V_m = \frac{M}{\rho}$	м <sup>3</sup> /моль, л/моль
Густина	$\rho$	$\rho = \frac{m}{V}$ ; $\rho = \frac{M}{V_m}$ (для газів)	кг/м <sup>3</sup> , г/см <sup>3</sup> , г/л, г/мл
Відносна густина газів	$D$	$D = \frac{\rho_1}{\rho_2}$ ; $D = \frac{M_1}{M_2}$	—