

ПАВЛО ПОПЕЛЬ, ЛЮДМИЛА КРИКЛЯ

Хімія

ПІДРУЧНИК

Початкові
хімічні
поняття

Атом
Молекула
Хімічний
елемент

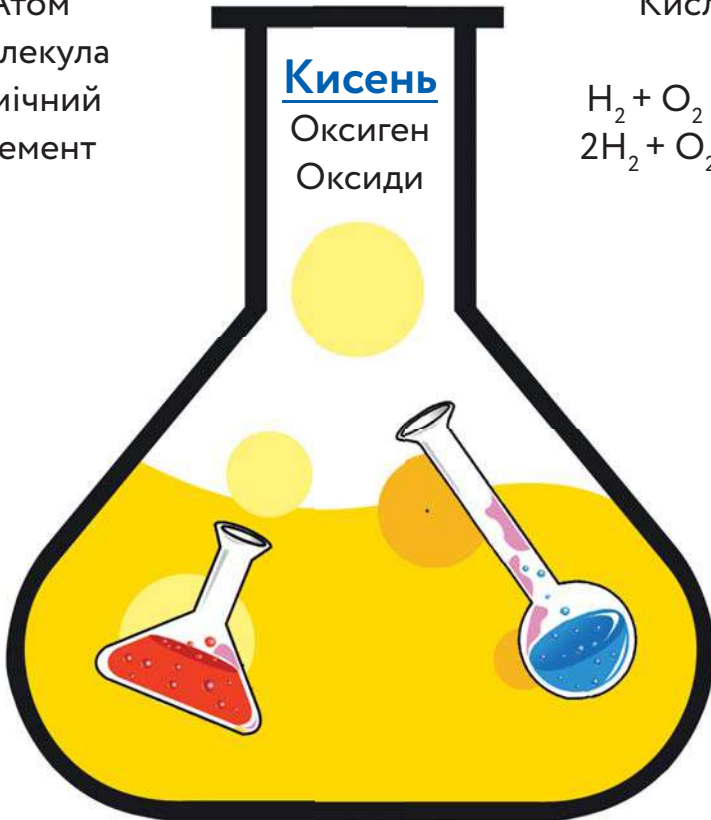
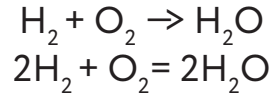
7
КЛАС

Вода

Розчини
Основи
Кислоти

Кисень

Оксиген
Оксиди



УДК 546(075.3)
П57

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

(Лист № 1/11-3646 від 02.06.2020)

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Попель П.

П57 Хімія : підруч. для 7 кл. закл. заг. серед. освіти / Павло Попель, Людмила Крикля. — 2-ге вид., переробл. — Київ : ВЦ «Академія», 2020. — 216 с. : іл.

ISBN 978-966-580-604-2

Підручник підготовлено за навчальною програмою з хімії для 7—9 класів закладів загальної середньої освіти. Він містить матеріал із розділів «Початкові хімічні поняття», «Кисень», «Вода», практичні роботи, лабораторні досліди, вправи, задачі, завдання для домашнього експерименту, додатковий матеріал для допитливих, а також словник хімічних термінів, предметний покажчик, список літератури для учнів і перелік інтернет-сайтів із цікавим матеріалом з хімії.

УДК 546(075.3)

ISBN 978-966-580-604-2

© Попель П. П., Крикля Л. С.,
1-ше видання, 2015
© Попель П. П., Крикля Л. С.,
2-ге видання, перероблене, 2020
© Штогрин В. М., дизайн-концепція,
палітурка, 2020

Шановні семикласники!

У цьому навчальному році ви розпочинаєте вивчати надзвичайно цікавий предмет — хімію. Учені-хіміки досліджують багато різних речовин, визначають їхній склад, властивості, здійснюють перетворення одних речовин на інші. Вони беруть участь у створенні матеріалів різноманітного призначення, ліків, косметичних засобів, удосконалюють виробництво металів і сплавів, добрив, переробку корисних копалин, промислових і побутових відходів. Людство використовує досягнення хімічної науки для поліпшення умов життя, збереження природи для майбутніх поколінь. Ми вже не можемо обійтися без знань, які надає ця наука.

Хімія розкриває свої таємниці всім, хто цікавиться нею, прагне зрозуміти будову речовин, їх здатність перетворюватися на інші речовини. Ця наука має свої закони, логіку, мову.

Ви навчитеся спостерігати за речовинами під час хімічних дослідів, зіставляти побачене і почуте на уроці з прочитаним у підручнику, робити висновки. Хімія допоможе вам набути навичок експериментування, сприятиме розширенню світогляду. Багато з того, про що дізнаєтесь під час уроків, знадобиться вам у житті.

Як вивчати хімію

Перша порада. Наполегливо працюйте на уроці, уважно слухайте розповідь учителя, спостерігайте за дослідями, які він показує вам і які ви здійснюєте в хімічному кабінеті; намагайтеся все зрозуміти.

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

Третя порада. Учїться досліджувати речовини. У цьому вам допоможуть домашні експерименти. Спосіб і послїдовність їх виконання описано в підручнику. Здїснюйте ці дослїди з дозволу батьків.

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

Як користуватися підручником

На початку кожного параграфу вказано, наскільки важливим і потрібним є розміщений у ньому матеріал, а наприкінці параграфів сформульовано висновки. У підручнику, крім основного тексту, є й допоміжний; його подано похилим шрифтом і виокремлено кольоровою вертикальною лінією. Додаткову інформацію і цікаві факти розміщено на полях. Основні означення виділено кольором, а нові терміни, важливі твердження і слова з логічним наголосом — курсивом. Текст до лабораторних дослїдів і практичних робіт подано на кольоровому тлі.

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

Ми прагнули створити підручник, за яким вам буде легко й цікаво навчатися. Сподїваємося, ви полюбите хїмію. Щиро бажаємо вам успіхів.

Автори

Вступ

1 Хімія — природнича наука

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, чому хімію вважають природничою наукою;
- усвідомити зв'язок хімії з іншими науками;
- дізнатися про внесок хіміків у розвиток людства;
- зрозуміти, навіщо потрібно вивчати хімію.

Слово «хімія» має кілька значень. Хімією називають одну з наук, а також навчальний предмет у школі, університеті. Іноді це слово вживають як скорочену назву хімічної промисловості.

Хімія — природнича наука. На уроках природознавства ви дізналися, що існує кілька наук про природу. Серед них є й хімія.

Хімія — наука про речовини та їх перетворення.

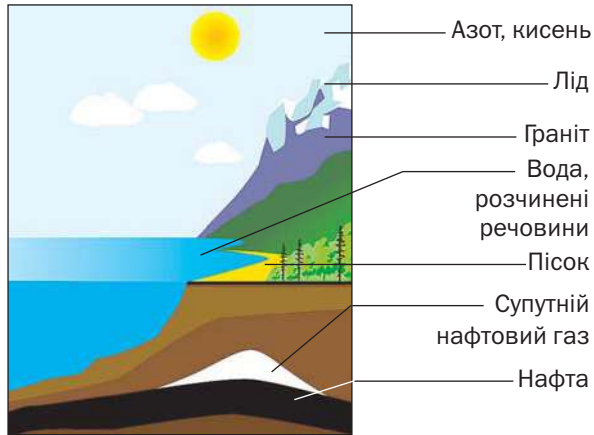
У різні часи вчені здійснювали багато експериментів із речовинами і намагалися зрозуміти явища, які спостерігали. Вони висували різні гіпотези, створювали теорії, які перевіряли під час нових дослідів.

Нині, вивчаючи речовини — як природні, так і добуті в лабораторіях, — хіміки визна-

чають їхній склад і внутрішню будову, досліджують властивості, пропонують сфери їх використання. Завдяки досягненням учених розвиваються промисловість, техніка, медицина, зростає рівень життя людей.

Речовини та їх перетворення в навколишньому світі. Речовини є всюди — в повітрі, природній воді, ґрунті, живих організмах (мал. 1). Вони поширені не лише на Землі, а й на інших планетах.

Мал. 1.
Речовини
та їх
суміші
в природі



У природі кожної миті відбуваються перетворення речовин. Так, живі істоти при диханні споживають частину кисню, що є в повітрі, а видихають повітря з підвищеним вмістом вуглекислого газу. Цей газ виділяється під час пожеж, гниття і розкладання решток рослин, тварин. Зелене листя вбирає вуглекислий газ і воду, які перетворюються в рослинах на органічні речовини та кисень, що надходить в атмосферу. У надрах планети протягом мільйонів років утворювалися різні мінерали, нафта, природний газ, вугілля. Безліч хімічних процесів відбувається в річках, морях і океанах.

Людина щодня здійснює перетворення речовин, навіть не здогадуючись про це.

Мило, яким миємо руки, при розчиненні у воді перетворюється на речовини, що виявляють мийну дію. Зубна паста нейтралізує рештки кислот у роті. Під час приготування їжі з одних речовин утворюються інші, з новим смаком, кольором, запахом. Харчова сода, додана в борошно, при нагріванні виділяє вуглекислий газ, який розпушує тісто. Оцтом можна видалити накип у чайнику, а соком лимона — вивести деякі плями на одязі. Ці та інші явища пояснює наука хімія.

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

Схема 1

Зв'язок хімії з іншими природничими науками



Перетворення одних речовин на інші супроводжуються різними фізичними явищами, наприклад виділенням чи поглинанням теплоти. Тому хімікам потрібно добре знати фізику. Учений-біолог, не обізнаний із законами хімії, не зможе зрозуміти і пояснити перетворення речовин, які відбуваються в живих організмах. Хімічні знання необхідні й геологу. Застосовуючи їх, він

успішно здійснюватиме пошук корисних копалин. Лікар, фармацевт, косметолог, металург, кулінар, люди багатьох інших професій не досягнуть високої майстерності, якщо не матимуть відповідної хімічної підготовки.

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

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

Тисячоліттями люди жили в гармонії з природою. Але останнім часом ситуація погіршилася. Навколишнє середовище дедалі більше забруднюється виробничими та побутовими відходами. Внесення на поля надмірної кількості добрив, потрапляння вихлопних газів із двигунів автомобілів у повітря, шкідливих речовин із виробництва у водойми і ґрунт призводять до знищення рослин, загибелі тварин, погіршення здоров'я людей. Серйозну загрозу для всього живого становить хімічна зброя — особливі, надзвичайно отруйні речовини. Знищення запасів такої зброї потребує чималих зусиль, коштів і часу. У подоланні усіх цих проблем беруть участь хіміки.

Взаємини людини і природи вивчає наука екологія¹. Головне завдання вчених-екологів — захист навколишнього середовища від забруднень. Збереження природи залежить

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

і від дбайливого ставлення до неї кожної людини, розуміння процесів, які відбуваються при потраплянні різних речовин у довкілля.

Хімічна промисловість. На хімічних заводах здійснюють переробку різної природної сировини і добувають багато речовин. Продукти хімічних виробництв необхідні людям для забезпечення належного рівня життя (схема 2).

Схема 2

Досягнення хімії — людині



Синтетичні
волокна



Будівельні
матеріали



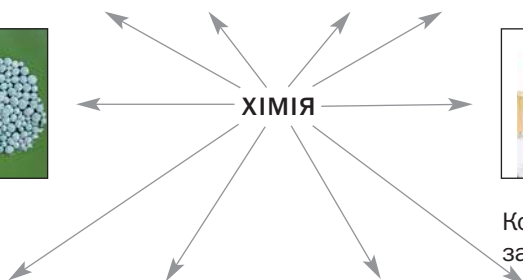
Матеріали для
космічної техніки



Полімерні
матеріали



Мінеральні
добрива



Косметичні
засоби



Нафтопродукти



Метали



Побутові
хімічні засоби



Медичні
препарати

Ще в середині XVIII ст., у період становлення науки хімії, видатний російський учений Михайло Ломоносов писав: «Широко простягає хімія руки свої у справи

людські... Куди не поглянемо, скрізь постають перед очима нашими успіхи її старанності». У наш час слова вченого набули особливої актуальності.

Хімія — навчальний предмет. Хімія, як фізика і математика, є фундаментальною наукою. Тому предмет «хімія» — невід’ємний складник освіти (мал. 2).



Мал. 2.
Експеримент
у навчальній
хімічній
лабораторії

Хімічні знання необхідні для розуміння процесів, які відбуваються з речовинами в навколишній природі, надрах планети, живих організмах. Нестача цих знань може призвести до негативних наслідків при використанні речовин.

ВИСНОВКИ

Хімія — наука про речовини та їх перетворення, одна із природничих наук. Вона перебуває в тісних зв’язках із фізикою, біологією, математикою. Хімією також називають навчальний предмет.

Внесок хімічної науки в розвиток цивілізації неупинно зростає. Досягнення учених-хіміків впроваджують у промисловість, техніку, медицину.

Одним із найважливіших завдань людства є збереження природи, запобігання її забрудненню. Успішно виконувати його допомагають хімічні знання.



1. Наведіть визначення науки хімії та прокоментуйте його.
2. Знайдіть відповідність (запишіть номер кожного речення, а потім — літеру *a*, *b* чи *v* із відповідним значенням слова «хімія»):

Речення

Значення слова «хімія»

- | | |
|---|--------------------------|
| 1) хімія, як і фізика, має свої закони; | а) навчальний предмет; |
| 2) світова продукція хімії — сотні мільйонів тонн різних речовин; | б) галузь промисловості; |
| 3) хімію викладають в усіх країнах світу; | в) наука. |
3. Наведіть приклади перетворень речовин, про які не згадано в параграфі.
 4. Назвіть кілька речовин, які не існують у природі, а добуті людиною і використовуються в повсякденному житті.
 5. Прокоментуйте вивіску «Побутова хімія» в супермаркеті.
 6. Що ви знаєте про забруднення довкілля речовинами промислового походження?

2

Як виникла і розвивалася наука хімія

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, як інтерес людей до речовин та їх перетворень сприяв формуванню науки хімії;
- дізнатися про здобутки вчених-хіміків.

Хімія — давня і водночас молода наука. Правильні уявлення про склад речовин, їх

внутрішню будову та перетворення склали-ся лише в останні півтора-два століття.

Зародження науки хімії. Люди з давніх-давен несвідомо здійснювали численні перетворення речовин. Навчившись добувати вогонь, вони спалювали деревину для обігрівання житла, приготування їжі. Виготовляючи вино, людина використовувала процес бродіння, завдяки якому виноградний цукор перетворювався на спирт. На подібному процесі ґрунтувалося пивоваріння. Пізніше було винайдено способи добування металів із руд, створено виробництва скла, порцеляни, паперу, пороху, цегли.

Дослідники вважають, що хімія як ремесло виникла задовго до початку нашої ери в Давньому Єгипті (мал. 3). Слово «хімія» пов'язують із першою назвою цієї країни — Кемет¹. У Єгипті набули розвитку металурґія, керамічне виробництво, парфумерія, фарбування тканин, виготовлення ліків. Багато таємниць, пов'язаних із перетвореннями речовин, знали лише жерці.

Мал. 3.
Хімічні
ремесла
в Давньому
Єгипті:
а — складуви;
б — витвір
гончарів;
в — бальза-
мування;
г — добування
металів



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

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

У давніх арабських країнах хімію називали алхімією («ал» — широковживаний арабський префікс). Там почали розвиватися споріднені з цією наукою мінералогія, аптечна справа, а також різноманітні виробництва — паростки сучасної хімічної технології.

У середньовіччі алхімія поширилася в Європу. Чимало творів арабських і грецьких учених, філософів було перекладено латинською мовою. Намагаючись добути «філософський камінь», що перетворював би будь-який метал на золото, запобігав старінню людини, оберігав її від хвороб, алхіміки проводили безліч дослідів (мал. 4). Вони добули багато речовин, розробляли методи їх розділення й очищення, вивчали властивості. Їм належать численні, часто випадкові, відкриття. Алхіміки також виготовляли різні види лабораторного посуду та обладнання.

Кожна наука стає справжньою, коли відкривають її закони, а на підставі здобутих знань створюють теорії. Перші теорії пере-

Мал. 4.
Експерименти
європейських
алхіміків



творень речовин виникли в Європі в другій половині XVII ст., але виявилися помилковими. У XVIII ст. було відкрито *закон збереження маси речовин під час хімічної реакції*¹ (див. § 21). Це дало поштовх стрімкому розвитку науки хімії.

Сучасна хімія. Нині хімія має міцний теоретичний фундамент. Спираючись на нього, вчені прогнозують існування ще невідомих речовин із властивостями, необхідними для застосування на практиці, й успішно здійснюють їх добування.

Завдяки новим речовинам, які витримують високі температури, глибокий вакуум, мають унікальні властивості, люди навчилися використовувати атомну енергію, створили комп'ютер, удосконалюють засоби зв'язку, досліджують планети та космічний простір. Зростає застосування полімерних матеріалів замість деревини, скла, металів. Науковці створюють медичні препарати, які допомагають перемагати хвороби.

Учені не лише вивчають речовини та їхні перетворення, а й виявляють причини і закономірності цих явищ, досліджують їх залежність від температури, тиску, інших чинників. Вони оптимізують методи переробки природної сировини — нафти, вугілля, природного газу, металічних руд, щоб добувати максимальну кількість потрібних речовин із найменшими витратами.

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

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

Цікаво знати

Першу Нобелівську премію з хімії отримав у 1901 р. голландський хімік Я.-Г. Вант-Гофф за дослідження розчинів.

¹Так називають перетворення одних речовин на інші.

Мал. 5.
Хімічна
лабораторія



Багато наших співвітчизників обрали життєвий шлях, пов'язаний з хімічною наукою. Вони працюють в університетах, науково-дослідних інститутах Національної академії наук, галузевих лабораторіях.

Українські хіміки збагатили теоретичну та експериментальну хімію, добули десятки тисяч нових речовин, розробили сотні методів хімічного аналізу речовин, винайшли багато матеріалів із корисними властивостями. Результати їх досліджень успішно впроваджуються в різні сфери діяльності людей.

ВИСНОВКИ

Становлення хімії відбувалося протягом кількох тисяч років.

Хімію як фундаментальну науку започаткувало відкриття закону збереження маси речовин під час їх перетворень.

Сучасна хімічна наука має міцну теоретичну основу і широкі можливості для досліджень. Учені-хіміки добувають багато речовин і вивчають їхні властивості з метою ефективного використання на практиці.



7. Чому хімію вважають давньою й водночас молодою наукою?
8. Скориставшись матеріалами з інтернету, підготуйте повідомлення про цікаве відкриття або винахід алхіміків.
9. Доведіть, що в наш час не можна обмежитися використанням лише природних речовин.
10. Які завдання вирішують учені-хіміки?

3 Правила роботи в хімічному кабінеті. Лабораторний посуд і обладнання

Матеріал параграфа допоможе вам:

- засвоїти правила роботи в хімічному кабінеті;
- ознайомитися з видами і призначенням лабораторного посуду та обладнання.

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

Уроки хімії відбуваються в хімічному кабінеті, оснащеному витяжною шафою (мал. 6). У ній виконують досліди, під час яких виділяються гази з різким, неприємним запахом.

Ви працюватимете з багатьма речовинами. Деякі з них можуть спричинити запаморочення, отруєння, опіки, а легкозаймисті — пожежу. Тому з такими речовинами треба поводитися дуже обережно, пам'ятати, де в

Мал. 6.
Витяжна
шафа



хімічному кабінеті знаходяться аптечка і протипожежні засоби.

Кожному учневі потрібно знати правила роботи в хімічному кабінеті та їх дотримуватися.

Правила роботи в хімічному кабінеті

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

8. Після виконання дослідів приберіть робоче місце, витріть стіл ганчіркою насухо, помийте пробірки, інший посуд¹ і разом з обладнанням здайте вчителю або лаборантові.
9. Залишки речовин після дослідів висипте чи вилийте в призначені для цього посудини. Деякі розчини можна виливати в раковину (про це скаже вчитель); рештки змийте проточною водою.

Для того щоб успішно здійснювати хімічні експерименти, потрібно знати основні види лабораторного посуду та обладнання, а також уміти ними користуватися.

Лабораторний посуд. Більшість посуду для хімічних дослідів зроблено зі скла, решта — із порцеляни або пластмаси (мал. 7). Працюючи зі скляним посудом, треба пам'ятати, що він легко розбивається і може тріскати під час нагрівання. Порцеляновий посуд призначений для нагрівання, розтирання твердих речовин; він термостійкіший і міцніший за скляний.

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

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

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

Випарювання розчинів, прожарювання твердих речовин здійснюють у *порцеляно-*

¹ Мити скляний посуд, який щойно нагрівали, не можна, тому що гаряче скло тріскає при потраплянні на нього води.



Мал. 7.

Лабораторний посуд

1 — піпетка; 2 — скляна пластинка (предметне скло); 3 — скляна паличка; 4 — скляна трубка; 5 — конічна колба; 6 — плоскодонна колба; 7 — хімічна склянка; 8 — мірний циліндр; 9 — кристалізатор; 10 — пляшка для зберігання рідин; 11 — лійка; 12 — порцелянова чашка; 13 — порцелянова ступка з товчачиком; 14 — крапельниця; 15 — банка для зберігання речовин; 16 — пробірка; 17 — порцелянова ложка

вих чашках. Якщо потрібно випарити воду із кількох крапель розчину, то це можна зробити на *предметному склі*.

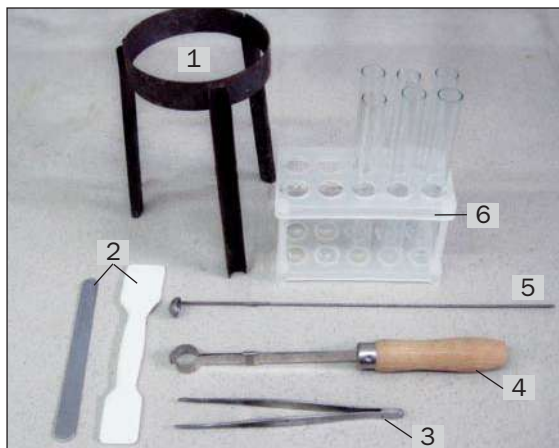
Досліди в школі зазвичай виконують у *пробірках*. Вони виготовлені з тонкого скла, тому працювати з ними потрібно обережно. У пробірку поміщають стільки твердої речовини, щоб вона вкрила дно (0,5—1 г або не більше 1/4 чайної ложки), а рідини наливають 1—2 мл (це шар в 1—2 см).

Воду в пробірку краще наливати за допомогою *промивалки* — спеціальної пластмасової посудини (мал. 8, а). Для цього трубку промивалки спрямовують у пробірку і, не торкаючись трубкою внутрішніх стінок пробірки, стискають рукою пластмасову посудину (мал. 8, б).

Мал. 8.
Промивалка (а)
і користування
нею (б)



Обладнання. У хімічному кабінеті є різне обладнання (мал. 9, 10, 11).



Мал. 9.

Лабораторне обладнання

1 — тринога; 2 — металевий і порцеляновий шпателі; 3 — пінцет; 4 — пробіркотримач; 5 — металева ложка для спалювання речовин; 6 — штатив із пробірками

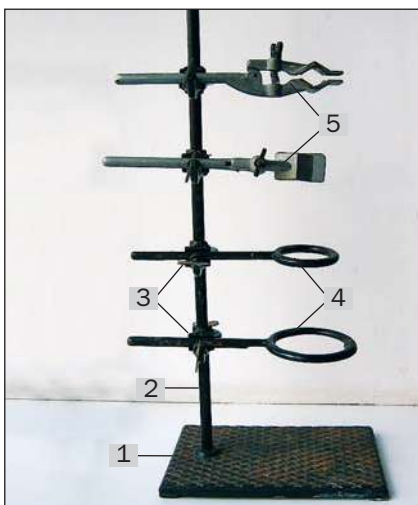
Мал. 10.
Електронні
терези



Для проведення дослідів часто використовують *лабораторний штатив*. Він призначений для закріплення пробірок, колб, порцелянових чашок. Це металевий стержень, закручений у підставку (мал. 11). Штатив укомплектовано муфтами, лапками, кільцями. Кожна муфта має два гвинти: один — для з'єднання її зі стержнем штатива, а другий — для закріплення в ній лапки або кільця.

Мал. 11.
Лабораторний
штатив

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



Пробірку закріплюють у лапці ближче до отвору, а колбу — за шийку, причому так, щоб посудина з лапки не випадала і її можна було в ній переміщувати. Гвинт

лапки закручують без надмірних зусиль, щоб не тріснуло скло.

Кільце слугує підставкою для порцелянової чашки чи колби, в якій нагрівають речовину або розчин.

У деяких дослідах користуються *пробіркодержачем*. Спочатку зсувають у ньому затискач у бік ручки, потім вставляють пробірку і, притримуючи її, переміщують затискач у протилежному напрямку.

Нагрівання під час хімічних дослідів здійснюють, використовуючи спиртівку, сухе пальне, газовий пальник або електронагрівач.

Спиртівка — скляна посудина певної форми, в яку через металеву трубку вставлено ґніт — смужку зі спеціальної тканини (мал. 12, а). Перед використанням у спиртівку наливають спирт (до половини об'єму) і вставляють трубку із ґнотом і закріпленням на ній диском. Потім до ґнота підносять запалений сірник. Щоб погасити полум'я, спиртівку накривають ковпачком (мал. 12, б), припиняючи доступ повітря до спирту, що горить. *Дмухати на полум'я не можна*.

Сухе пальне — це шматочки білої горючої речовини, схожі на цукор-рафінад або великі пігулки (мал. 13). Шматочок пального кладуть на термостійку підставку і підпа-

Мал. 12.
Пристрої
для нагрівання:
а — спиртівка;
б — гасіння
полум'я
ковпачком;
в — газовий
пальник



Мал. 13.
Сухе пальне



люють від сірника. Гасять сухе пальне, накриваючи його металевим ковпачком або порцеляною чашкою.

Газовий пальник (мал. 12, в) використовують у лабораторіях університетів, науково-дослідних установ, промислових підприємств. Це — металевий пристрій, який під'єднують до газової магістралі.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 1 Дослідження будови полум'я

Запалить парафінову свічку.

Порівняйте за кольором нижню, середню і верхню частини полум'я. Яка частина полум'я найяскравіша?

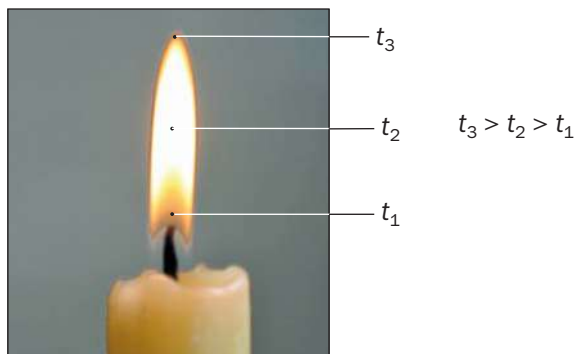
Що відбувається з парафіном біля ґноту?

Внесіть у середню частину полум'я порцелянову чашку або шпатель. Що помічаєте на поверхні цього предмета?

Запишіть свої спостереження в зошит.

Полум'я не є однорідним — і за кольором, і за температурою, яка досягається в ньому (мал. 14). У нижній, темній, частині полум'я температура невисока. Через це, а також унаслідок нестачі повітря горіння парафіну тут майже не відбувається.

Мал. 14.
Будова
полум'я



У середній частині полум'я температура вища. Частина речовин у ній згоряє, а решта перетворюється на горючі гази і часточки сажі (ви їх помітили на порцеляновій чашці або шпателі), які розжарюються і світяться. Тому ця частина полум'я найяскравіша.

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

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

ВИСНОВКИ

На уроках хімії під час дослідів учні повинні дотримуватися певних правил роботи.

Хімічний експеримент здійснюють з використанням спеціального посуду та обладнання.



11. Доберіть правильні закінчення речень (їх може бути декілька).

1) Досліди можна виконувати ...

- а) тільки-но розпочався урок;
- б) після дозволу вчителя;

- в) лише ті, які описано в підручнику або вказані вчителем;
- г) ті, які хочеться зробити самому.
- 2) Після завершення дослідів необхідно ...
- а) самому прибрати робоче місце;
- б) залишити всі речовини та обладнання на столі, щоб їх прибрав лаборант;
- в) залишки розчинів і речовин злити чи зсипати у спеціальні посудини;
- г) помити руки.
12. Назвіть посуд і обладнання, які використовують:
- а) для вимірювання об'єму рідини;
- б) для нагрівання речовини;
- в) для випарювання води з розчину.
13. Чому лабораторний штатив і деталі до нього виготовляють із металу, а не з пластмаси?
14. Що відбуватиметься при спробі використати промивалку, в якій кришка негерметично з'єднана з посудиною або трубкою?
15. У якому випадку рідина в колбі закипить швидше — коли полум'я охоплює всю посудину чи коли дно посудини перебуває у верхній частині полум'я? Відповідь обґрунтуйте.

4 Найпростіші операції в хімічному експерименті

Матеріал параграфа допоможе вам:

- навчитися поводитись із речовинами та розчинами під час дослідів;
- правильно виконувати лабораторні операції, пов'язані з нагріванням.

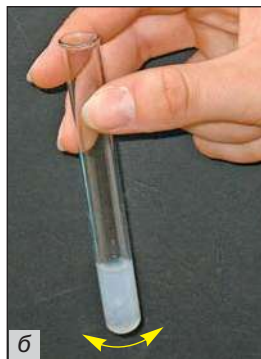
Виявлення запаху речовини. Для того щоб виявити запах речовини, яка міститься в пробірці, необхідно рукою «захопити» повітря над пробіркою і спрямувати до носа (мал. 15). Повітря вдихають обережно, малими порціями.



Мал. 15.
Виявлення
запаху
речовини



Мал. 16.
Перемішування рідини:
а — скляною паличкою;
б — струшуванням



Перемішування рідини у склянці або пробірці. Цю операцію здійснюють за допомогою довгої скляної палички (мал. 16, а). Можна також узяти пробірку трьома пальцями ближче до отвору та обережно струшувати її вміст (мал. 16, б). *Забороняється закривати отвір пробірки пальцем і збовтувати рідину вертикальними рухами.*

Переливання рідини. Пляшку з рідиною беруть у руку так, щоб закрити етикетку; тоді залишки рідини не потраплятимуть на напис і не псуватимуть його. Краєм отвору пляшки з рідиною торкаються отвору іншої посудини, яку тримають похило, і обережно наливають у неї необхідну кількість рідини (мал. 17, а). Іноді використовують лійку. Наливати рідину із пляшки в склянку можна за допомогою скляної палички (мал. 17, б).

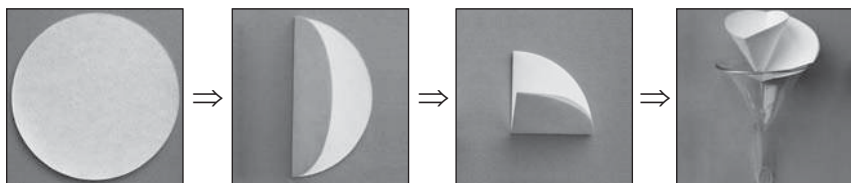
Рідину з однієї пробірки в іншу переливають так, як показано на малюнку 17, в.

Фільтрування. За допомогою цієї операції відокремлюють нерозчинну тверду речовину від рідини. Спочатку виготовляють фільтр із волокнистого паперу білого кольору. Кру-



Мал. 17.
Переливання рідини:
а — із банки в пробірку;
б — за допомогою скляної палички;
в — із однієї пробірки в іншу

жечок фільтрувального паперу складають удвоє, потім — ще раз удвоє (мал. 18), розкривають суцільну четверту частину і поміщають фільтр у лійку. Якщо він виступає за край лійки, його виймають, відрізають частину по колу так, щоб від краю фільтра до краю лійки залишалася приблизно 0,5 см, і знову вставляють у лійку. Фільтр змочують невеликою кількістю води і притискають до внутрішньої поверхні лійки.



Мал. 18.
Складання фільтра

Лійку з фільтром поміщають у кільце лабораторного штатива, а під нею ставлять склянку для збирання рідини (фільтрату). Фільтрування можна проводити, використовуючи скляну паличку (мал. 19).

Нагрівання речовини або розчину в пробірці. Верхню частину пробірки з речовиною чи розчином закріплюють у пробіркотримачі або лапці лабораторного штатива (мал. 20). Запалюють спиртівку чи сухе пальне. Спочатку рівномірно нагрівають усю пробірку, а потім у верхній зоні полум'я,

Мал. 19.
Фільтрування



де температура найвища, — ту її частину, де міститься речовина або розчин. Після досліду гарячу пробірку не виймають із пробіркотримача, а кладуть разом із ним для охолодження на керамічну підставку, виливши перед цим із пробірки рідину. Якщо пробірку було закріплено в штативі, її залишають охолоджуватися в ньому. Спиртівку або сухе пальне гасять.

Мал. 20.
Нагрівання
рідини
у пробірці:
а — закріпленій
у пробіркотримачі;
б — закріпленій
у штативі



Нагрівання речовини або випарювання рідини в порцеляновій чашці. У лабораторному штативі за допомогою муфти закріплюють кільце і в ньому розміщують порцелянову чашку з речовиною або розчином. Запалюють спиртівку. Кільце потрібно встановити так, щоб нижня частина

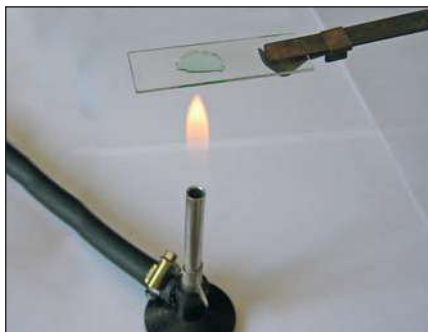
Мал. 21.
Нагрівання
рідини
в порцеляновій
чашці



чашки перебувала у верхній частині полум'я (мал. 21).

Випарювання рідини на предметному склі. Предметне скло закріплюють у пробіркодержачі. За допомогою скляної палички, трубки або піпетки наносять на скло кілька крапель водного розчину і рівномірно нагрівають над полум'ям усю поверхню скла (мал. 22) до повного випаровування води. Після досліду гаряче скло кладуть разом із пробіркодержачем для охолодження на керамічну підставку.

Мал. 22.
Випарювання
рідини на
предметному
склі



ВИСНОВКИ

На уроках хімії учні здійснюють різні операції з речовинами і розчинами. Найчастіше доводиться наливати в пробірки воду, розчини, перемішувати їх, нагрівати, іноді —

випарювати, фільтрувати, виявляти запах речовин. Кожну дію виконують згідно з відповідними рекомендаціями.



16. Доберіть правильні закінчення речення:
Нагрівати пробірку з речовиною треба ...
- а) тримаючи її рукою біля отвору;
 - б) попередньо закріпивши її в пробіркотримачі;
 - в) спочатку всю, рухаючи в полум'ї, а потім — лише ту частину, де міститься речовина;
 - г) тільки в тій частині, де міститься речовина.
17. Чому для перемішування рідини у склянці іноді використовують скляну паличку із гумовим наконечником (шматочком гумової трубки)?
18. Який вид посуду доцільно використати для переливання рідини з однієї пляшки в іншу?
19. Чому речовини під час хімічного експерименту нагрівають у скляному або керамічному посуді, але не в пластмасовому?

5 Правила безпеки під час роботи з лабораторним посудом та обладнанням. Маркування небезпечних речовин

Матеріал параграфа допоможе вам:

- усвідомити небезпеку, яку можуть становити речовини при їх використанні або зберіганні;
- засвоїти правила безпеки в хімічному кабінеті;
- розрізнати попереджувальні знаки на упаковках із речовинами.

Речовини і небезпека. Людина у своєму житті стикається з багатьма речовинами.

Серед них трапляються такі, які становлять певну небезпеку. Одні речовини можуть спричинити пожежу, інші — завдати шкоди здоров'ю. Про це треба пам'ятати під час проведення дослідів у шкільному хімічному кабінеті, а також при використанні різних речовин і розчинів у повсякденному житті — під час ремонту квартири, прання, чищення одягу, боротьби зі шкідниками та хворобами рослин на присадибній ділянці тощо.

Серйозну небезпеку становлять горючі речовини — природний газ, органічні розчинники (наприклад, спирт, ацетон), нафтопродукти, більшість полімерів.

Деякі речовини та їх суміші можуть спричинити вибух. Кожен, хто користується газовою плитою, повинен знати: не можна допускати надходження газу в приміщення. Суміш навіть невеликої його кількості з повітрям вибухає від іскри або запаленого сірника (мал. 23).

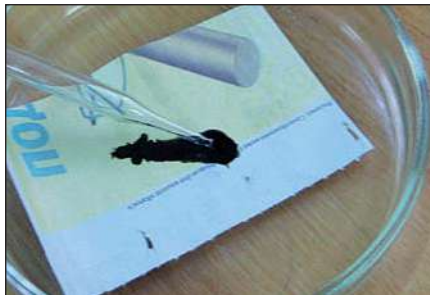


Мал. 23.
Наслідки
вибуху газу

Речовини з високою хімічною активністю руйнують деревину, роз'їдають тканини, полімерні матеріали, спричиняють корозію металів. До них, зокрема, належать луги, деякі кислоти¹ (мал. 24). Такі речовини часто називають їдкими.

¹ Про луги та кислоти йдеться в останньому розділі підручника.

Мал. 24.
Дія сульфатної
(сірчаної)
кислоти
на папір



Чимало речовин є токсичними. Вони подразнюють шкіру, слизові оболонки, спричиняють хімічні опіки. Потрапляння багатьох речовин в організм разом із повітрям, питною водою, харчовими продуктами може призвести до отруєння.

Не забуваймо й про те, що деякі речовини штучного походження негативно впливають на навколишнє середовище, забруднюють повітря, воду, ґрунт, пригнічують ріст рослин, становлять небезпеку для живих істот. Через це не можна виливати у водойми різні рідини та розчини, висипати на землю залишки невикористаних речовин, скидати будь-де відходи полімерних матеріалів і будівельне сміття.

Правила безпеки в хімічному кабінеті. Багато речовин, наявних у хімічному кабінеті, є шкідливими для людини. Тому ви повинні знати відповідні правила безпеки та дотримуватися їх при виконанні практичних робіт і лабораторних дослідів.

Правила безпеки під час роботи в хімічному кабінеті

1. Кожний дослід виконуйте згідно з інструкцією, поданою в підручнику, та рекомендаціями вчителя.
2. Досліди з використанням або утворенням шкідливих летких речовин, а також газів із різким запахом здійснюйте у витяжній шафі з увімкненим мотором.

3. За перебігом досліду в пробірці спостерігайте через її стінки. Не можна дивитися на речовини в отвір пробірки, особливо під час нагрівання.
4. Під час роботи з вогнем будьте особливо уважними і обережними.
5. Нагрівайте пробірку з розчином або речовиною рівномірно. При цьому заборонено наливати чи насипати в неї будь-яку речовину. Не ставте гарячу пробірку в пластмасовий штатив.
6. Забороняється торкатися речовин руками, пробувати їх на смак, розсипати, розбризкувати або підпалювати.
7. Для дослідів використовуйте лише чистий і неушкоджений лабораторний посуд.
8. Якщо на шкіру потрапила будь-яка речовина, струсіть її, змийте великою кількістю проточної води й одразу зверніться до вчителя або лаборанта.
9. Після виконання дослідів ретельно помийте руки з милом.
10. Не вживайте їжу в хімічному кабінеті.
11. У разі нещасного випадку негайно зверніться до вчителя.

Маркування небезпечних речовин. З метою попередження людей про небезпеку, яку можуть створити речовини під час зберігання і використання, на етикетках, упаковках, контейнерах запроваджено відповідне маркування. Кожний знак небезпеки містить чорне символічне зображення (мал. 25).



Вогнебезпечно



Вибухонебезпечно



Їдка речовина



Шкідлива речовина



Токсична речовина



Радіоактивна речовина

Мал. 25.
Знаки
небезпеки

Часто замість знаків небезпеки на упаковках або етикетках указують словесні застереження, наводять певні рекомендації (мал. 26).

Мал. 26.
Фрагмент етикетки на побутовому хімікаті



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 2

Ознайомлення з маркуванням речовин

Вам видано кілька упаковок і ємностей із побутовими хімікатами. Серед них можуть бути пральні засоби, добрива, фарби, лаки, клеї тощо. Уважно розгляньте етикетки, знайдіть знаки небезпеки і прокоментуйте їх.

Запишіть у зошит правила безпеки, яких ви дотримуватиметесь під час використання кожного засобу побутової хімії.

ВИСНОВКИ

Багато речовин становлять небезпеку для людей. Серед них є горючі, їдкі речовини. Значна їх кількість при невмілому поводженні може завдати шкоди здоров'ю людини.

Під час виконання дослідів у шкільному хімічному кабінеті учні повинні дотримуватися правил безпеки.

З метою інформування про характер небезпеки, яку несуть речовини, запроваджено їх маркування.



20. Що має зробити хімік перед виконанням досліду з хімічно агресивною речовиною для захисту шкіри та очей?
21. Яких правил безпеки треба дотримуватися вдома, використовуючи засоби побутової хімії?
22. Знайдіть позначки небезпеки або відповідні написи на упаковках чи ємностях із речовинами, їх сумішами, розчинами, що зберігаються у вас вдома. Підготуйте повідомлення про те, як потрібно поводитися з кожним хімічним засобом.
23. Про що свідчать позначки, наведені на малюнку 27?



Мал. 27.

Позначки на упаковках із хімікатами

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Прийоми поводження з лабораторним посудом, штативом і нагрівними приладами. Найпростіші операції в хімічному експерименті

Здійснюючи описані нижче досліди, ви отримаєте навички з користування лабораторним посудом, деяким обладнанням і підготуєтесь до хімічних експериментів із речовинами.

Перед практичною роботою уважно прочитайте правила безпеки в хімічному кабінеті (с. 32) і чітко їх дотримуйтеся.

Будьте обережними з вогнем.

ДОСЛІД 1

Приготування розчину солі

Шпателем відберіть із банки невелику кількість кухонної солі¹ (приблизно 1/3 чайної ложки) і помістіть її в хімічну склянку об'ємом 50 або 100 мл. Долийте до солі води (не більше третини склянки) і перемішуйте суміш скляною паличкою до повного розчинення речовини.

ДОСЛІД 2

Переливання розчину

Налийте зі склянки в пробірку приблизно 4 мл виготовленого розчину. Половину об'єму цього розчину перелийте в іншу пробірку. Обидві пробірки поставте у штатив.

ДОСЛІД 3

Нагрівання рідини в пробірці, закріпленій у лабораторному штативі

Приєднайте лапку до лабораторного штатива за допомогою муфти. Пробірку з розчином солі закріпіть в лапці похило і ближче до отвору. Запаліть спиртівку². Відрегулюйте висоту положення лапки в штативі так, щоб нижню частину пробірки можна було нагрівати у верхній частині полум'я. Обережно візьміть спир-

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

² Замість спиртівки можна використати сухе пальне. У цьому разі вчитель надасть вам додаткові поради.

тівку в руку і рівномірно прогрійте всю пробірку. Потім поставте спиртівку під пробірку і нагрівайте розчин майже до закипання. *Не допускайте викиду рідини із пробірки!*

Відставте спиртівку, не гасячи полум'я, для наступного досліду.

Пробірку з розчином після її охолодження вийміть із лапки лабораторного штатива і поставте в штатив для пробірок.

ДОСЛІД 4 Нагрівання рідини в пробірці, закріпленій у пробіркотримачі

Закріпіть другу пробірку з розчином солі у пробіркотримачі. Спочатку рівномірно прогрійте всю пробірку, а потім нагрівайте ту її частину, де міститься рідина. Тільки-но розчин закипить, погасіть полум'я, накривши спиртівку ковпачком.

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



24. Як правильно закріпити пробірку з речовиною в пробіркотримачі?
25. Чому при нагріванні рідини в пробірці потрібно спочатку прогріти всю пробірку?
26. У який бік не можна спрямовувати пробірку при нагріванні в ній рідини?
27. Чому не можна ставити гарячу пробірку в пластмасовий штатив?

1 розділ

Початкові хімічні поняття

Хімію починають вивчати з ознайомлення з різними речовинами та їх властивостями. Ця наука, як і інші — математика, біологія, фізика, має власні терміни, поняття, закони.

Світ речовин надзвичайно цікавий і багатоманітний. Від того, наскільки успішними будуть ваші перші кроки в його пізнанні, залежать формування інтересу до хімії та майбутні досягнення в навчанні.

6

Речовини. Атоми, молекули

Матеріал параграфа допоможе вам:

- розрізнати речовини і фізичні тіла;
- відрізнати матеріали від інших речовин та їх сумішей;
- пригадати відомості про найменші частинки речовини — атоми, молекули.

Речовина. У повсякденному житті ми стикаємося з багатьма речовинами. Серед них — вода, цукор, кухонна сіль, харчова сода, крохмаль, лимонна кислота, крейда, залізо... Цей перелік можна значно розширити.

У сотні й тисячі разів більше речовин добувають у лабораторіях, на заводах, використовують для практичних потреб.

Нині відомо понад 20 млн речовин. Багато з них трапляється в природі. У повітрі є різні гази, серед яких переважають азот і кисень; у річках, морях, океанах — вода й розчинені в ній речовини; у земній корі — численні мінерали (мал. 28), руди тощо. Велика кількість речовин міститься в живих організмах.

Мал. 28.
Мінерали



Алюмінію, цинку, ацетону, вапна, поліетилену, багатьох інших речовин у природі немає; їх виробляють на заводах (мал. 29).



Мал. 29.
Речовини,
добути
людиною

Деякі речовини, які є в природі, можна добути з інших речовин. Так, під час нагрівання марганцівки виділяється кисень, а під час нагрівання крейди — вуглекислий

газ. Учені за високих температури і тиску перетворюють графіт на алмаз. Кристалики штучних алмазів дуже дрібні й не придатні для виготовлення ювелірних прикрас. Їх використовують у бурильних і шліфувальних пристроях, інструментах для обробки металів і каменю.

Невід'ємною ознакою речовини є маса. Світлові промені, електричне і магнітне поля не мають маси і тому до речовин не належать.

Із речовин складаються фізичні тіла. Фізичними тілами є, наприклад, крапля води, кристал мінералу, уламок скла, зерно пшениці, яблуко, горіх, а також предмети, виготовлені людиною: годинник, іграшка, книжка, намисто тощо.

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

Для речовин або їх сумішей, які використовують у будівництві, для виготовлення різного обладнання, предметів побутового вжитку, художніх виробів, існує загальна назва — *матеріали* (мал. 30). Першими в історії людства були лише природні матеріали — деревина, камінь, глина. Згодом люди навчилися виплавляти із руд залізо та інші метали, виробляти скло, вапно, цемент.

Мал. 30.
Будівельні
матеріали



Граніт



Пінопласт



Лінолеум

У наш час замість традиційних матеріалів дедалі ширше використовують різноманітні пластмаси.

► Із яких матеріалів можуть бути виготовлені ваза, тарілка, стілець?

Агрегатні стани речовини. Відомо три агрегатні стани речовини — твердий, рідкий і газуватий. Під час нагрівання більшість твердих речовин плавиться, а рідини закипають, перетворюючись на пару. У разі зниження температури відбуваються зворотні перетворення. Гази під впливом високого тиску зріджуються. За усіх цих явищ атоми і молекули не руйнуються. Отже, *речовина, змінюючи свій агрегатний стан, не перетворюється на іншу речовину.*

Кожний знає про три агрегатні стани води, які існують у природі: лід, вода, водяна пара. Цукор може перебувати у твердому і рідкому станах. За нагрівання він спочатку плавиться, потім утворена рідина темніє, і з'являється неприємний запах. Це свідчить про перетворення цукру на інші речовини. Отже, газуватого стану для цукру не існує. Графіт не вдається розплавити; за температури 3500 °С він одразу перетворюється на пару.

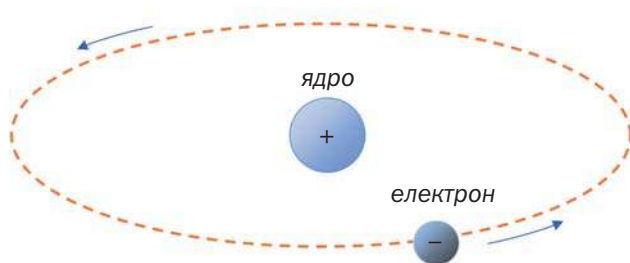
Атоми, молекули. На уроках природознавства ви дізналися про те, що речовини складаються з безлічі найдрібніших, невидимих частинок — атомів, молекул.

Атом¹ — найменша частинка речовини, яка не має електричного заряду і складається з ядра та електронів, що рухаються навколо нього.

Ядра атомів заряджені позитивно, а електрони мають негативний заряд (мал. 31).

¹ Слово походить від грецького atomos — неподільний.

Мал. 31.
Модель
найпростішого
атома



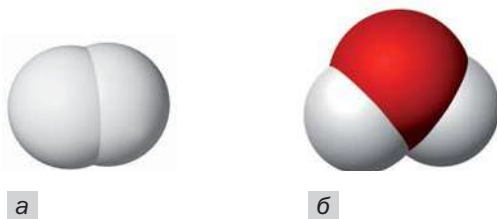
Атоми можуть відрізнятися один від одного складом (наприклад, кількістю електронів), а також масою.

Атомами утворена невелика кількість речовин. Серед них — графіт, алмаз, деякі мінерали, декілька газів.

Молекула¹ — частинка речовини, яка складається з двох або більшої кількості сполучених атомів.

Газ водень складається з молекул, кожна з яких містить два однакових атоми (мал. 32, а). Молекула води утворена трьома атомами (мал. 32, б); два із них однакові, такі самі, що і в молекулі водню, а третій — іншого складу і в 16 разів важчий.

Мал. 32.
Моделі
молекул:
а — водню;
б — води



Молекулярних речовин — більшість. Серед них — майже всі гази, органічні речовини (за деякими винятками), кислоти тощо.

Атоми і молекули в газах і рідинах безладно рухаються, а у твердих речовинах перебу-

¹ Слово походить від латинського слова *moles* (маса), зменшувального суфікса *cula* і в перекладі означає «маленька маса».

вають у певних «позиціях» і зазнають незначних коливань.

ВИСНОВКИ

Фізичні тіла складаються з речовин. Невід’ємна ознака речовини — маса.

Більшість речовин може перебувати у трьох агрегатних станах — твердому, рідкому й газоподібному.

Речовини та їх суміші, які використовують у будівництві, для виготовлення обладнання, різних предметів, називають матеріалами.

Атом — найменша частинка речовини, яка не має електричного заряду і складається з ядра та електронів, що рухаються навколо нього.

Молекула — частинка речовини, яка складається з двох або більшої кількості сполучених атомів.



28. Виберіть серед наведених слів і словосполучень ті, які стосуються речовин: стіл, мідь, пластмасова пляшка, спирт, газета, цукор, водяна пара, срібний ланцюжок.
29. Знайдіть відповідність:
- | <i>Речовина</i> | <i>Фізичне тіло</i> |
|-----------------|-----------------------|
| 1) золото; | а) ножиці; |
| 2) залізо; | б) каблучка; |
| 3) поліетилен; | в) вітрина; |
| 4) скло; | г) господарчий пакет. |
30. Назвіть у наведеному переліку будівельні матеріали: гіпс, віск, скло, графіт, цемент, гліцерин, капрон, мармур.
31. Наведіть приклади:
- а) предметів, виготовлених з одного й того самого матеріалу;

- б) предметів, кожний з яких виготовлено з кількох матеріалів;
- в) матеріалів, з яких виготовляють столові набори.
32. Яка частинка є найменшою — електрон, молекула чи атом?
33. Чи має молекула електричний заряд? Чи містяться в ній електрони?

7 Фізичні властивості речовин. Як вивчають речовини

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, які властивості речовин називають фізичними;
- навчитися характеризувати речовини за фізичними властивостями;
- підготуватися до експерименту з вивчення речовин.

У неосяжному світі речовин немає двох абсолютно однакових. Кожна речовина має певні властивості.

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

Фізичні властивості речовин. Залізо легко відрізнити від деревини за кольором, особливим блиском, а також на дотик: метал завжди здається холоднішим, бо краще проводить теплоту. Використавши магніт, виявляємо, що залізо притягується до нього, а деревина — ні. На відміну від заліза деревина у воді не тоне, бо її густина менша за густину води, а густина заліза — більша.

Властивості речовини, які визначають спостереженням або вимірюваннями, називають *фізичними*.

Найважливішими фізичними властивостями речовини є:

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

Перелік фізичних властивостей твердих речовин можна розширити, включивши до нього твердість, пластичність (або крихкість). Описуючи рідину, зазначають, якою вона є — рухливою чи оліїстою.

Колір речовини, запах і смак визначають за допомогою органів чуття, а густину, електропровідність, температури плавлення та кипіння — вимірюваннями.

Відомості про фізичні властивості багатьох речовин вміщено у спеціальній літературі, зокрема в довідниках.

Більшість фізичних властивостей речовини залежить від її агрегатного стану. Так, густина льоду, води і водяної пари різна. Газуватий кисень безбарвний, а рідкий — блакитний.

Температури кипіння речовин змінюються зі зміною тиску. Наприклад, вода за зниженого тиску закипає за температури менше 100 °С. Густина будь-якого газу залежить від тиску і температури.

Знання фізичних властивостей нерідко допомагає «впізнавати» речовини. Наприклад, єдиний метал червоного кольору —

мідь. Солоний смак має лише кухонна сіль. Йод — майже чорна тверда речовина, яка при нагріванні перетворюється на темно-фіолетову пару (мал. 33). Для визначення багатьох речовин беруть до уваги сукупність їхніх властивостей.



Мал. 33.
Нагрівання
йоду

Серед твердих речовин розрізняють кристалічні та аморфні. Цукор, кухонна сіль (мал. 34, *a*), харчова сода, лимонна кислота, глюкоза, мідний купорос (мал. 29), більшість мінералів складаються з кристалів¹. Кристалу кожної речовини притаманна певна форма, яка зумовлена упорядкованим розміщенням у ньому атомів, молекул. Metали також мають кристалічну будову; їхні кристали зазвичай дуже дрібні. Аморфними² речовинами є, наприклад, крохмаль, борошно, поліетилен, скло (мал. 34, *б*). Усі тверді часточки такої речовини різняться формою і не схожі на кристали.

¹ Кристал — самоутворене фізичне тіло із плоскими гранями та прямими ребрами.

² Термін походить від грецьких префікса *a-* (означає заперечення) і слова *morphè* — форма.



Мал. 34.
Кристалічна (а)
та аморфна (б)
речовини:
а — кам'яна
сіль; б — скло

Крім фізичних властивостей, кожна речовина має хімічні властивості. Вони виявляються в здатності до перетворень на інші речовини. Про ці властивості йтиметься в § 19.

Як вивчають речовини. На уроках хімії ви працюватимете з різними речовинами. Вам необхідно вміти описувати їх вигляд, виявляти певні властивості, порівнювати з іншими речовинами, навчитися відрізняти одну речовину від іншої.

Вивчаючи речовину, вчені-хіміки визначають:

- її фізичні властивості;
- склад речовини, тобто те, з яких частинок вона складається, скільки і яких атомів містять її молекули;
- будову речовини у твердому стані (розміщення в ній найменших частинок);
- хімічні властивості.

Склад речовини встановлюють, здійснюючи її хімічний аналіз, а внутрішню будову досліджують за допомогою спеціальних приладів.

Ретельного вивчення потребують уперше добуті речовини. Якщо нова речовина виявляє властивості, цінні для практики, то для неї пропонують відповідні сфери застосування. Іноді досліджують відому речовину, щоб підтвердити або уточнити відомості про неї.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 3

Ознайомлення з фізичними властивостями речовин

Вам видано штатив із трьома пробірками, в яких містяться калійна селітра¹, графіт і поліетилен². У вашому розпорядженні є склянка з водою (або проми-валка), скляні палички.

Розгляньте речовини. Який вигляд мають часточки кожної речовини? Це — кристалики, дрібні кусочки довільної форми, порошок?

З'ясуйте, чи розчиняються речовини у воді, легші чи важчі вони за воду.

Запишіть фізичні властивості речовин у таблицю:

Фізичні властивості	Речовина		
	калійна селітра	графіт	поліетилен
Агрегатний стан за звичайних умов			
Колір			
...			

За якою властивістю (властивостями) можна відрізнити кожну речовину від двох інших?

Назвіть властивості, однакові для двох речовин, трьох речовин.

Хімічний експеримент. Хімія — експериментальна наука. Вона не може розвиватися без здійснення різноманітних дослідів з речовинами.

¹ Мінеральне добриво.

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

Перед тим як розпочати експеримент, хімік усвідомлює його мету, збирає інформацію про речовини, з якими працюватиме. Потім він складає план експерименту, визначає умови його проведення. Під час дослідів вчений спостерігає за речовинами, фіксує зміни, що відбуваються з ними, здійснює необхідні вимірювання. Результати спостережень, вимірювань, відповідні обчислення він занотовує в лабораторний журнал. Після завершення експерименту хімік аналізує і пояснює отримані результати, робить висновки.

Підсумком проведення низки дослідів може бути виявлення певної закономірності. На підставі багатьох закономірностей учені створюють теорію. Сукупність теорій становить основу кожної науки.

ВИСНОВКИ

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

Досліджуючи речовину, вивчають її фізичні та хімічні властивості, склад, внутрішню будову. Фізичні властивості визначають спостереженням, вимірюваннями, без перетворення речовини на іншу.

Хімічний експеримент здійснюють за планом, проводячи спостереження, вимірювання, обчислення. Отримані результати разом із висновками записують у лабораторний журнал.



34. Які властивості речовин називають фізичними? Які фізичні властивості визначають візуально, а які — вимірюваннями?

35. Опишіть фізичні властивості крейди.
36. Які речовини, що є у вас удома, можна виявити за запахом?
37. У посудинах без етикеток містяться парфуми, олія, кухонна сіль, кусочки заліза і граніту. За якими властивостями речовин можна визначити вміст кожної посудини?
38. Назвіть кілька твердих речовин, які ви можете легко відрізнити від усіх інших.
39. Що визначає хімік, вивчаючи речовину?
40. Якими мають бути ваші дії та їх послідовність, якщо необхідно здійснити хімічний експеримент?
41. Учень записував спостереження під час проведення хімічного експерименту не в зошиті, а на аркушиках паперу, вирваних із нотатника. Учитель визнав це за недолік роботи учня. Як ви думаєте, чому?

8

Чисті речовини і суміші

Матеріал параграфа допоможе вам:

- переконатися в тому, що абсолютно чистих речовин не існує;
- розрізняти однорідні й неоднорідні суміші речовин;
- з'ясувати, в яких сумішах фізичні властивості речовин зберігаються, а в яких — ні.

Чисті речовини і суміші. У кожній речовині завжди міститься певна кількість домішок, тобто інших речовин. Вони потрапляють до неї переважно при її добуванні, іноді — під час пакування або використання. Речовину, в якій домішок дуже мало (наприклад, менше 1 г в 1 кг), прийнято вважати чистою. З такими речовинами працюють у науковій лабораторії, шкільному хімічному кабінеті. Чисті цукор і кухонну сіль ми використовуємо в харчуванні.

Якщо вміст домішок у речовині істотний, маємо суміш речовин. У природі дуже рідко трапляються чисті речовини, а переважають суміші. Те саме стосується харчових продуктів, лікарських і косметичних засобів, товарів побутової хімії, будівельних матеріалів.

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

Існують однорідні та неоднорідні суміші.

Однорідні суміші. Помістимо невелику порцію цукру в склянку з водою і перемішуватимемо суміш, доки весь цукор не розчиниться. Утворена рідина матиме солодкий смак. Отже, цукор не зникає, а залишається в суміші. Проте його кристаликів ми не побачимо, навіть розглядаючи краплю рідини в потужний мікроскоп. Виготовлена суміш із цукру і води є однорідною (мал. 35); у ній рівномірно перемішані найдрібніші частинки (молекули) цих речовин.



Мал. 35.
Однорідна
суміш (водний
розчин цукру)

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

Більшість металічних сплавів — теж однорідні суміші. Так, у сплаві золота з міддю, який використовують для виробництва

ювелірних прикрас, немає червоних часточок міді й жовтих часточок золота, а містяться «ретельно» перемішані атоми обох металів.

Із матеріалів, що є однорідними сумішами речовин, виготовляють багато предметів різноманітного призначення (мал. 36).

Мал. 36.
Предмети,
виготовлені
з однорідних
сумішей



До однорідних сумішей належать усі суміші газів, у тому числі й повітря. Відомо чимало однорідних сумішей рідин. Така суміш утворюється при змішуванні, наприклад, спирту і води.

► Наведіть свій приклад однорідної суміші.

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

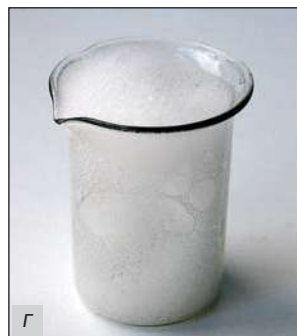
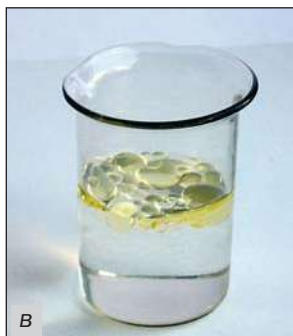
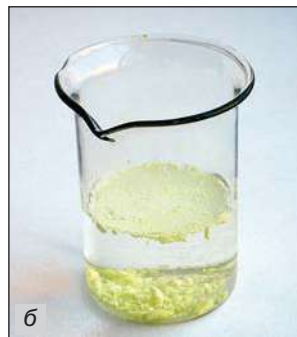
За деякими фізичними властивостями однорідні суміші відрізняються від їх компонентів. Так, сплав олова зі свинцем, який використовують для паяння, плавиться за нижчої температури, ніж чисті метали. Вода закипає при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, а водний розчин кухонної солі — за вищої температури. Якщо воду охолодити до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, вона почне перетворюватися на лід. Розчин солі за таких умов лишається рідиною. У цьому можна переконатися взимку, коли вкриті льодом дороги і тротуари посипають сіллю

або сумішшю солі з піском. Лід під дією солі плавиться, й утворюється її водний розчин, який на слабкому морозі не замерзає. А пісок потрібен для того, щоб дорога не була слизькою.

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

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

До неоднорідних сумішей (мал. 37) належать більшість мінералів, ґрунт, будівельні матеріали, каламутна вода, молоко і чимало інших харчових продуктів, деякі лікарські й косметичні засоби.



Мал. 37.

Неоднорідні суміші:
а — мінерал із часточками золота;
б — суміш води і сірки;
в — суміш води та олії;
г — суміш рідини з газом

Цікаво знати

Пінопласт і пінобетон — неоднорідні суміші твердих речовин із газом (повітрям).

► Наведіть свій приклад неоднорідної суміші.

Деякі суміші цього типу мають загальні назви. Неоднорідну суміш рідини і газу називають *піною*. Вона утворюється, наприклад, коли у склянку наливають із пляшки газований напій (компоненти піни — рідина і вуглекислий газ) або перемішують розчин прального засобу (компоненти піни — рідина і повітря). Добре струшену суміш двох рідин, які не розчиняються одна в одній, називають *емульсією*. Прикладом емульсії є молоко; його основні складники — вода і рідкі жири. Якщо перемішати рідину із нерозчинними в ній дрібними часточками твердої речовини (наприклад, борошна), то отримуємо *суспензію*. В атмосфері нерідко утворюються *аерозолі* — дим, туман.

► У яких агрегатних станах перебувають компоненти в аерозолях?

У неоднорідній суміші фізичні властивості компонентів зберігаються. Якщо цукор змішати з борошном або крохмалем, то ці суміші також матимуть солодкий смак. Залізні ошурки, змішані з мідними або алюмінієвими, не втрачають здатності притягуватися до магніту. Вода в суміші з піском, крейдою або глиною замерзає за температури 0 °С і закипає при 100 °С.

ВИСНОВКИ

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

Суміші речовин бувають однорідними і неоднорідними. В однорідній суміші (розчині) окремі речовини, або компоненти, не можна виявити спостереженням, а в неоднорідній суміші це можливо.

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



42. Поясніть, чому абсолютно чистих речовин не буває.
43. Які типи сумішей речовин існують і чим вони різняться?
44. Запишіть наведені слова і словосполучення у відповідні стовпчики поданої нижче таблиці: алюміній, ртуть, йодна настоянка, граніт, лід із джерельної води, вуглекислий газ, залізобетон.

Чисті речовини	Суміші	
	однорідні	неоднорідні

45. Який популярний напій залежно від способу приготування буває однорідною або неоднорідною сумішшю?
46. Чи можна водний розчин кухонної солі перетворити на неоднорідну суміш? Якщо так, то як це зробити?
47. Наведіть один-два приклади металічних сплавів (однорідних сумішей металів). Які переваги мають ці сплави у використанні порівняно із чистими металами — їх компонентами?

9

Способи розділення сумішей

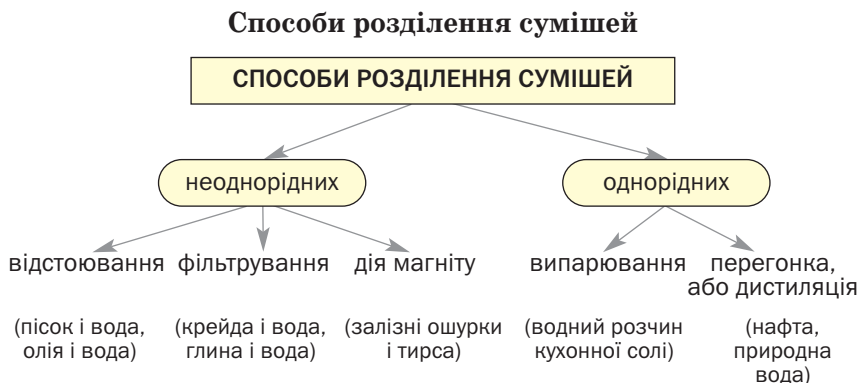
Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати суть основних способів розділення сумішей речовин;

- обирати спосіб розділення суміші залежно від її типу, агрегатного стану і властивостей компонентів.

Часто виникає потреба виділити із суміші один компонент (наприклад, відокремити добуте вугілля від негорючих речовин) або очистити певну речовину від домішок. Іноді із суміші вилучають кожний компонент для його подальшого використання. На уроках природознавства ви дізналися про такі способи розділення сумішей, як відстоювання, випарювання, навчилися виконувати фільтрування. Відомі й інші способи розділення сумішей. Обираючи спосіб, враховують тип суміші, агрегатні стани компонентів та їх відмінності за фізичними властивостями (схема 3).

Схема 3



- Завдяки яким властивостям компонентів можливе розділення кожної неоднорідної суміші, вказаної на схемі?

Відстоюванням можна розділити неоднорідну суміш твердої речовини і рідини або двох рідин. Речовина, що має більшу густину, накопичується в нижній частині суміші. Наприклад, глина, змішана з водою, осідає

на дно посудини, а деревна тирса спливає. Струшена суміш води і бензину досить швидко розділяється на два шари. У верхньому шарі виявляємо легшу рідину — бензин, а в нижньому — воду.

Неоднорідні суміші, в яких тверді часточки надто повільно осідають у рідині, розділяють центрифугуванням. Основою лабораторної центрифуги (мал. 38) є ротор, у якому закріплюють спеціальні пробірки з неоднорідною сумішшю твердої та рідкої речовин. Під час обертання ротора в пробірках відбувається осадження твердої речовини (вона має більшу густину), а над нею залишається прозора рідина.

Центрифуга є у пральній машині. У ній рідина відокремлюється від білизни і витікає через невеликі отвори у стінках центрифуги в нижню частину машини.



Мал. 38.
Лабораторна
центрифуга

Неоднорідну суміш твердої речовини і рідини або твердої речовини і газу можна розділити *фільтруванням* (с. 26). Із цією метою суміш пропускають через фільтр — спеціальний папір або тканину, вату, пісок. Часточки твердої речовини залишаються на фільтрі, а рідина чи газ проходить крізь

його пори, проміжки між волокнами або часточками.

Процес фільтрування покладено в основу роботи респіратора — пристрою (мал. 39), який використовують люди, що працюють у запиленому просторі. Він містить фільтри, які перешкоджають потраплянню пилу в дихальні шляхи. Найпростіший респіратор — пов'язка з кількох шарів марлі. Фільтр, що вилучає пил із повітря, є також у пиლოსосі.



Мал. 39.
Робітник
у респіраторі

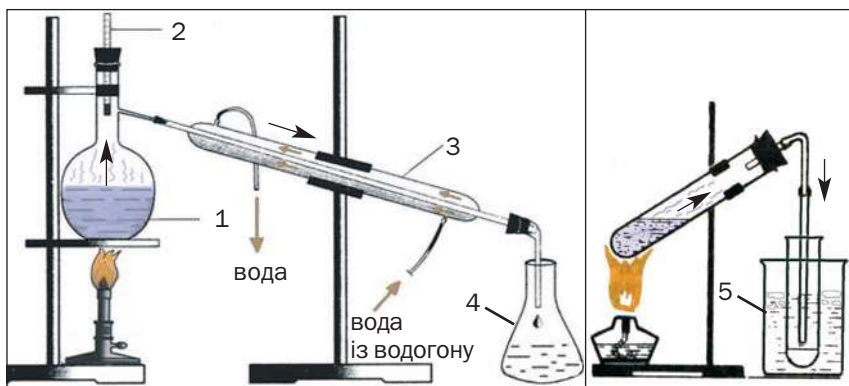
За допомогою магніту з промислових і побутових відходів вилучають залізо. У такий спосіб збагачують залізну руду — магнетит. Завдяки здатності часточок цієї руди притягуватися до магніту її відокремлюють від піску, глини, ґрунту.

Для виділення твердої речовини з однорідної суміші з легкою рідиною¹ використовують *випарювання* (с. 28). Суміш поміщають у відкриту посудину і нагрівають. Рідина поступово перетворюється на пару, а в посудині залишається тверда речовина.

¹ Рідину називають легкою, якщо вона має невисоку температуру кипіння. Серед таких рідин — медичний ефір (температура кипіння за тиску 760 мм рт. ст. +34,6 °С), ацетон (+56,5 °С), етиловий спирт (+78,3 °С), вода (+100 °С).

Перегонка, або дистиляція¹, — спосіб розділення сумішей (переважно однорідних) рідин, а також очищення рідини від розчинених у ній речовин. На заводах перегонкою нафти, що є сумішшю багатьох речовин, добувають бензин, гас, дизельне пальне.

У лабораторії перегонку здійснюють так, як зображено на малюнку 40. У процесі нагрівання суміші рідин спочатку закипає речовина, яка має найнижчу температуру кипіння. Її пара виходить із посудини, охолоджується, конденсується², а утворена рідина стікає в приймач. Коли цієї речовини не залишиться в суміші, температура почне підвищуватись, і згодом закипає інший компонент. У цей момент приймач замінюють на інший. Нелеткі рідини залишаються в посудині.



а

б

Мал. 40.

Лабораторна установка для перегонки: а — звичайна; б — спрощена

1 — суміш рідин із різними температурами кипіння; 2 — термометр; 3 — водяний холодильник; 4 — приймач; 5 — вода з льодом

¹ Термін походить від латинського слова *distillatio* — стікання краплинами.

² Термін походить від латинського слова *condensatio* — згущення, ущільнення.

Цікаво знати

Дистильовану воду частіше зберігають у поліетиленових посудинах, ніж у скляних.

Перегонкою очищують природну воду від домішок. Отриману чисту воду називають *дистильованою*. Її використовують у науково-дослідних лабораторіях, у виробництві речовин для новітньої техніки, у фармакології для приготування ліків тощо.

Розділення різних сумішей відбувається і в природному середовищі. Із повітря на земну поверхню осідають часточки пилу, а під час дощу та снігопаду — потрапляють краплі води, сніжинки. Каламутна вода після відстоювання стає прозорою. Вона також очищується від нерозчинних речовин, проходячи крізь пісок. На берегах лиманів після випаровування води залишаються солі, які були розчинені в ній. Із води, що витікає зі свердловини, виділяються розчинені гази.

Іноді мимовільне розділення сумішей є небажаним. Це стосується деяких харчових продуктів (майонез, соуси, креми), косметичних засобів. Для того щоб запобігти «руйнуванню» таких сумішей, до них додають спеціальні речовини — стабілізатори, емульгатори. Ці добавки обов'язково мають бути безпечними для організму людини.

ВИСНОВКИ

Існують різні способи розділення сумішей на окремі речовини (компоненти). Їх обирають з огляду на тип суміші, агрегатні стани та фізичні властивості компонентів.

Неоднорідні суміші розділяють відстоюванням, фільтруванням, іноді — за допомогою магніту, а однорідні — випаруванням, перегонкою (дистиляцією).



48. Знайдіть відповідність, урахувавши можливість застосування кількох способів розділення певної суміші.

Тип суміші

Спосіб розділення суміші

- | | |
|---|------------------|
| 1) неоднорідна суміш двох рідин; | а) відстоювання; |
| 2) однорідна суміш двох рідин; | б) фільтрування; |
| 3) неоднорідна суміш рідини і твердої речовини; | в) перегонка. |
| 4) однорідна суміш рідини і твердої речовини; | |

49. Яку суміш — однорідну чи неоднорідну — легше розділити на компоненти? Відповідь аргументуйте.

50. Укажіть суміші, які можна розділити фільтруванням:

- а) суміш піску і глини;
- б) суміш спирту і мідних ошурків;
- в) суміш води і бензину;
- г) суміш води з кусочками пластмаси.

Назвіть речовини, що залишаться на фільтрі.

51. Яку суміш доводилося розділяти вам або вашим батькам у домашніх умовах? Який спосіб було використано для цього?

52. Як би ви розділили суміш:

- а) кухонної солі та крейди;
- б) подрібненого пінопласту і мармурової крихти?

Які відмінності у властивостях речовин дають змогу використати обраний вами спосіб?

53. За матеріалами з інтернету підготуйте повідомлення про те, як у промисловості розділяють повітря на його головні компоненти — азот і кисень.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Розділення суміші

Перед виконанням завдання уважно прочитайте правила роботи і безпеки в хімічному кабінеті (с. 17, 32). Ви повинні чітко їх дотримуватися.

Пригадайте, як необхідно поводитися зі спиртівкою чи сухим пальним, нагрівати речовини та рідини в лабораторному посуді, здійснювати фільтрування та

інші операції. У разі потреби прочитайте відповідний текст у § 3—5.

Будьте обережними з вогнем.

Видана вам суміш містить такі компоненти:

варіант 1 — тирсу, пісок і кухонну сіль;

варіант 2 — ошурки парафіну, дрібні кусочки мідного дроту і кальциновану соду.

У вашому розпорядженні — хімічні склянки, промивалка з водою, скляна паличка, лійка, шпатель (або пластмасова ложка), фільтрувальний папір, порцелянова чашка, спиртівка чи сухе пальне, лабораторний штатив, керамічна підставка.

Розділіть суміш на компоненти. Візьміть до уваги, що в кожній суміші є розчинна у воді речовина і що один із нерозчинних компонентів легший за воду, а другий — важчий.

План виконання роботи

1. Змішування суміші з водою

У невелику склянку помістіть порцію суміші (2—3 г) і налийте 20—30 мл води. За допомогою скляної палички перемішуйте вміст склянки протягом 1—2 хв.

Що спостерігаєте після припинення перемішування? Який компонент суміші розчинився? Де накопичився кожний із нерозчинних компонентів?

2. Виділення нерозчинних компонентів суміші

Компонент, який спливає на поверхню рідини, можна вилучити фільтруванням або зібрати шпателем (чи пластмасовою ложкою).

Якщо оберете фільтрування, здійсніть його так, як описано в § 4. Наливайте рідину по скляній паличці у фільтр повільно, щоб у нього не потрапив компонент суміші, який міститься на дні склянки.

Після фільтрування долийте у склянку трохи води, перемішайте суміш, дочекайтесь повного осідання

твердої речовини і профільтруйте рідину через використаний фільтр. У такий спосіб зменшуємо втрату розчинного компонента, частина розчину якого залишалася разом із нерозчинними компонентами.

Обережно вийміть фільтр із виділеним твердим компонентом і покладіть його на керамічну підставку. Із отриманою прозорою рідиною (фільтратом) працюватимете далі.

Другий нерозчинний компонент суміші, який залишився на дні склянки, змийте водою на новий фільтр, використавши промивалку.

3. Виділення розчинного компонента суміші

Розчинний компонент добудьте випарюванням води із його розчину¹. Для цього фільтрат перелийте зі склянки в порцелянову чашку і поставте її на кільце, закріплене в лабораторному штативі (с. 29, мал. 21). Запаліть спиртівку та обережно нагрівайте розчин до повного випаровування води.

Під час виконання практичної роботи записуйте в таблицю свої дії, спостереження та відповідні висновки:

Послідовність дій	Спостереження	Висновки
1. Змішування суміші з водою		
До порції суміші доливаю воду	Додаванням води суміш розділено на розчинний і нерозчинні компоненти
2. Виділення нерозчинних компонентів суміші		
...
3. Виділення розчинного компонента суміші		
...

¹ Щоб переконатися, що у фільтраті міститься розчинена речовина, можна випарити воду з кількох його крапель на предметному склі.



54. Чи можна добути кожний компонент із виданої вам суміші без його втрат? Відповідь обґрунтуйте.
55. Учень випарював рідину, нагріваючи її. Через деякий час у посудині нічого не залишилося. Учень вирішив, що рідина була чистою речовиною. Якщо ви з ним не згодні, вкажіть, які домішки могли бути в рідині.
56. Тверда речовина повністю розчинилася у воді. Чи можна вважати цю речовину чистою? Відповідь поясніть.
57. Брусок парафіну містить трохи піску. Як би ви очистили парафін від цієї домішки? Які властивості речовин дають змогу здійснити запропонований вами експеримент?

10 Атоми. Хімічні елементи

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати склад атомів;
- зрозуміти, що таке хімічний елемент;
- засвоїти назви і символи хімічних елементів;
- використовувати періодичну систему як джерело відомостей про хімічні елементи.

Атоми. Гіпотезу про те, що всі речовини складаються з невидимих і неподільних частинок — атомів, висунули ще давньогрецькі філософи. Наявність запаху деяких речовин вони пояснювали рухом атомів і дією на органи чуття, а процес розчинення — проникненням атомів однієї речовини між атомами іншої речовини.

Довести існування атомів вдалося лише в XIX ст. за допомогою складних фізичних експериментів. Водночас було з'ясовано, що атом не є суцільною, монолітною частинкою. Він складається з ядра і електронів.

Цікаво знати

Якщо атом збільшити до розмірів стадіону, то ядро виглядатиме як вишнева кісточка.

Одну з перших моделей атома — планетарну — було запропоновано в 1911 р. Згідно з нею ядро перебуває в центрі атома і займає незначну частину його об'єму, а електрони рухаються навколо ядра (с. 42, мал. 31), як планети навколо Сонця.

Електрон значно легший за атомне ядро. Він має негативний заряд, що є найменшим серед тих, які існують у природі. Тому величину заряду електрона фізики обрали за одиницю вимірювання зарядів найдрібніших частинок (крім електронів, існують ще й інші заряджені частинки). Отже, заряд електрона дорівнює -1 . Цю частинку позначають так: e^- .

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

Йони. Деякі атоми за певних умов можуть втрачати один або кілька своїх електронів. У цьому разі атом перетворюється на позитивно заряджену частинку. Інші атоми приєднують додаткові електрони й перетворюються на частинки з негативним зарядом. Такі заряджені частинки називають йонами. Якщо атом втрачає один електрон, то утворюється йон із зарядом $+1$, а якщо приєднує два електрони, то заряд йона становить -2 . Із протилежно заряджених йонів складається значна кількість речовин, зокрема кухонна сіль.

Хімічні елементи. Атоми розрізняють за величиною заряду їхніх ядер.

Вид атомів із певним зарядом ядра називають хімічним елементом.

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

Поняття «хімічний елемент» використовують для класифікації атомів. Із подібною метою, наприклад, запроваджено сорти фруктів, овочів, квітів тощо. Потрібно пам'ятати: хімічний елемент — не частинка і не речовина (так само сорт яблук — це не яблуко). Він не має агрегатного стану, густини, температур плавлення і кипіння, інших фізичних властивостей.

Нині відомо 118 хімічних елементів. Заряди ядер їхніх атомів становлять від $+1$ до $+118$.

Майже 90 елементів існують у природі, а решта (переважно з найбільшими зарядами атомних ядер) — штучні елементи. Їхні атоми добувають учені на унікальному обладнанні. Ядра таких атомів є нестійкими й розпадаються.

Назви хімічних елементів. Кожний елемент має назву. Сучасні українські назви майже всіх хімічних елементів походять від латинських назв (табл. 1); їх завжди пишуть з великої літери. Назви елементів використовують і для відповідних атомів.

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

► Яка ваша думка щодо походження назв таких елементів: Скандій, Нептуній, Прометій, Нобелій?

Цікаво знати

До 1994 р. 18 елементів мали інші українські назви. Їх можна знайти у виданих раніше підручниках з хімії.

Назви і символи деяких хімічних елементів

Заряд ядра атома	Назва елемента		Символ елемента	Вимова символу
	українська	латинська		
+1	Гідроген	<i>Hydrogenium</i>	H	Аш
+6	Карбон	<i>Carboneum</i>	C	Це
+7	Нітроген	<i>Nitrogenium</i>	N	Ен
+8	Оксиген	<i>Oxygenium</i>	O	О
+9	Флуор	<i>Fluorum</i>	F	Фтор
+15	Фосфор	<i>Phosphorus</i>	P	Пе
+16	Сульфур	<i>Sulfur</i>	S	Ес
+80	Меркурій	<i>Hydrargyrum</i>	Hg	Гідраргірум

Символи хімічних елементів. Крім назви, кожний хімічний елемент має ще й скорочене позначення — символ, або знак. У наш час використовують символи елементів, більшість яких запропонована майже 200 років тому відомим шведським хіміком С.-Я. Берцеліусом. Вони складаються з однієї латинської літери (першої в латинських назвах елементів) або двох. У таблиці 1 такі літери в назвах елементів виділено курсивом.

Цікаво знати

Символи хімічних елементів у всіх країнах одні й ті самі.

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

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

Символи і назви хімічних елементів містяться в періодичній системі.

Періодична система хімічних елементів. У 1869 р. російський хімік Д. І. Менделєєв запропонував таблицю, в якій розмістив у

Дмитро Іванович Менделєєв (1834—1907)



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

Цікаво знати

Д. І. Менделєєв був обраний почесним членом рад Київського, Харківського, Одеського університетів, очолював екзаменаційну комісію в Київському політехнічному інституті.

певній послідовності відомі на той час 63 елементи. Її було названо періодичною системою хімічних елементів. У нашому підручнику надруковано сучасні варіанти періодичної системи — короткий (форзац I) і довгий (форзац II).

В обох варіантах періодичної системи є горизонтальні фрагменти, які називають *періодами*, і вертикальні фрагменти — *групи*. Перетинаючись, вони утворюють клітинки, де міститься найважливіша інформація про хімічні елементи.

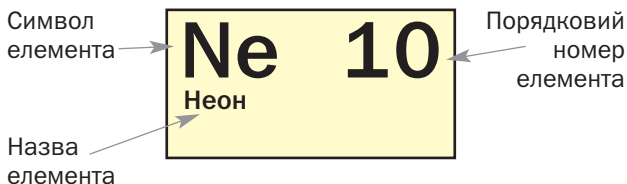
Період складається з одного або двох суміжних рядків, а група — з одного (в короткому варіанті періодичної системи) або двох відокремлених стовпчиків (у довгому варіанті). Номери періодів указують арабськими цифрами, номери груп — римськими цифрами.

Кожна група в періодичній системі поділяється на дві підгрупи — *a* і *b*, які в довгому варіанті відокремлені одна від одної. Підстави

поділу груп хімічних елементів на підгрупи криються в будові атомів (відповідний матеріал ви вивчатимете у 8 класі).

Кожну клітинку періодичної системи пронумеровано. У ній містяться символ хімічного елемента і його назва (мал. 41).

Мал. 41.
Клітинка
періодичної
системи



Номер клітинки є *порядковим (атомним) номером* розміщеного в ній елемента. Його загальне позначення — Z . Вислів «порядковий номер елемента Неону — 10» скорочено записують так: $Z(\text{Ne}) = 10$. Порядковий номер елемента збігається з величиною заряду ядра його атома і кількістю електронів у ньому. У *періодичній системі всі хімічні елементи розміщені за зростанням заряду ядер атомів*.

Отже, із періодичної системи можна отримати такі відомості про хімічний елемент:

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

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

Для надання компактності періодичній системі хімічні елементи № 58—71 і

90—103 розміщено за межами її основного поля під загальними назвами «Лантаноїди» і «Актиноїди»¹.

Періодична система хімічних елементів у великому форматі є в шкільному хімічному кабінеті. Її можна побачити в наукових лабораторіях, а також аудиторіях, де студенти слухають лекції з хімії. Періодичну систему використовують при виконанні вправ, розв'язуванні задач.

ВИСНОВКИ

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

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

Нині відомо 118 хімічних елементів; майже 90 із них існують у природі.

Найважливіші відомості про хімічні елементи містяться в періодичній системі.



58. Охарактеризуйте склад і будову атома.
59. Що таке хімічний елемент? Чому його не можна ототожнювати з атомом або речовиною?
60. Чим різняться короткий і довгий варіанти періодичної системи? Скільки періодів і груп у кожному варіанті?
61. Знайдіть у періодичній системі і прочитайте такі символи хімічних елементів: Li, H, Al, O, C, Na, S, Cu, Ag, N, Au. Назвіть ці елементи.
62. Який символ має Ферум — F, Fr, Fe чи Fm; Силіцій — C, Cl, S, Si чи Sc; Карбон — K, C, Co, Ca, Cr чи Kr?
63. Назвіть перший і останній хімічні елементи 4-го періоду і запишіть їх символи.

¹ Терміни означають «схожі на Лантан», «схожі на Актиній».

64. Випишіть із періодичної системи символи всіх елементів, які починаються з літери А. Скільки існує таких елементів?
65. За матеріалами з інтернету підготуйте повідомлення про походження назв Гідрогену, Гелію чи будь-якого іншого хімічного елемента.
66. Заповніть пропуски: а) $Z(\dots) = 8$, $Z(\dots) = 12$; б) $Z(C) = \dots$, $Z(Na) = \dots$.
67. Заповніть таблицю:

Елемент		Розміщення в періодичній системі		Характеристика атома	
символ	назва	№ періоду	№ групи	заряд ядра	кількість електронів
He					
	Кальцій				
				+30	

11

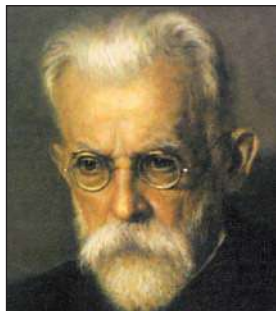
Поширеність хімічних елементів

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, які хімічні елементи найпоширеніші у природі;
- переконатися, що на Землі й у Всесвіті існують одні й ті самі хімічні елементи;
- дізнатися про елементи, які життєво необхідні рослинам, тваринам, людині.

Вам уже відомо, що в природі знайдено майже 90 елементів. Вони різняться за поширеністю: одні трапляються «на кожному кроці», інші — дуже рідко. Розподіл елементів на Землі вивчає наука геохімія. Значний внесок у її розвиток зробив видатний учений В. І. Вернадський.

Володимир Іванович Вернадський (1863—1945)



Український і російський учений-природодослідник, академік, перший президент Української академії наук (1918). Один із основоположників геохімії. Висунув теорію походження мінералів. Розвинув уявлення про роль живих організмів у геохімічних процесах. Досліджував хімічний склад літосфери, гідросфери, атмосфери. Організатор кількох науково-дослідних установ. Засновник школи вчених-geoхіміків.

В атмосфері, гідросфері, літосфері, живих організмах хімічні елементи поширені неоднаково. Поширеність елемента в певному середовищі оцінюють, порівнюючи кількість його атомів із кількістю атомів інших елементів.

Хімічні елементи в атмосфері та гідросфері. Атмосфера Землі майже повністю складається із двох газів — азоту і кисню. Молекул азоту N_2 у повітрі вчетверо

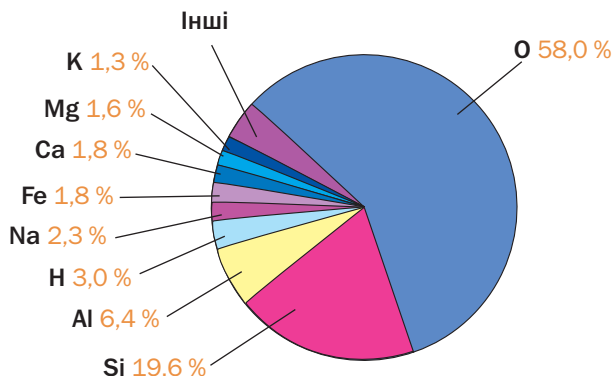
більше, ніж молекул кисню O_2 . Отже, перше місце за поширеністю в атмосфері посідає елемент Нітроген, а друге — Оксиген.

Гідросфера — це річки, озера, моря, океани, в яких розчинені незначні кількості твердих речовин і газів. Зваживши на склад молекули води H_2O , легко дійти висновку,

що в гідросфері найбільше атомів Гідрогену, а на другому місці за поширеністю — Оксиген.

Хімічні елементи в літосфері. Літосфера, або земна кора, — твердий поверхневий шар Землі. У ньому міститься багато елементів (мал. 42). Найпоширенішими є Оксиген

Мал. 42.
Поширеність елементів у земній корі (у відсотках від загальної кількості атомів)



(58 % усіх атомів¹), Силіцій (19,6 %) і Алюміній (6,4 %). Ці три елементи є складниками глини, містяться у ґрунті, численних мінералах і гірських породах. Із атомів Силіцію й Оксигену складається пісок.

Хімічні елементи у Всесвіті. Результати аналізів зразків місячного ґрунту, метеоритів, спектральних досліджень планет, зірок свідчать про універсальність складу Всесвіту. У ньому є елементи, що трапляються й на Землі, але в обмеженому «асортименті».

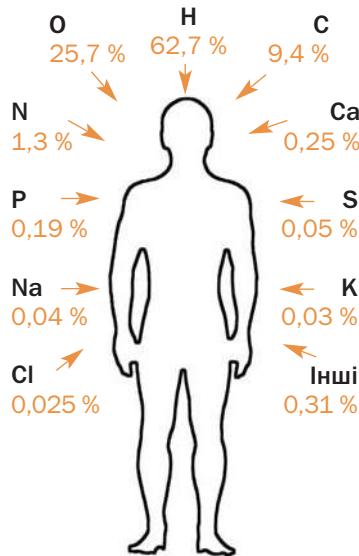
Найпоширеніші у Всесвіті два елементи, які мають найменші та найпростіші за складом атоми, — Гідроген і Гелій. Учені стверджують, що кількість атомів Гідрогену становить майже 90 % від усіх атомів у космічному просторі, а Гелій за поширеністю посідає друге місце. Атомів решти елементів — лише 0,1 %.

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

¹ Наведену в дужках цифру називають атомною часткою елемента.

Організм людини потребує понад 20 хімічних елементів. Їх називають біоелементами (мал. 43). Вони містяться у воді, багатьох речовинах, які потрапляють до організму разом із їжею. Оксиген також надходить із киснем під час дихання. Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген, Сульфур наявні в білках, інших речовинах, з яких складається наш організм. Калій і Натрій містяться в крові, клітинних рідинах, а Оксиген, Фосфор і Кальцій — у кістковій тканині. Важливими для людини елементами є також Ферум, Флуор, Йод. Нестача Феруму в організмі призводить до анемії, Флуору — спричиняє карієс, а Йоду — уповільнення розумового розвитку дитини.

Найпоширеніші елементи
 в атмосфері — **N, O**
 в гідросфері — **H, O**
 у літосфері — **O, Si**
 у Всесвіті — **H, He**



Мал. 43.
 Хімічні елементи в організмі людини (у відсотках від загальної кількості атомів)

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

На нашій планеті існує майже 90 хімічних елементів. Вони мають різну поширеність. Нітроген найбільш поширений в атмосфері, Оксиген — у літосфері, Гідроген — у гідросфері, живих організмах.

У Всесвіті існують ті самі елементи, що й на Землі; найпоширенішими є Гідроген і Гелій.

Деякі елементи життєво необхідні для рослин, організмів тварин і людини; їх називають біоелементами.



68. Як оцінюють поширеність хімічних елементів?
69. Скориставшись даними, наведеними на малюнку 42, визначте приблизну кількість:
- а) атомів Оксигену, яка припадає в земній корі на 1 атом Силіцію і на 1 атом Алюмінію;
 - б) усіх атомів дев'яти найпоширеніших елементів серед кожних 100 атомів у земній корі.
70. Для підживлення рослин у ґрунт вносять мінеральні добрива. За матеріалами з інтернету з'ясуйте, які три найважливіші хімічні елементи для рослин містяться в добривах.
71. У мінералі каолініті (основа глини) на кожні 2 атоми Алюмінію припадає стільки ж атомів Силіцію, 4 атоми Гідрогену і 9 атомів Оксигену. Обчисліть вміст (у відсотках) атомів цих елементів у каолініті.

12

Маса атома. Відносна атомна маса

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати відмінність між масою атома і відносною атомною масою;
- порівнювати маси атомів.

Цікаво знати

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

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

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

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

0,000 000 000 000 000 000 000 4 г.

Записувати і читати це число непросто; можна помилитися, пропустивши нуль або додавши зайвий. Існує інший спосіб його запису — у вигляді добутку: $4 \cdot 10^{-22}$ (22 — кількість цифр після коми)¹.

Точніше значення маси атома Урану становить $3,95 \cdot 10^{-22}$ г, а атома Гідрогену, найлегшого серед атомів, — $1,67 \cdot 10^{-24}$ г.

Оперувати такими числами незручно. Тому замість «звичайних», абсолютних мас атомів використовують відносні маси.

Відносна атомна маса. Щоб скласти уявлення про масу будь-якого атома, її порівнюють із масою іншого атома. Раніше для порівняння брали найлегший атом — атом Гідрогену. Тепер маси атомів зіставляють із $1/12$ маси атома Карбону (він майже в 12 разів важчий за атом Гідрогену). Цю маленьку масу названо *атомною одиницею маси* (скорочено — а. о. м.):

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

Маса атома Гідрогену, яку вказано вище, майже збігається з атомною одиницею

¹ Записи таких чисел буде докладно розглянуто на уроках математики.

Джон Дальтон (1766—1844)



Видатний англійський фізик і хімік, член Лондонського королівського товариства (Англійської академії наук). Першим висловив гіпотезу про різні маси і розміри атомів, визначив відносні атомні маси багатьох елементів і склав таблицю їх значень (1803). Запропонував символи елементів і позначення речовин. Дослідив склад і властивості повітря, відкрив закони тисків газів у їх сумішах (1801), теплового розширення газів (1802), розчинності газів у рідинях (1803).

маси, а маса атома Урану більша за неї в 238 разів:

$$\frac{3,95 \cdot 10^{-22} \text{ г}}{1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}} \approx 238.$$

Число, яке отримують діленням маси атома елемента на $1/12$ маси атома Карбону, називають *відносною атомною масою елемента*. Цю величину позначають $A_r(E)$:

$$A_r(E) = \frac{m_a(E)}{\frac{1}{12} m_a(C)}.$$

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

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

Відносна атомна маса не має розмірності.

Першу таблицю відносних атомних мас склав на початку XIX ст. англійський учений Дж. Дальтон.

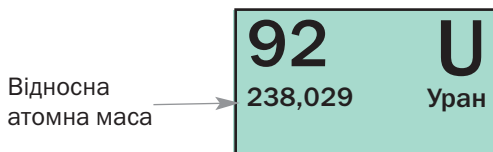
На підставі викладеного матеріалу можна дійти таких висновків:

- *відносні атомні маси пропорційні масам атомів;*

- співвідношення мас атомів такі самі, що й відносних атомних мас.

Значення відносних атомних мас хімічних елементів записані в клітинках короткого варіанта періодичної системи (форзац I). Їх визначено з дуже високою точністю; відповідні числа здебільшого пяти- або шести-значні (мал. 44).

Мал. 44.
Клітинка
елемента Урану



Для проведення хімічних розрахунків значення відносних атомних мас округлюватимемо до цілих чисел. Так, для Гідрогену і Урану

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

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

Значення відносної атомної маси Хлору прийнято округлювати до десятих:

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

- ▶ Знайдіть у періодичній системі значення відносних атомних мас Літію, Карбону, Неону й округліть їх до цілих чисел.
- ▶ У скільки разів маси атомів Карбону, Оксигену, Неону і Магнію більші за масу атома Гелію?

Зверніть увагу: *майже всі хімічні елементи розміщені в періодичній системі за зростанням атомних мас.*

ВИСНОВКИ

Атоми мають надзвичайно малу масу. Для порівняння їхніх мас та різних об-

числень використовують відносні маси атомів.

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

Значення відносних атомних мас хімічних елементів містяться в періодичній системі.



72. У чому відмінність між поняттями «маса атома» і «відносна атомна маса»?
73. Що таке атомна одиниця маси?
74. Що означають записи A_r і A_r ?
75. Який атом легший — Берилію чи Алюмінію? У скільки разів?
76. Що має більшу масу:
- а) атом Флуору чи два атоми Літію;
 - б) два атоми Магнію чи три атоми Сульфуру?
77. Знайдіть у періодичній системі три-чотири пари елементів, відношення мас атомів яких становить: а) 1 : 2; б) 1 : 3.
78. Речовина складається з молекул і містить однакові маси Сульфуру та Оксигену. Атомів якого елемента в молекулі речовини більше й у скільки разів?
79. Обчисліть відносну атомну масу Гелію, якщо маса атома цього елемента становить $6,64 \cdot 10^{-24}$ г.

13

Прості речовини. Метали і неметали

Матеріал параграфу допоможе вам:

- вирізняти серед усіх речовин прості речовини;
- розпізнавати метали і неметали;
- зрозуміти, чому метали схожі за властивостями;

- визначати металічні й неметалічні елементи за їх розміщенням у періодичній системі.

Прості речовини. Атоми здатні сполучатися з такими самими або іншими атомами. Це зумовлює велике розмаїття у світі речовин.

Речовину, утворену одним хімічним елементом, називають простою речовиною.

Цікаво знати

До нової ери людям були відомі прості речовини 11 елементів — Au, Ag, Cu, Hg, Pb, Fe, Sn, S, C, Zn і Sb.

Прості речовини поділяють на *метали* і *неметали*. Таку класифікацію простих речовин запропонував наприкінці XVIII ст. видатний французький учений А.-Л. Лавуазьє.

Метали. Кожен із вас, не вагаючись, зможе назвати кілька металів. Вони відрізняються від решти речовин особливим «металічним» блиском (мал. 45) і мають багато інших спільних властивостей. За звичайних умов метали є твердими речовинами (лише ртуть — рідина), добре проводять електричний струм і теплоту, плавляться здебільшого за досить високих температур (понад 500 °С). Вони пластичні; їх можна кувати, витягувати з них дріт.

Завдяки своїм властивостям метали відіграють дуже важливу роль у житті людей,

Мал. 45.
Метали



про що свідчать навіть назви історичних епох: мідний вік, бронзовий¹ вік, залізний вік.

Подібність металів зумовлена їхньою внутрішньою будовою. Усі вони складаються з атомів, які розміщені дуже щільно. Частина електронів постійно переходить від одних атомів до інших. Завдяки цим електронам метали проводять електричний струм, здатні швидко нагріватися й охолоджуватися.

Неметали. Простих речовин цього типу значно менше. До неметалів належать азот, кисень, графіт, алмаз, сірка, йод та ін. (мал. 46).

Неметали відрізняються від металів передусім відсутністю металічного блиску.



Бром



Сірка



Червоний фосфор



Графіт

Мал. 46.
Неметали

¹Бронза — сплав міді з оловом.

Лише графіт, йод, кристалічні бор і силіцій¹ мають такий блиск. Неметали не проводять електричного струму (виняток — графіт). За звичайних умов частина неметалів перебуває в газоподібному стані (жодного металугазу не існує), інші є твердими речовинами і лише бром — рідиною.

Між собою неметали істотно різняться.

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

Інші неметали утворені молекулами. Атоми в кожній молекулі міцно сполучені між собою, а молекули лише слабко притягуються одна до одної. Тому речовини молекулярної будови мають невисокі температури плавлення і кипіння.

Із молекул складаються прості речовини Оксигену — кисень і озон. Молекула кисню містить два атоми, а молекула озону — три (мал. 47).

Мал. 47.

Моделі
молекул:
а — кисню;
б — озону



а



б

Не лише Оксиген, а й чимало інших елементів утворюють по дві чи навіть більше простих речовин. Тому *простих речовин існує більше, ніж хімічних елементів*.

Назви простих речовин. Більшість простих речовин називають так, як і відповідні хімічні елементи. Якщо назви різні, то обидві наявні в клітинці періодичної системи;

¹Традиційна назва речовини — кремній.

назва простої речовини міститься під назвою елемента (мал. 48).

Мал. 48.
Клітинка
періодичної
системи

Назва елемента	S	16
Назва простої речовини	Сульфур Сірка	32,06

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

Назви простих речовин усередині речення записують з малої літери; вони не є власними назвами. Приклад такого речення: «Неметал бор складається з атомів елемента Бору».

Металічні та неметалічні елементи. Хімічні елементи, від яких походять метали, називають *металічними*, а ті, які утворюють неметали, — *неметалічними*. У довгому варіанті періодичної системи (форзац II) вони розмежовані діагональною ламаною лінією. Металічні елементи розміщені ліворуч від неї; їх значно більше, ніж неметалічних елементів.

Елементи Германій, Стибій, Полоній утворюють прості речовини, які за деякими властивостями подібні до металів, а за іншими — до неметалів.

ВИСНОВКИ

Кожна проста речовина утворена одним елементом.

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

Метали мають подібну внутрішню будову і тому виявляють чимало спільних властивостей.

Неметали складаються з атомів або молекул і за властивостями відрізняються від металів, а нерідко й один від одного.



80. Яку речовину називають простою? Назвіть кілька таких речовин.
81. Які типи простих речовин існують? Як називають відповідні елементи?
82. Наведіть приклади простих речовин, які трапляються в природі.
83. Укажіть правильне закінчення речення «Кожна проста речовина утворена ...»:
- а) однаковими молекулами;
 - б) одним хімічним елементом;
 - в) одним металічним елементом;
 - г) одним неметалічним елементом.
84. За якими фізичними властивостями метал можна відрізнити від неметалу?
85. Заповніть пропуски, вставивши у відповідних відмінках слова «Нітроген» або «азот», і поясніть свій вибір:
- а) ... — газ, якого в повітрі міститься найбільше;
 - б) молекула ... складається з двох атомів ... ;
 - в) речовини, які містять ..., потрапляють у рослини із ґрунту;
 - г) ... погано розчиняється у воді.
86. Заповніть пропуски, вставивши слова «елемент», «атом» чи «молекула» у відповідному відмінку та числі:
- а) ... білого фосфору містить чотири ... Фосфору;
 - б) золото — проста речовина ... Ауруму.
87. Якими елементами утворені такі прості речовини: фтор, сірка, цинк, фосфор, ртуть?
88. Назвіть прості речовини елементів Pb, Ca, He, Ag, Cl.
89. Яку помилку допущено у відомому вислові «У яблуках є залізо»? Змініть цей вислів, правильно дібравши хімічну назву.
90. Знайдіть відповідність, скориставшись довгим варіантом періодичної системи:

Елемент	Тип елемента
1) Силіцій;	а) металічний елемент;
2) Хром;	б) неметалічний елемент.
3) Барій;	
4) Неон;	
5) Уран;	

14

Складні речовини

Матеріал параграфа допоможе вам:

- вирізняти серед усіх речовин складні речовини;
- розрізняти органічні й неорганічні речовини.

Складні речовини. Сполучення атомів різних хімічних елементів породжує надзвичайно велику кількість відповідних речовин, у десятки тисяч разів більшу, ніж простих речовин.

Речовину, утворену двома або більшою кількістю елементів, називають складною речовиною, або хімічною сполукою¹.

Більшість складних речовин мають молекулярну будову. Тому температури їх плавлення і кипіння невисокі. Частина таких речовин має запах.

Молекулярною сполукою є вода. Її молекула складається з двох атомів Гідрогену й одного атома Оксигену (с. 42, мал. 32, б). Молекулярну будову мають чадний і вуглекислий гази (обидва утворені Карбоном і Оксигеном), цукор, етиловий спирт, оцтова кислота (утворені Карбоном, Гідрогеном і Оксигеном) та ін. Кількість атомів у молекулах складних речовин може бути різною — від двох до сотень і навіть тисяч.

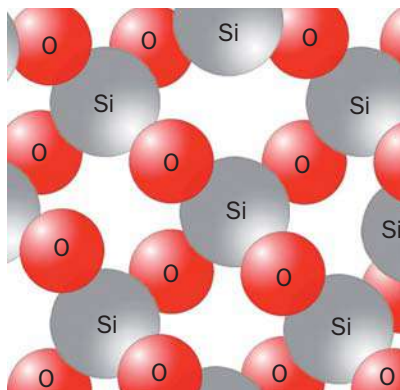
Деякі сполуки мають атомну будову. Однією з них є мінерал кварц — головний складник піску. У ньому містяться сполучені між собою атоми Силіцію й Оксигену (мал. 49).

Цікаво знати

У бактеріях виявлено речовину, молекула якої містить 19 913 атомів.

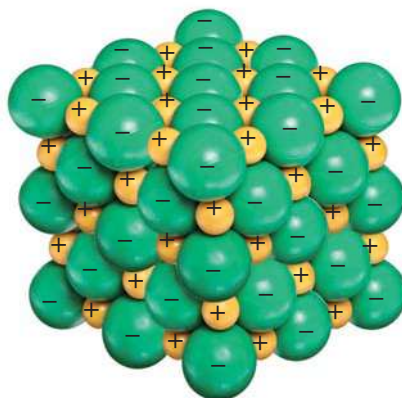
¹Зазвичай слово «хімічна» опускають.

Мал. 49.
Модель
будови
кварцу



Існують також складні речовини, утворені йонами. Це — кухонна сіль, крейда, харчова і кальцинована сода, вапно, гіпс і багато інших.

Кристали кухонної солі складаються з позитивно заряджених йонів Натрію і негативно заряджених йонів Хлору (мал. 50).



Мал. 50.
Модель будови
кухонної солі

Назви складних речовин. У цьому і попередніх параграфах підручника ми наводили традиційні, технічні або побутові назви складних речовин — крейда, кварц, харчова сода тощо. Крім них, використовують і хімічні назви. Наприклад, хімічна назва кухонної солі — натрій хлорид. У ній перше слово є назвою одного із двох елементів, якими утворена речовина (його пишуть з

малої літери), а друге походить від назви іншого елемента.

Органічні та неорганічні речовини. На уроках природознавства ви дізналися, що речовини поділяють на органічні та неорганічні. Раніше органічними речовинами називали ті, які містяться в живих організмах. Це білки, жири, цукор, крохмаль, вітаміни, сполуки, що зумовлюють колір, запах, смак овочів і фруктів. Згодом учені виявили, що існують й інші, подібні за складом речовини, які можна добути лише в хімічній лабораторії. Серед них — фармацевтичні препарати, синтетичні барвники, полімери. Тепер до органічних речовин зараховують майже всі сполуки Карбону (за винятком чадного і вуглекислого газів, крейди, харчової та кальцинованої соди, деяких інших сполук).

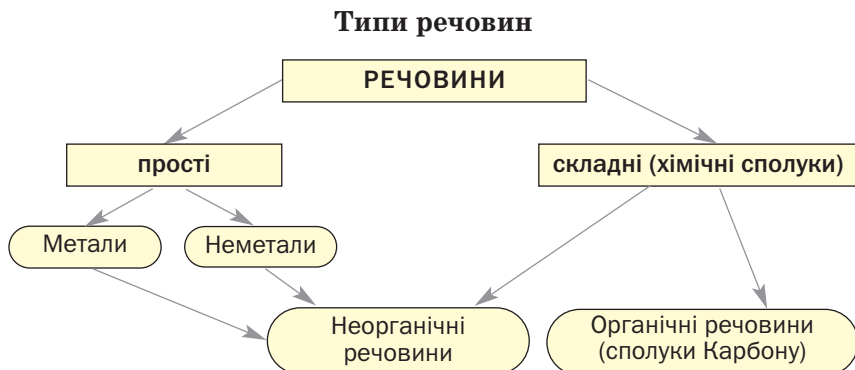
До неорганічних речовин належить решта складних речовин, а також усі прості. Неорганічні речовини, як і органічні, поширені в природі. Вони містяться в ґрунті, мінералах, гірських породах, повітрі, природній воді. Деякі з них є в живих організмах.

Матеріал параграфів 13 і 14 узагальнює схема 4, яка ілюструє багатоманітність речовин.

Цікаво знати

У молекулах органічних речовин, крім атомів Карбону, є атоми Гідрогену, нерідко — атоми Оксигену, деяких інших елементів.

Схема 4



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 4

Ознайомлення зі зразками простих і складних речовин

Вам видано такі речовини:

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

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

Речовини містяться в склянках з етикетками.

Уважно розгляньте речовини, зверніть увагу на їхні назви. Виявіть серед речовин прості (метали, неметали) і складні речовини, а також органічні та неорганічні.

Внесіть у таблицю назву кожної речовини і вкажіть її тип, записавши у відповідному стовпчику знак «+»:

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

ВИСНОВКИ

Складні речовини (хімічні сполуки) утворені двома або більшою кількістю хімічних елементів. Багато складних речовин мають молекулярну будову, деякі складаються зі сполучених між собою атомів.

Розрізняють органічні та неорганічні речовини. До органічних речовин належать майже всі сполуки Карбону, а до неорганічних — решта сполук і прості речовини.



91. Яку речовину називають складною? Назвіть кілька таких речовин.

92. Простими чи складними речовинами є металічні руди (переробляючи їх, добувають метали)? Відповідь обґрунтуйте.
93. Простою чи складною є речовина, якщо:
- під час її нагрівання утворюються натрій хлорид і кисень;
 - за звичайних умов вона поступово перетворюється на кисень?
- Відповіді поясніть.
94. Якими елементами утворені складні речовини з такими хімічними назвами: алюміній оксид, силіцій нітрид, калій гідрогенсульфід?
95. У наведеному переліку вкажіть органічні та неорганічні речовини: алмаз, глюкоза, вода, крейда, олія, вітамін С (аскорбінова кислота).

15

Хімічні формули

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що таке хімічна формула;
- читати хімічні формули;
- характеризувати склад молекули та речовини за хімічною формулою.

Хімічна формула. Кожна речовина має назву. Проте за назвою не можна визначити, наприклад, скільки і яких атомів міститься в молекулі речовини. Відповіді на це та інші запитання дає особливий запис — хімічна формула.

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

Хімічною формулою *атома* є символ відповідного елемента. Наприклад, атом Алюмінію позначають символом Al, атом Силіцію — символом Si. Такі формули мають і

H₂
O₂
N₂
F₂
Cl₂
Br₂
I₂

прості речовини цих елементів (вони складаються з атомів) — метал алюміній, неметал силіцій.

Хімічна формула *молекули простої речовини* містить символ елемента і нижній індекс — маленьку цифру, записану нижче і справа від символу. Індекс указує на кількість атомів елемента в молекулі.

Молекула кисню складається з двох атомів Оксигену. Її хімічна формула — O₂. Цю формулу читають, вимовляючи спочатку символ елемента, потім — індекс: «о-два». Формулою O₂ позначають не лише молекулу, а й речовину кисень.

Із двоа́томних молекул складаються також прості речовини Гідрогену, Нітрогену, Флуору, Хлору, Броду, Йоду. В озоні містяться трьох́атомні молекули, білому фосфорі — чотирьох́атомні, а сірці — восьми́атомні.

► Напишіть хімічні формули озону, білого фосфору і сірки.

Цікаво знати

Молекули простих речовин — фулеренів — складаються з десятків атомів: C₆₀, C₇₀ та ін.

У формулі *молекули складної речовини* записують символи елементів, атоми яких містяться в ній, а також індекси. Молекула вуглекислого газу складається з одного атома Карбону і двох атомів Оксигену. Її хімічна формула — CO₂ («це-о-два»). Запам'ятайте: якщо молекула містить один атом елемента, то відповідний індекс, тобто 1, у хімічній формулі не пишуть. Формула молекули вуглекислого газу є також формулою самої речовини.

Деякі хімічні формули містять круглі дужки. Індекс після дужок указує на кількість груп атомів, що записані в них. Так, у формулі Ca(OH)₂ є дві групи атомів OH, а у формулі Al(NO₃)₃ — три групи атомів NO₃. Першу формулу читають «кальцій-о-аш-

двічі» (але не «кальцій-о-аш-два»), другу — «алюміній-ен-о-три-тричі».

Іноді в хімічних формулах замість символів елементів записують «сторонні» літери, а також літери-індекси. Такі формули називають загальними. Приклади формул цього типу: ECl_n , E_mO_n , C_xH_y . Першою формулою позначають групу сполук елементів із Хлором, друга є загальною для сполук елементів з Оксигеном, а третю використовують, якщо хімічна формула сполуки Карбону з Гідрогеном не відома або її необхідно визначити. У деяких коротких варіантах періодичної системи містяться додаткові рядки із загальними формулами сполук елементів з Гідрогеном (наприклад, HE , H_2E) і Оксигеном (E_2O , EO тощо).

Для позначення, наприклад, двох окремих атомів Алюмінію чи трьох молекул вуглекислого газу використовують записи $2Al$, $3CO_2$. Цифру перед хімічною формулою називають *коефіцієнтом*. Коефіцієнт 1, як і індекс 1, не пишуть.

Цікаво знати

Галузь хімії, предметом якої є експериментальне визначення складу речовин, називається аналітичною хімією.

Якісний і кількісний склад речовини. Ви вже знаєте, що хімічна формула містить інформацію про склад молекули, а отже, і відповідної речовини. Характеризуючи *якісний склад* молекули (речовини), називають елементи, якими вона утворена, а характеризуючи *кількісний склад*, зазначають:

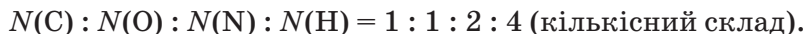
- кількість атомів кожного елемента в молекулі;
- співвідношення атомів різних елементів у молекулі (речовині).

ВПРАВА. Описати склад сечовини $CO(NH_2)_2$ (азотне добриво, молекулярна сполука).

Розв'язання

Сечовина $CO(NH_2)_2$ утворена чотирма елементами — Карбоном, Оксигеном, Нітрогеном і Гідрогеном (це якісний

склад). Молекула сполуки містить по одному атому Карбону й Оксигену, два атоми Нітрогену і чотири атоми Гідрогену; їх співвідношення в молекулі й у самій речовині —



(Літерою N позначають кількість частинок — атомів, молекул та ін.)

ВИСНОВКИ

Хімічна формула — запис атома, молекули, речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів. Кількість атомів кожного елемента вказують у формулі за допомогою нижнього індексу.

Хімічна формула відображає якісний і кількісний склад молекули, речовини.



96. Яку інформацію про атом, молекулу, речовину надає хімічна формула?
97. Яка відмінність між коефіцієнтом і нижнім індексом у хімічних записах? Відповідь поясніть на прикладах.
98. Прочитайте формули:
 - а) N_2 , Cl_2 , $NaCl$, $Al_2(SO_4)_3$;
 - б) P_4 , $KHCO_3$, $Fe(OH)_2NO_3$.
99. Що означають записи: $2H$, $2H_2$, N_2 , Li , $4Cu$, $3H_2O$?
100. Запишіть хімічні формули, які читають так:
 - а) йод-два, бор-два-о-три, аш-ен-о-два, хром-о-аш-тричі;
 - б) о-три, ес-о-три, ен-аш-чотири-двічі-ес, натрій-аш-ес-о-чотири.
101. Складіть хімічну формулу молекули, яка містить:
 - а) один атом Сульфуру і два атоми Оксигену;
 - б) один атом Гідрогену, один атом Нітрогену і три атоми Оксигену;
 - в) чотири атоми Гідрогену, два атоми Фосфору і сім атомів Оксигену.

102. Скільки атомів кожного елемента позначено у формулах речовин: NH_4HCO_3 , CH_3COOH , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$, $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$?
103. Охарактеризуйте якісний і кількісний склад молекулярних речовин:
- хлору Cl_2 , сірки S_8 ;
 - гідроген пероксиду (перекису водню) H_2O_2 ;
 - глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
104. Що позначає латинська літера у варіантах її запису N і N?

16

Валентність хімічних елементів

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що таке валентність хімічного елемента;
- обчислювати значення валентності елементів у сполуках за їхніми формулами;
- складати формули сполук за значеннями валентності елементів.

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

Здатність атома сполучатися з певною кількістю таких самих або інших атомів називають валентністю¹.

Валентність є важливою властивістю атома; вона має кількісну характеристику.

Атом Гідрогену завжди сполучається з одним атомом. Якщо з таким самим, то утворюється молекула водню H_2 , а якщо з

¹Термін походить від латинського слова *valentia* — сила.

іншим — утворюються молекули фтороводню HF, води H₂O:



Гідроген — одновалентний елемент.

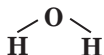
У молекулі фтороводню HF атом Флуору сполучений з одним атомом Гідрогену. Проаналізувавши кількісний склад інших сполук Флуору, легко дійти висновку, що цей елемент, як і Гідроген, є одновалентним.

Атом Оксигену «утримує» в молекулі води H₂O два атоми Гідрогену. *Оксиген — двовалентний елемент.* Таку валентність Оксиген виявляє завжди — і в молекулі простої речовини (O₂), і в молекулах складних речовин.

Значення валентності елемента за необхідності вказують римською цифрою над його символом у хімічній формулі: HF, H₂O. У математичних розрахунках і в тексті для цього застосовують арабські цифри. Приклад відповідного речення: «Значення валентності Оксигену дорівнює 2».

► Визначте валентність елементів у молекулах амоніаку NH₃ і метану CH₄.

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



Такі формули називають *графічними*. Вони показують, як атоми сполучені в молекулах.

H—H

O=O

N≡N

Молекула простої речовини водню має графічну формулу H—H. Аналогічними є графічні формули молекул фтору, хлору, бромю, йоду. Графічна формула молекули кисню O=O, а молекули азоту N≡N.

Складаючи графічні формули для молекул складних речовин, потрібно брати до уваги, що в них атоми одного елемента зазвичай не сполучені між собою.

► Зобразіть графічні формули молекул амоніаку, метану, вуглекислого газу.

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

Більшість хімічних елементів мають змінну валентність (табл. 2).

Таблиця 2

Значення валентності деяких хімічних елементів

Символ елемента	Номер групи	Значення валентності
Pb	IV	2, 4
P	V	3, 5
S	VI	2, 4, 6
Cr	VI	2, 3, 6
Cl	VII	1, 3, 5, 7
Fe	VIII	2, 3, 6

Максимальне значення валентності хімічних елементів дорівнює 8.

Визначення валентності елементів у бінарній сполуці за її хімічною формулою. Бінарною¹ називають сполуку, утворену двома елементами. Значення валентності елемента в сполуці з'ясовують у тому разі, якщо він має змінну валентність. Покажемо, як виконують таке завдання.

Знайдемо значення валентності Йоду² в сполуці з Оксигеном, формула якої — I_2O_5 .

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

► Визначте валентність елементів у сполуках, що мають формули SO_2 і Cl_2O_7 .

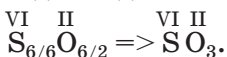
Складання хімічних формул бінарних сполук за валентністю елементів. Виконаємо завдання, протилежне попередньому, — складемо хімічну формулу сполуки Сульфору з Оксигеном, у якій Сульфур шестивалентний.

Спочатку запишемо символи елементів, якими утворена сполука, і вкажемо над ними значення валентності елементів: $S \dots O \dots$. Потім знаходимо найменше число, яке ділиться без залишку на обидва значення

¹ Термін походить від латинського слова binarius — подвійний; той, що складається із двох частин.

² Цей елемент буває одно-, три-, п'яти- і семивалентним.

валентності, — найменше спільне кратне. Це число 6. Ділимо його на значення валентності кожного елемента й отримуємо відповідні індекси в хімічній формулі сполуки:



Цікаво знати

На початку XIX ст. хімічні формули записували за принципом «найбільшої простоти». Для води використовували формулу HO, а не H₂O.

Для перевірки правильності хімічної формули користуються правилом: *добутки значення валентності кожного елемента на кількість його атомів у формулі бінарної сполуки однакові*. Переконаємося в цьому: $6 \cdot 1 = 2 \cdot 3$.

Складаючи формули бінарних сполук, спочатку записують символи металічних елементів, а потім — неметалічних. Якщо сполука утворена лише неметалічними елементами і серед них є Оксиген або Флуор, то ці два елементи записують останніми.

► Складіть хімічні формули сполук Бору із Флуором та Оксигеном.

У формулі сполуки Гідрогену з неметалічним елементом VI або VII групи першим записують Гідроген (H₂Te, HBr), а для інших аналогічних сполук цього елемента застосовують протилежний порядок запису елементів (PH₃, CH₄).

Хімічні формули сполук, утворених трьома і більше елементами, складають за іншими алгоритмами.

ВИСНОВКИ

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

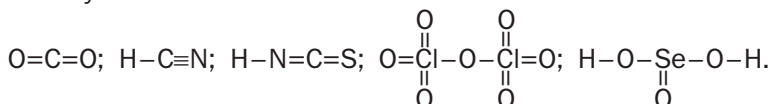
Існують елементи зі сталою і змінною валентністю. Гідроген, Флуор завжди одновалентні, Оксиген — двовалентний.

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

У хімічній формулі бінарної сполуки добуток значення валентності кожного елемента на кількість його атомів однаковий.



105. Що таке валентність хімічного елемента? Назвіть мінімальне і максимальне значення валентності елементів.
106. Укажіть у поданому переліку символи елементів зі сталою валентністю: K, Ca, Cu, Cl, Zn, F, H.
107. Що таке бінарна сполука? Наведіть формули кількох таких сполук, кожна з яких утворена:
- неметалічними елементами;
 - металічним і неметалічним елементами.
108. За наведеним значенням валентності одного з елементів у сполуці з'ясуйте і запишіть значення валентності іншого елемента:
- $$\overset{\text{IV}}{\text{S}}\text{Cl}_4; \overset{\text{I}}{\text{P}}\text{Br}_5; \overset{\text{I}}{\text{N}}\text{I}_3; \overset{\text{IV}}{\text{C}}\text{S}_2; \overset{\text{III}}{\text{P}}_3\text{N}_5.$$
109. Визначте валентність елементів у сполуках, що мають такі формули:
- $\text{BaH}_2, \text{V}_2\text{O}_5, \text{SiF}_4, \text{Li}_3\text{P};$
 - $\text{CuF}_2, \text{Ca}_3\text{N}_2, \text{P}_2\text{O}_3, \text{Mn}_2\text{O}_7.$
110. Складіть формули сполук, утворених елементами зі сталою валентністю: Na...H...; Ba...F...; Al...O...; Al...F... .
111. Напишіть формули сполук за вказаними валентностями деяких елементів:
- $\overset{\text{II}}{\text{Al}}\dots\overset{\text{IV}}{\text{S}}\dots, \overset{\text{IV}}{\text{Si}}\dots\overset{\text{I}}{\text{H}}\dots, \overset{\text{I}}{\text{Zn}}\dots\overset{\text{VI}}{\text{Br}}\dots, \overset{\text{VI}}{\text{W}}\dots\overset{\text{II}}{\text{O}}\dots;$
 - $\overset{\text{III}}{\text{N}}\dots\overset{\text{V}}{\text{O}}\dots, \overset{\text{V}}{\text{P}}\dots\overset{\text{IV}}{\text{O}}\dots, \overset{\text{IV}}{\text{C}}\dots\overset{\text{I}}{\text{Cl}}\dots, \overset{\text{I}}{\text{Li}}\dots\overset{\text{II}}{\text{S}}\dots .$
112. Складіть формули сполук Калію та Алюмінію з Гідрогеном.
113. Напишіть формули сполук з Оксигеном таких елементів:
- Літію; б) Магнію; в) Осмію (виявляє валентність 4 і 8).
114. Зобразіть графічні формули молекул Cl_2O , PH_3 , SO_3 .
115. Визначте валентність елементів за графічними формулами молекул:



ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Валентність хімічного елемента і його розміщення в періодичній системі

Проаналізувавши наведені в параграфі значення валентності елементів, можна дійти важливого висновку: максимальне значення валентності елемента збігається з номером групи, в якій він розміщений¹. Із цим висновком узгоджується також те, що значення валентності хімічних елементів не може перевищувати 8, адже в періодичній системі — вісім груп.

Існує й таке правило: значення валентності неметалічного елемента у сполуці з Гідрогеном або металічним елементом дорівнює різниці між числом 8 і номером групи, в якій розміщений неметалічний елемент. Підтвердимо його кількома прикладами. Елемент VII групи Йод у йодоводні HI одновалентний ($8 - 7 = 1$), елемент VI групи Сульфур у сполуці CaS двовалентний ($8 - 6 = 2$), елемент V групи Нітроген у сполуці AlN та амоніаку NH₃ тривалентний ($8 - 5 = 3$).

Відома ще одна закономірність: неметалічні елементи парних груп мають парні значення валентності, а елементи непарних груп — непарні значення валентності. Цю закономірність підтверджує інформація в попередньому параграфі щодо валентності Фосфору, Сульфору, Хлору.

Усе викладене допоможе вам прогнозувати значення валентності хімічних елементів і складати формули сполук.

У ПОЗАУРОЧНИЙ ЧАС

Виготовляємо моделі молекул

За графічними формулами молекул можна виготовляти моделі цих частинок (мал. 51). У хімічному кабінеті для цього використовують різнокольорові пластмасові кульки і стержні з набору для складання моделей молекул². Для атомів кожного елемента

¹ Існують винятки.

² Удома для такої роботи знадобляться пластилін різного кольору і сірники.

Мал. 51.
Модель
молекули
метану CH_4



добирають кульки певного кольору і з'єднують їх за допомогою стержнів; стержень імітує риску в графічній формулі молекули.

Виготовте моделі молекул H_2 , O_2 , H_2O (має кутову форму), NH_3 (має форму піраміди з атомом Нітрогену у вершині), CO_2 (атоми розміщені вздовж прямої лінії).

17

Відносна молекулярна маса

Матеріал параграфа допоможе вам:

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

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

Відносна молекулярна маса — це відношення маси молекули до $1/12$ маси атома Карбону.

Позначення відносної молекулярної маси — M_r . Ця величина, як і відносна атомна маса, не має розмірності. Математична формула для її обчислення за масою молекули має такий вигляд:

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

Визначимо відносну молекулярну масу кисню, використавши маси молекули кисню ($5,32 \cdot 10^{-23}$ г) і атома Карбону ($1,99 \cdot 10^{-23}$ г):

$$M_r(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{5,32 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{\frac{1}{12} \cdot 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 32,08 \approx 32.$$

Сподіваємося, що очевидними для вас є такі твердження:

- *відносні молекулярні маси пропорційні масам молекул;*
- *співвідношення мас молекул такі самі, що й відносних молекулярних мас.*

Значно простіше розрахувати відносну молекулярну масу за відносними атомними масами.

Відносна молекулярна маса дорівнює сумі відносних мас атомів, які містяться в молекулі.

Знайдемо відносні молекулярні маси кисню і води, використавши округлені до цілих чисел значення відносних атомних мас Оксигену і Гідрогену:

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

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

► Обчисліть відносні молекулярні маси азоту N_2 і амоніаку NH_3 .

Якщо в хімічній формулі речовини є дужки, то, обчислюючи відносну молекулярну масу, їх «розкривають». За приклад візьмемо гліцерин $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$:

$$M_r[\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3] = 3A_r(\text{C}) + 5A_r(\text{H}) + 3A_r(\text{O}) + 3A_r(\text{H}) = 3 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 3 \cdot 16 + 3 \cdot 1 = 92.$$

Існує чимало речовин, які мають атомну або йонну будову, тобто не містять молекул. Для них замість терміна «відносна молекулярна маса» застосовують інший — «відносна формульна маса». Позначення цієї фізичної величини та її обчислення такі самі, що й відносної молекулярної маси.

ВИСНОВКИ

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

Маси молекул пропорційні відносним молекулярним масам.



116. Що таке відносна молекулярна маса? Як її розрахувати:
 - а) за масою молекули;
 - б) за хімічною формулою молекули?
117. Назвіть речовину, яка має найменшу відносну молекулярну масу.
118. Обчисліть (бажано усно) відносні молекулярні маси речовин із такими формулами:
 - а) Cl_2 , O_3 , P_4 ;
 - б) CO , H_2S , H_3PO_4 .
119. Обчисліть відносні молекулярні маси сечовини $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ і глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
120. Визначте (усно), у скільки разів маса атома Оксигену більша чи менша за масу:
 - а) атома Сульфору;
 - б) молекули водню;
 - в) двох молекул силану SiH_4 .
121. Скільки молекул сірчастого газу SO_2 мають таку саму масу, що й дві молекули бромиду Br_2 ?
122. Обчисліть співвідношення мас молекул CH_4 і SO_3 .

123. Відносна молекулярна маса сполуки Хлору з Оксигеном становить 183. Відомо, що в молекулі речовини міститься 7 атомів Оксигену. Знайдіть її формулу.
124. Сполука Нітрогену з Оксигеном має таку саму відносну молекулярну масу, що й вуглекислий газ. Яка формула цієї сполуки?

18 Масова частка елемента у складній речовині

Матеріал параграфа допоможе вам:

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

Кожна складна речовина утворена кількома елементами. Відомості про кількісний вміст елементів у сполуці часто є важливими для її практичного використання. Наприклад, кращим азотним добривом вважають таке, в якому атомів Нітрогену міститься більше за масою, ніж в інших добривах (цей елемент потрібний рослинам). Так само оцінюють якість залізної руди, визначаючи, наскільки вона «багата» на елемент Ферум.

Кількісний вміст хімічного елемента у сполуці характеризують його *масовою часткою*. Цю величину позначають латинською літерою w (дубль-ве)¹.

Виведемо формулу для обчислення масової частки елемента у сполуці за відомими

¹ Схожою за написанням є грецька літера ω (омега).

масами сполуки та атомів (або йонів) елемента в ній. Позначимо елемент літерою E , а невідому масову частку цього елемента — літерою x . Врахувавши, що маса сполуки — ціле, а маса елемента $m(E)$ — частина від цілого, складаємо пропорцію:

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

Звідси

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

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

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

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

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

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

Розглянемо приклади розв'язування задач, які передбачають обчислення або використання масових часток елементів у сполуках.

Умову розрахункової задачі та її розв'язання зазвичай подають у такий спосіб. Аркуш зошита чи класну дошку ділять вертикальною лінією на дві неоднакові частини. У лівій, меншій, частині скорочено записують умову задачі, потім проводять горизонтальну лінію, а під нею зазначають те, що потрібно знайти чи обчислити. У правій частині записують етапи розв'язання,

пояснення, математичні формули, розрахунки і відповідь.

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

Дано:

$$m(\text{сполуки}) = 80 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 32 \text{ г}$$

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

Розв'язання

1-й спосіб

Складаємо пропорцію й обчислюємо масову частку Оксигену в сполуці:

$$80 \text{ г} — 1,$$

$$32 \text{ г} — x;$$

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

або

$$0,4 \cdot 100 \% = 40 \% .$$

2-й спосіб

Розраховуємо масову частку Оксигену за відповідною формулою:

$$w(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{сполуки})} = \frac{32 \text{ г}}{80 \text{ г}} = 0,4 \text{ (або } 40 \% \text{)}.$$

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

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

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

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

ЗАДАЧА 2. Обчислити масові частки елементів у метані CH_4 .

Дано:



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

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

Розв'язання

1. Обчислюємо відносну молекулярну масу метану:

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

2. Розраховуємо масову частку Карбону в метані:

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

3. Обчислюємо масову частку Гідрогену в метані:

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

Інший варіант розрахунку масової частки Гідрогену:

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

або

$$\begin{aligned} w(\text{H}) &= 100\% - w(\text{C}) = \\ &= 100\% - 75\% = 25\%. \end{aligned}$$

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

$w(\text{H}) = 0,25$, або 25% .

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

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

ЗАДАЧА 3. Яка маса Нітрогену міститься в аміачній селітрі¹ масою 1 кг, якщо масова частка цього елемента у сполуці становить 0,35?

Дано:

$$m(\text{сполуки}) = 1 \text{ кг}$$

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

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

Розв'язання

Обчислюємо масу Нітрогену:

$$\begin{aligned} m(\text{N}) &= w(\text{N}) \cdot m(\text{сполуки}) = \\ &= 0,35 \cdot 1 \text{ кг} = 0,35 \text{ кг, або } 350 \text{ г.} \end{aligned}$$

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

ВИСНОВКИ

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

¹ Азотне добриво.

також обчислюють за хімічною формулою сполуки.

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



125. Як обчислити масову частку елемента у сполуці, якщо відомі:
а) маса елемента і відповідна маса сполуки;
б) хімічна формула сполуки?
126. Якою є масова частка елемента в простій речовині?
127. У 20 г речовини міститься 16 г Брому. Знайдіть масову частку цього елемента в речовині, виразивши її звичайним дробом, десятковим дробом й у відсотках.
128. Обчисліть (бажано усно) масові частки елементів у сполуках, що мають такі формули: SO_2 , SiH_4 , CrO_3 .
129. Виконайте необхідні обчислення для оцтової кислоти CH_3COOH та гліцерину $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ і заповніть таблицю:

Формула сполуки	$M_r(\text{сполуки})$	$w(\text{C})$	$w(\text{H})$	$w(\text{O})$

130. Зіставляючи формули речовин, а також значення відносних атомних мас, визначте, у якій із двох або трьох речовин масова частка першого у формулі елемента більша:
а) N_2O , NO ;
б) CO , CO_2 ;
в) B_2O_3 , B_2S_3 ;
г) PbO , PbO_2 , Pb_3O_4 .
131. Масова частка Кальцію в його сполуці з Гідрогеном становить 0,952. Які маси Кальцію та Гідрогену містяться в 20 г сполуки?
132. Масова частка Нітрогену в певній сполуці становить 28 %. У якій масі сполуки міститься 56 г Нітрогену?
133. Знайдіть кількість атомів Оксигену в молекулі SO_x , якщо масова частка цього елемента у відповідній сполуці становить 0,6.
134. Масова частка Феруму в зразку сполуки FeO становить 75 %. За допомогою обчислень з'ясуйте, чи є цей зразок чистою сполукою.

19

Фізичні та хімічні явища (хімічні реакції). Хімічні властивості речовин

Матеріал параграфу допоможе вам:

- з'ясувати відмінності між фізичними і хімічними явищами (хімічними реакціями);
- вирізняти хімічні властивості речовин.

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

Фізичні явища. Кожний із вас спостерігав за тим, як тоне лід, кипить або замерзає вода. Лід, вода і водяна пара складаються з одних і тих самих молекул; вони є однією речовиною, що перебуває в різних агрегатних станах.

Явища, під час яких речовини не перетворюються на інші, називають *фізичними*.

До фізичних явищ належать не лише зміни агрегатного стану речовин, а й світіння сильно нагрітого металу або каменю, проходження електричного струму в металах, поширення запаху речовин у повітрі, розчинення жиру в бензині, притягання заліза до магніту тощо. Такі явища вивчає наука фізика.

Хімічні явища (хімічні реакції). Одним із хімічних явищ є горіння. Розглянемо, як горить спирт (мал. 52). Цей процес відбувається за участю кисню, який міститься в повітрі. Спирт згоряє, його кількість зменшується. Здається, що він переходить у газуватий стан подібно до того, як вода за нагрівання перетворюється на водяну пару.

Мал. 52.
Горіння
етилового
спирту

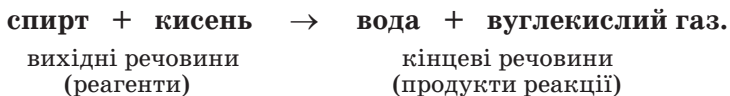


Проте це не так. Якщо газ, добутий у результаті згоряння спирту, охолодити, то частина його сконденсується в рідину, але не в спирт, а у воду. Решта газу залишиться. За допомогою спеціального досліду можна довести, що цим залишком є вуглекислий газ.

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

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

Суть розглянутої хімічної реакції передає такий запис:

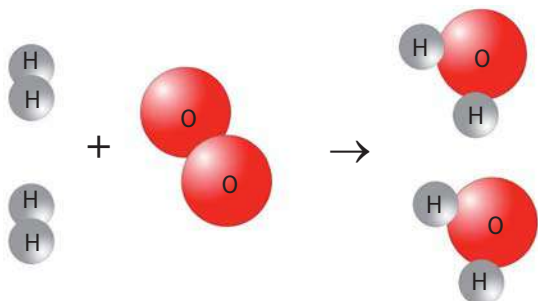


Реагенти і продукти цієї реакції складаються з молекул. Під час горіння створюється висока температура. За цих умов молекули реагентів розпадаються на атоми, які, сполучаючись, утворюють молекули нових речовин — продуктів¹. Отже, *всі атоми під час хімічної реакції зберігаються*.

¹ Відомі й інші варіанти взаємодії найменших частинок реагентів.

Зроблений висновок підтвердимо на прикладі іншої реакції, використавши моделі молекул (мал. 53).

Мал. 53.
Взаємодія молекул водню і кисню з утворенням молекул води



Мал. 54.
Зовнішні ефекти під час хімічних реакцій:
а — поява забарвлення;
б — виділення газу;
в — утворення осаду

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

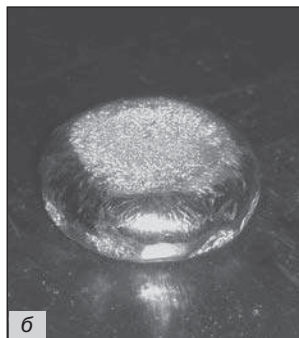
- появу, зникнення чи зміну забарвлення (мал. 54, а);
- виділення газу (мал. 54, б);
- утворення чи розчинення осаду (мал. 54, в);
- появу, зникнення чи зміну запаху;
- виділення чи поглинання теплоти;
- появу полум'я (мал. 52), іноді — світіння.



Указані зовнішні ефекти, крім появи полум'я, можна спостерігати й під час фізичних явищ.

Приклад 1. Порошок срібла, добутий у результаті хімічної реакції в розчині, має сірий колір (мал. 55, а). Якщо його розплавити, а потім охолодити, то отримуємо метал не сірого, а білого кольору, з характерним блиском (мал. 55, б).

Мал. 55.
Срібло —
продукт
реакції
в розчині (а)
і після
переплавлення
(б)



Приклад 2. Під час нагрівання природної води з неї задовго до кипіння почнуть виділятися маленькі пухирці газу. Це — повітря, яке містилось у воді. Його розчинність у воді, як і будь-якого газу, зі збільшенням температури зменшується.

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

Приклад 4. Під час перетворення води на водяну пару теплота поглинається, а при замерзанні води — виділяється.

Щоб визначити, яке явище відбувається — фізичне чи хімічне, потрібно уважно спостерігати за ним, а також ретельно дослідити речовини до і після проведеного експерименту.

Хімічні реакції в природі, побуті, на виробництві. У довікллі постійно відбувається безліч хімічних реакцій. Багато

Цікаво знати

Щороку в рослинах утворюється 150 млрд т органічних речовин.

речовин, розчинених у річках, морях і океанах, взаємодіє між собою, деякі реагують із киснем. Рослини вбирають з атмосфери вуглекислий газ, із ґрунту — воду, розчинені в ній речовини і переробляють їх на білки, жири, глюкозу, крохмаль, вітаміни, інші сполуки, а також кисень. Надзвичайно важливими є реакції за участю кисню, який потрапляє в живі організми під час дихання.

Із багатьма хімічними реакціями ми стикаємося в повсякденному житті. Вони відбуваються під час смаження м'яса, овочів, випікання хліба, скисання молока, бродіння плодівих і ягідних соків, вибілювання тканин, горіння палива, тверднення цементу й алебастру, почорніння срібних прикрас тощо.

Хімічні реакції становлять основу багатьох технологічних процесів — добування металів, виробництва синтетичних волокон, медичних препаратів, добрив, інших важливих речовин (мал. 56). Теплову та електричну енергію виробляють, спалюючи вугілля, газ, мазут. За допомогою хімічних реакцій знешкоджують токсичні речовини, переробляють промислові та побутові відходи.

Мал. 56.
Хімічні реактори в заводському цеху



Водночас перебіг деяких реакцій призводить до негативних наслідків. Іржавіння заліза скорочує термін роботи різних механізмів, обладнання, транспортних засобів, зумовлює великі втрати цього металу.

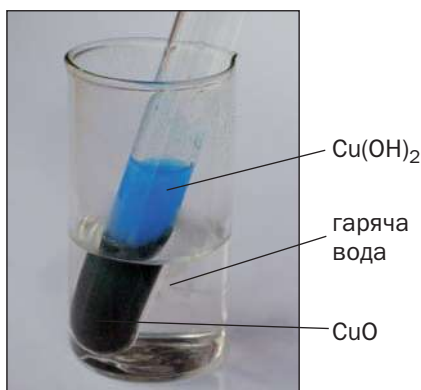
Пожежі знищують житло, промислові та культурні об'єкти, історичні пам'ятки, лісові масиви. Більшість харчових продуктів псується внаслідок взаємодії з киснем повітря. При цьому утворюються речовини, що мають неприємні запах і смак, є шкідливими для людини.

Хімічні властивості речовини. Кожній речовині притаманна сукупність різних властивостей.

► Пригадайте, які властивості називають фізичними. Наведіть відповідні приклади.

Крім фізичних властивостей, речовини мають і хімічні властивості. Серед них — здатність вступати в хімічні реакції з певними речовинами, інертність щодо інших речовин, термічна стійкість або здатність до хімічного перетворення під час нагрівання (мал. 57).

Мал. 57.
Перетворення
сполуки
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$
при нагріванні



Розглянемо деякі хімічні властивості води. За звичайних умов і наявності повітря (кисню) вона повільно взаємодіє із залізом (цей процес називають іржавінням). Але вода не реагує з крейдою, піском. Її молекули починають руйнуватися лише за дуже силь-

ного нагрівання (значно вище за 1000 °С). Унаслідок цієї хімічної реакції водяна пара перетворюється на два гази — водень і кисень.

Деякі речовини (наприклад, метали натрій, калій, неметали фтор, хлор) називають хімічно активними. Вони взаємодіють із багатьма речовинами. Такі реакції нерідко супроводжуються займанням або вибухом. Існують і хімічно пасивні речовини. Золото за жодних умов не взаємодіє з водою, киснем, оцтом, розчинами харчової та кальцинованої соди, а газ гелій взагалі не вступає в хімічні реакції.

Хімічні властивості речовини залежать від її складу і внутрішньої будови.

ВИСНОВКИ

Фізичними називають явища, під час яких кожна речовина зберігається.

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

Безліч хімічних реакцій відбувається в навколишній природі, живих організмах. На перетвореннях речовин ґрунтуються різні технологічні процеси.

Кожна речовина має хімічні властивості, які полягають у її здатності вступати в певні хімічні реакції.



135. Знайдіть відповідність:

Явище	Тип явища
1) вибух динаміту;	а) фізичне явище;
2) тверднення розплавленого парафіну;	б) хімічне явище.
3) підгоряння їжі на сковороді;	

Перед початком дослідження хімічної реакції хімік шукає в науковій літературі відомості про реагенти, продукти реакції, їхні фізичні та хімічні властивості. Потім він визначає умови здійснення реакції, розраховує маси або об'єми речовин, які потрібно взяти для роботи. Під час експерименту дослідник спостерігає за речовинами, проводить різні вимірювання, а їх результати й обчислення записує в лабораторний журнал. Виконавши дослід, він формулює й занотовує висновки.

Цікаво знати

Деякі речовини і суміші вибухають за миттєвого сильного механічного впливу.

Хімічні перетворення відбуваються за різних умов. Одні речовини вступають у реакції і в «чистому вигляді», і в розчині, інші — тільки в певному стані. Чимало перетворень речовин починається лише за нагрівання, а деякі гази взаємодіють між собою за підвищеного тиску.

Уявімо, що ви отримали завдання — здійснити хімічну реакцію між двома речовинами. Зазвичай для цього достатньо їх ретельно перемішати, тобто забезпечити контакт їхніх частинок. Тверді речовини попередньо подрібнюють, щоб збільшити поверхню контакту реагентів. Якщо тверда речовина реагує з розчином іншої, то їх суміш бажано перемішувати. Тоді частинки речовин частіше стикатимуться й активніше взаємодіятимуть. Для здійснення реакції між розчинами двох речовин достатньо додати до однієї рідини іншу.

Досліджуючи хімічну реакцію, визначають:

- за яких умов вона відбувається;
- швидким чи повільним є її перебіг;
- чи повністю реагенти перетворюються на продукти;
- чи відбуваються одночасно інші (побічні) реакції;

- виділяється чи поглинається теплота під час реакції;
- який склад мають продукти реакції.

При виконанні хімічного експерименту вам потрібно навчитися спостерігати за перебігом хімічної реакції, описувати все, що відбувається з речовинами під час досліду, робити висновки після його завершення.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 5 **Дослідження реакції,** **яка супроводжується** **виділенням газу**

Налийте в пробірку 1 мл розчину калій карбонату і додайте 1 мл розчину нітратної кислоти. Що спостерігаєте? Швидкою чи повільною є реакція, яка відбувається? Чи має запах газ, що виділяється з пробірки?

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 6 **Дослідження реакції,** **яка супроводжується** **випаданням осаду**

Налийте в пробірку 1 мл розчину ферум(III) хлориду і додайте 1 мл розчину натрій гідроксиду. Який колір і характер осаду, що утворився? Швидко чи повільно взаємодіють речовини в розчині?

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 7 **Дослідження реакції,** **яка супроводжується** **зміною забарвлення**

Налийте в пробірку 1 мл розчину ферум(III) хлориду і додайте 1 мл розчину натрій ацетату. Як змінився колір рідини в пробірці?

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 8

Дослідження реакції, яка супроводжується появою запаху

Доведіть відсутність запаху в розчинів амоній сульфату і натрій гідроксиду.

Налийте в пробірку 1 мл розчину амоній сульфату і додайте 1 мл розчину натрій гідроксиду. Через 1 хв. перевірте, чи з'явився запах біля отвору пробірки. Якщо запаху немає, нагрійте вміст пробірки, але не до кипіння рідини. Зафіксуйте появу запаху.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 9

Дослідження реакції, яка супроводжується виділенням теплоти

Налийте в пробірку 2 мл розчину нітратної кислоти і додайте 2 мл розчину натрій гідроксиду. Перемішайте рідину і візьміть нижню частину пробірки в долоню. Чи змінилася температура рідини? Якщо змінилася, то як саме?

ВИСНОВКИ

Перед тим як дослідити хімічну реакцію, потрібно зібрати інформацію про реагенти і продукти, властивості цих речовин.

Під час хімічного експерименту спостерігають за перебігом реакції, здійснюють вимірювання. Результати спостережень і вимірювань записують у лабораторний журнал. Після завершення експерименту формують висновки.



141. Якими мають бути ваші дії та їх послідовність, якщо необхідно дослідити перебіг хімічної реакції?
142. Що визначає хімік, досліджуючи хімічну реакцію?
143. Чи варто вченому здійснювати реакцію за участю розчину, якщо він виготовлений на природній воді, а не на дистильованій? Дайте обґрунтовану відповідь.
144. Хіміку не вдалося добути певну речовину. Він вирішив повторити дослід за таких самих умов. Інший хімік запропонував йому змінити умови експерименту. Як би ви пояснили намір першого хіміка і пораду другого?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Дослідження фізичних і хімічних явищ

Перед проведенням дослідів повторіть правила роботи і безпеки в хімічному кабінеті¹. Ви повинні чітко їх дотримуватися.

У вашому розпорядженні хімічна склянка, шпатель, промивалка з водою, скляна паличка, спиртівка чи сухе пальне, піпетка, предметне скло, пробіркодержач, порцелянова чашка, лабораторний штатив із кільцем, керамічна підставка, штатив із пробірками.

Пригадайте, як необхідно поводитися зі спиртівкою, сухим пальним, нагрівати речовини і рідини в лабораторному посуді, здійснювати інші хімічні операції. У разі потреби прочитайте відповідний текст у § 3—5.

Варіант практичної роботи вам укаже вчитель. Досліди виконуйте без поспіху, уважно спостерігаючи за тим, що відбувається з речовинами.

Будьте обережними з вогнем!

¹Ці правила розміщено на с. 17 і 32 підручника.

ВАРІАНТ 1

Вам видано: мідний купорос (засіб для боротьби із хворобами рослин), розчин кальцинованої соди (засіб для чищення), нашатирний спирт (медичний засіб).

ДОСЛІД 1

Розчинення мідного купоросу у воді

Налийте в хімічну склянку 10—15 мл води. Наберіть шпателем невелику кількість мідного купоросу і додайте його у воду. Що спостерігаєте? Для прискорення розчинення речовини перемішуйте вміст посудини склянкою паличкою.

Порівняйте за кольором мідний купорос і його розчин. Яке явище, на вашу думку, відбулося — фізичне чи хімічне?

ДОСЛІД 2

Випарювання води з розчину мідного купоросу

Запаліть спиртівку чи сухе пальне.

За допомогою піпетки нанесіть кілька крапель розчину мідного купоросу на предметне скло або налийте 1 мл цього розчину в порцелянову чашку і, обережно нагріваючи його, випарюйте воду з розчину до появи кристалів.

Які фізичні явища відбуваються під час виконання досліду?

ДОСЛІД 3

Взаємодія мідного купоросу з кальцинованою содою

Перелийте зі склянки в пробірку 1—2 мл розчину мідного купоросу і додайте 1—2 мл розчину кальцинованої соди.

Який зовнішній ефект супроводжує реакцію між речовинами в розчині?

ДОСЛІД 4

Взаємодія мідного купоросу з нашатирним спиртом

Налийте в пробірку 1—2 мл розчину мідного купоросу і за допомогою піпетки додавайте до нього по краплях нашатирний спирт. Вміст пробірки періодично перемішуйте.

Що спостерігаєте на початку досліду, через деякий час?

Результати дослідів, під час яких відбулися хімічні явища, внесіть до таблиці, записавши в її клітинках відповідні зовнішні ефекти:

Реагенти	Кальцинована сода (розчин)	Нашатирний спирт
Мідний купорос (розчин)		

ВАРІАНТ 2

Вам видано: парафін¹, розчини магній сульфату, або гіркої солі (жовчогінний засіб), та кальцинованої соди (засіб для чищення), нашатирний спирт (медичний засіб), лимонну кислоту (харчовий продукт).

ДОСЛІД 1

Нагрівання парафіну

Помістіть у порцелянову чашку невелику кількість парафіну і поставте її на кільце, закріплене в лабораторному штативі. Запаліть спиртівку чи сухе пальне та обережно нагрівайте вміст чашки. Що спостерігаєте?

Після досліду погасіть полум'я і залиште чашку в кільці штатива для охолодження.

¹ Парафін є сумішшю органічних речовин.

Які явища відбулися під час виконання досліду — фізичні чи хімічні?

ДОСЛІД 2
Взаємодія магній сульфату
з нашатирним спиртом

До 1—2 мл розчину магній сульфату за допомогою піпетки додавайте по краплях нашатирний спирт. Що спостерігаєте?

ДОСЛІД 3
Взаємодія лимонної кислоти
з кальцинованою содою

Помістіть у пробірку невелику порцію лимонної кислоти і додайте 1—2 мл розчину кальцинованої соди.

Яким зовнішнім ефектом супроводжується реакція між речовинами?

ДОСЛІД 4
Взаємодія нашатирного спирту
з лимонною кислотою

Приготуйте в пробірці 2—3 мл розчину невеликої порції лимонної кислоти. Переконайтесь у відсутності в нього запаху і наявності запаху в нашатирного спирту.

До 1 мл нашатирного спирту додайте розчин лимонної кислоти і перемішайте суміш. Чи має запах отримана рідина?

Результати дослідів, під час яких відбулися хімічні явища, внесіть до таблиці, записавши в її клітинках відповідні зовнішні ефекти:

Реагенти	Кальцинована сода (розчин)	Ншатирний спирт
Магній сульфат (розчин)	—	
Лимонна кислота		

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

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

1. Налийте в одну маленьку склянку трохи соку квашеної капусти, а в іншу — нежирного кефіру або сироватки. В обидві склянки додайте по 1/4 чайної ложки харчової соди. Що спостерігаєте?

2. Приготуйте невеликі кількості водних розчинів лимонної кислоти і харчової соди. Злийте разом частини обох розчинів в окрему склянку. Що відбувається?

До залишку розчину лимонної кислоти додайте трохи порошку соди, а до залишку розчину соди — трохи кристаликів лимонної кислоти. Які ефекти спостерігаєте — такі самі, що й при зливанні розчинів, чи інші?

Виявлені зовнішні ефекти зумовлені хімічними реакціями, що відбулися під час експериментів.

НА ДОЗВІЛЛІ

Хімічні реакції за участю йоду і зеленки

1. У дві маленькі склянки налейте по 3—4 столові ложки води. В одну склянку додайте пігулку вітаміну С (аскорбінової кислоти) і періодично перемішуйте. В іншу склянку внесіть 3—4 краплі йодної настоянки.

Коли частина пігулки розчиниться, злийте порцію рідини з твердого залишку в розчин йоду. Що спостерігаєте?

2. Приготуйте трохи розчину лимонної кислоти. Потім у маленьку склянку налейте 5—6 столових ложок води, додайте 2—3 краплі спиртового розчину брильянтового зеленого (побутова назва цього розчину — зеленка) і перемішайте рідину. Більшу її частину розподіліть між двома такими самими склянками.

У першу склянку додайте порцію розчину вітаміну С, що залишився після попереднього досліду, в другу — розчин лимонної кислоти, а в третю — кілька крапель нашатирного спирту.

Чи змінюється колір рідин у склянках? Якщо так, то в яких і як саме?

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Фізичні та хімічні явища при виведенні плям

Поява плями на одязі, білизні, скатертині, килимі — завжди неприємна подія. Тільки-но помічаємо навіть маленьку пляму, одразу міркуємо, як її позбутися. Можна скористатися послугою спеціалізованого підприємства або спробувати вивести пляму самому (мал. 58).



Мал. 58.
Виведення
плями
на килимі

Пляму від жиру зазвичай видаляють органічним розчинником — бензином, петролейним ефіром, ацетоном. На свіжу жирну пляму можна нанести нагрітий крохмаль, а потім його струсити. Під час цих процедур відбуваються фізичні явища: у першому випадку жир розчиняється в рідині й видаляється з тканини, а в другому — поглинається часточками крохмалю. Деякі плями нежирового походження вдається змити водою.

Вивести плями від ягід, овочів, напоїв допоможуть засоби побутової хімії. Вони містять речовини, які вступають у реакції з барвниками і знебарвлюють їх. Можна також застосувати сік лимона або розчин лимонної кислоти, перекису водню, нашатирний спирт, які теж спричиняють хімічні перетворення багатьох забарвлених речовин.

Важливо перед тим, як виводити пляму, перевірити, чи не зіпсує обраний побутовий засіб саму тканину, не змінить її колір. Використовуючи будь-який органічний розчинник, потрібно пам'ятати про його вогнебезпечність, дотримуватися правил поводження з ним.

21

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

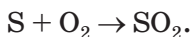
Матеріал параграфу допоможе вам:

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

Схема хімічної реакції. Існує кілька способів запису хімічних реакцій. З одним із них ви ознайомилися в § 19. Наводимо ще один приклад:

сірка + кисень → сірчастий газ.

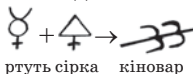
Такий запис дає мало інформації; зокрема, він не вказує на хімічний склад реагентів і продуктів. Цього недоліку позбавлений інший запис, який називають *схемою реакції*. У ній замість назв речовин містяться їх хімічні формули¹:



У схемах реакцій над стрілками часто вказують умови, за яких відбуваються перетворення: нагрівання (\xrightarrow{t}), підвищений тиск (\xrightarrow{P}), освітлення ($\xrightarrow{h\nu}$), наявність додаткових речовин ($\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$). Якщо продуктом реакції є газ, то після його формули записують стрілку, направлену вгору (\uparrow), а якщо утво-

Цікаво знати

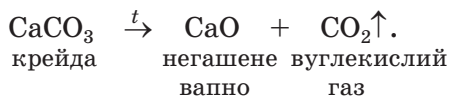
Схеми реакцій у алхіміків мали такий вигляд:



¹ Для сірки з метою спрощення використовують формулу S, а не S₈, яку має молекула цієї речовини.

рюється осад — стрілку, спрямовану донизу (\downarrow). У випадках, коли і продукт, і реагент — гази або нерозчинні речовини, вертикальні стрілки не ставлять. Іноді під формулами реагентів і продуктів указують їх назви.

Приклад схеми реакції з додатковими позначками і назвами речовин:



► Назвіть хімічні елементи, якими утворена вихідна речовина і продукти цієї реакції.

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

Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції. Загальновідомо, що після спалювання паперу залишається набагато менша маса попелу. Якщо ж сильно нагрівати (прожарювати) мідну пластину на повітрі, то виявимо протилежне — маса пластини збільшуватиметься (метал покриватиметься чорним нальотом).

Здійснимо обидва хімічні перетворення в закритих посудинах. Результати будуть іншими. Зваживши закриті посудини з речовинами до і після кожного експерименту, виявимо, що *сумарна маса речовин у результаті реакцій не змінюється.* Таку гіпотезу висловив у 1748 р. російський учений М. В. Ломоносов, а в 1756 р. підтвердив її, проаналізувавши результати відповідних хімічних експериментів. Не знаючи про відкриття Ломоносова, аналогічного висновку дійшов у 1789 р. французький учений А.-Л. Лавуазьє.

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

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



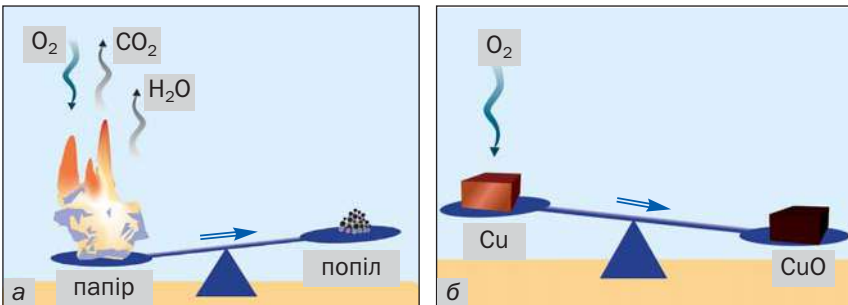
Видатний російський учений, перший російський академік Петербурзької академії наук. Розробив одну з теорій будови речовин (40-ві роки XVIII ст.). Відкрив закон збереження маси речовин під час хімічної реакції та закон збереження руху (1748—1760). Вивчав хімічні властивості металів, здійснював аналізи мінералів, розробив способи виготовлення мінеральних фарб, кольорового скла. Зробив вагомий внесок у розвиток хімічної термінології. Автор книжок з історії, поет, художник, геолог, географ, інженер, педагог. Один із засновників Московського університету.

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

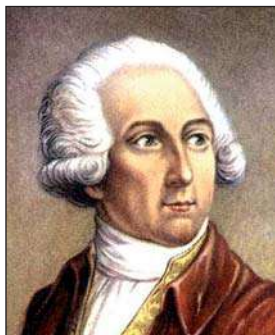
Пояснимо, чому маси попелу і прожареної міді відрізняються від мас паперу і міді до її нагрівання.

У процесі горіння речовин, з яких складається папір, бере участь кисень повітря (мал. 59, а). Під час реакції, крім твердих речовин попелу, утворюються вуглекислий газ і вода (у вигляді пари). Ці дві речовини потрапляють у повітря і розсіюються. Оскільки їх сумарна маса перевищує масу

Мал. 59.
Реакції
речовин
паперу (а)
і міді (б)
з киснем



Антуан-Лоран Лавуазьє (1743—1794)



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

Мал. 60.

Дослід на підтвердження закону

Ломоносова — Лавуазьє:

а — початок досліді;

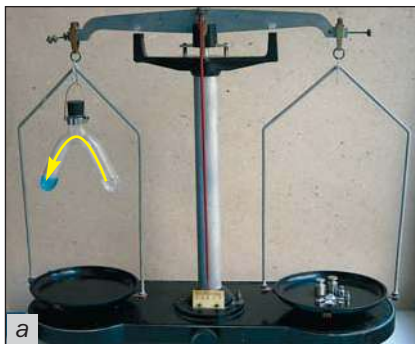
б — завершення досліді

кисню, то маса попелу завжди буде меншою за масу паперу.

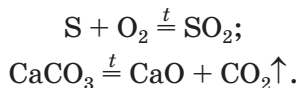
При нагріванні міді кисень повітря «сполучається» з нею (мал. 59, б). Метал поступово перетворюється на речовину чорного кольору (її хімічна формула — CuO , а назва — купрум(II) оксид). Тому маса продукту реакції виявляється більшою за масу міді.

► Прокоментуйте дослід, зображений на малюнку 60, і зробіть висновок.

Хімічне рівняння. Загальна маса речовин під час хімічної реакції не змінюється внаслідок



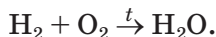
док того, що *атоми хімічних елементів не виникають і не зникають*. Кількість атомів кожного елемента до реакції дорівнює кількості його атомів після реакції. На це вказують схеми реакцій, наведені на початку параграфу. Замінімо в них стрілки між лівими і правими частинами на знаки рівності:



Такі записи називають *хімічними рівняннями*.

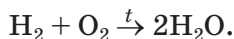
Хімічне рівняння — це запис хімічної реакції за допомогою формул реагентів і продуктів, який відповідає закону збереження маси речовин.

Схеми багатьох реакцій не узгоджуються із законом Ломоносова — Лавуазьє. Це, наприклад, стосується схеми реакції утворення води із водню і кисню:

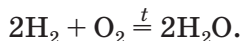


В обох частинах схеми міститься однакова кількість атомів Гідрогену, але різна кількість атомів Оксигену.

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



Тепер атомів Гідрогену в правій частині стало чотири. Щоб така сама кількість атомів Гідрогену була і в лівій частині, запишемо перед формулою водню коефіцієнт 2. Отримуємо хімічне рівняння:



Отже, щоб перетворити схему реакції на хімічне рівняння, потрібно зіставити кіль-

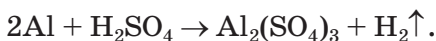
кості атомів кожного елемента в лівій і правій частинах схеми, добрати (за потреби) коефіцієнти для кожної речовини, записати їх перед хімічними формулами і замінити стрілку на знак рівності.

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

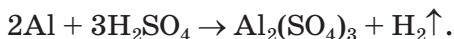
ВПРАВА. Перетворити схему реакції $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\uparrow$ на хімічне рівняння.

Розв'язання

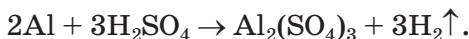
У лівій частині схеми реакції міститься один атом Алюмінію, а в правій — два. Запишемо перед формулою металу коефіцієнт 2:



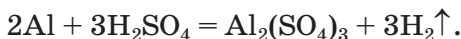
Атомів Сульфуру праворуч від стрілки втричі більше, ніж ліворуч. Додамо в ліву частину схеми перед формулою сполуки Сульфуру коефіцієнт 3:



Тепер у лівій частині кількість атомів Гідрогену збільшилась до шести ($3 \cdot 2 = 6$), а в правій частині таких атомів лише два. Щоб їх і справа було шість, запишемо перед формулою водню коефіцієнт 3:



Зіставимо кількості атомів Оксигену в обох частинах схеми. Вони однакові: $3 \cdot 4 = 4 \cdot 3$. Замінюємо стрілку на знак рівності й отримуємо хімічне рівняння:



ВИСНОВКИ

Хімічні реакції записують за допомогою схем реакцій і хімічних рівнянь.

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

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

Атоми хімічних елементів під час хімічних реакцій не виникають і не зникають.



145. Запишіть схеми реакцій, у яких вихідними речовинами є:

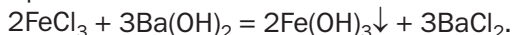
- а) натрій і водень;
- б) літій і кисень.

Зважте на те, що ці реакції відбуваються за нагрівання.

146. Спирт або бензин (суміш сполук), згоряючи, «зникають». Чи не суперечить це закону збереження маси речовин під час хімічної реакції? Відповідь аргументуйте.

147. Чим відрізняється хімічне рівняння від схеми реакції?

148. Прочитайте такий запис:



149. Допишіть пропущені коефіцієнти в хімічних рівняннях:

- а) $2\text{B} + \text{S} \xrightarrow{t} \text{B}_2\text{S}_3$;
 $\text{Li}_2\text{O} + 2\text{HBr} = \text{LiBr} + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{Al} + \text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\uparrow$;
 $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{t} \text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$.

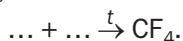
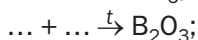
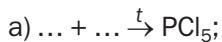
150. Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:

- а) $\text{Cr}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$;
- б) $\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$;
 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

151. Складіть формули продуктів реакцій і відповідні хімічні рівняння:

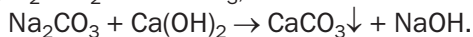
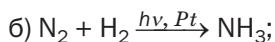
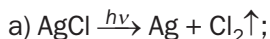
- а) $\text{Al} + \text{F}_2 \xrightarrow{t} \dots$;
 $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$;
- б) $\text{FeO} + \text{Al} \xrightarrow{t} \text{Fe} + \text{Al}\dots\text{O}\dots$;
 $\text{AlBr}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{AlCl}\dots + \text{Br}_2$.

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



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

153. Прокоментуйте додаткові позначки в схемах реакцій і складіть відповідні хімічні рівняння:



154. Яку масу негашеного вапна було добуто в результаті тривалого прожарювання 25 г крейди, якщо, крім вапна, утворилося 11 г вуглекислого газу?

2 розділ

Кисень

У матеріалі цього розділу ви знайдете відомості про елемент Оксиген і його просту речовину — кисень. Такий вибір елемента і речовини не випадковий. Атоми Оксигену містяться в молекулах багатьох сполук — органічних і неорганічних. Кисень є дуже важливою простою речовиною. Без нього не можуть існувати живі істоти. Цей газ використовують у металургії, хімічній промисловості, техніці, медицині. Він бере участь у процесах горіння, багатьох реакціях, які відбуваються в навколишній природі.

22

Оксиген. Кисень

Матеріал параграфа допоможе вам:

- систематизувати відомості про хімічний елемент Оксиген;
- оцінити поширеність Оксигену та його простої речовини кисню в природі;
- характеризувати фізичні властивості кисню.

Оксиген. Це перший елемент, який ви докладно вивчатимете. Слово «оксиген» походить від грецьких слів «охус» (кислий)

і «genos» (народження). Таку назву елемент отримав у XVIII ст.; тоді вчені вже знали, що він входить до складу кислот («народжує кислоти»). Згодом з'ясувалося, що існують кислоти, молекули яких не містять атомів Оксигену. Проте назва елемента збереглася.

Із періодичної системи отримуємо такі відомості про Оксиген:

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

Цікаво знати

До 1961 р. атомною одиницею маси була 1/16 маси атома Оксигену.

Порядковий номер елемента вказує на те, що атом Оксигену містить 8 електронів, а заряд ядра атома становить +8.

Оксиген — неметалічний елемент, оскільки його прості речовини кисень O₂ і озон O₃ є неметалами.

Вам відомо, що Оксиген має постійне значення валентності, яке дорівнює 2.

► Напишіть формули сполук Оксигену з Натрієм, Кальцієм, Алюмінієм.

Поширеність Оксигену в природі. Оксиген — один із найпоширеніших елементів на нашій планеті. У земній корі його атомів більше, ніж атомів будь-якого іншого елемента (с. 73). Атоми Оксигену містяться в піску, глині, вапняку, багатьох мінералах. Оксиген — другий елемент за поширеністю в атмосфері (після Нітрогену) і гідросфері (після Гідрогену). Головний складник гідросфери — вода — є сполукою Оксигену з Гідрогеном.

Атоми Оксигену входять до складу молекул багатьох речовин, які містяться в

живих організмах, — води, білків, жирів тощо. У тілі дорослої людини масова частка цього елемента становить приблизно 65 %.

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

Формула кисню вам відома — O_2 . Речовина складається з двохатомних молекул.

Молекули кисню досить стійкі. Лише за температури понад 2000 °С або під дією електричних розрядів чи ультрафіолетових променів вони розпадаються на атоми.

Кисень є компонентом повітря — природної суміші газів. На нього припадає приблизно 1/5 об'єму повітря. Склад повітря, з якого видалено водяну пару¹, наведено в таблиці 3.

Цікаво знати

Організм дорослої людини щодоби споживає 600—900 г кисню.

Таблиця 3

Склад повітря

Газ		Частка в повітрі, %	
Назва	Формула	об'ємна*	масова
Азот	N_2	78,08	75,51
Кисень	O_2	20,95	23,14
Аргон	Ar	0,93	1,28
Вуглекислий газ	CO_2	0,040	0,061
Інші гази		менша за 0,002	менша за 0,002

* Об'ємна частка речовини в суміші є відношенням об'єму речовини до об'єму суміші. Об'ємну частку позначають грецькою літерою φ (фі).

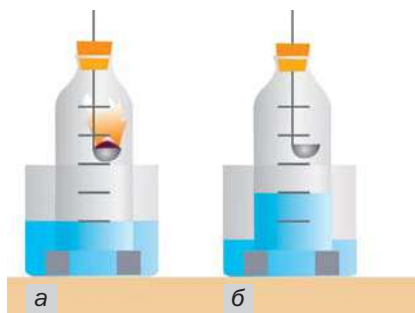
Визначити об'ємну частку кисню в повітрі можна за допомогою експерименту. Для цього потрібні скляна пляшка без дна із пробкою і посудина (кристалізатор) більшого

¹ Водяна пара зумовлює вологість повітря.

діаметру, заповнена до половини водою. Дослід здійснюють так. У пробку вставляють ложку для спалювання, в яку набирають червоний фосфор. Його підпалюють, швидко поміщають у пляшку і щільно закривають її пробкою (мал. 61). При горінні фосфору утворюється дим із дрібних часточок сполуки Фосфору з Оксигеном, які поступово осідають на поверхню води і взаємодіють з нею з утворенням кислоти (с. 184 підручника). Вода заходить у посудину і, коли горіння припиниться, підніметься приблизно на $\frac{1}{5}$ об'єму пляшки. Цей об'єм займав у повітрі кисень, який вступив у реакцію з фосфором. Над рідиною залишається азот із домішками інших газів.

Мал. 61.

Визначення об'ємної частки кисню в повітрі спалюванням фосфору:
а — початок досліду;
б — завершення досліду



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

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

Цікаво знати

Рідкий кисень, як і залізо, притягується до магніту.

Оксиген — неметалічний елемент. У природі поширена його проста речовина — кисень, а також вода і багато інших сполук цього елемента. На кисень припадає майже 1/5 об'єму повітря.

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



155. Складіть речення, вставивши замість крапок слова «Оксиген» або «кисень» у відповідних відмінках:
 - а) ... — проста речовина ...;
 - б) вода утворена Гідрогеном і ...;
 - в) молекула ... складається із двох атомів ...;
 - г) у результаті фотосинтезу рослини поглинають вуглекислий газ, а виділяють
156. Назвіть два гази, яких у повітрі найбільше, і напишіть їхні формули.
157. Підготуйте за матеріалами з інтернету повідомлення про зміну складу атмосфери з висотою.
158. У яких природних речовинах (простих, складних) містяться атоми Оксигену? Які із цих речовин входять до складу атмосфери, гідросфери, літосфери?
159. Складіть формули сполук Оксигену за вказаними валентностями елементів: $\overset{\text{I}}{\text{Cl}}\dots\overset{\text{III}}{\text{O}}\dots$, $\overset{\text{III}}{\text{As}}\dots\overset{\text{IV}}{\text{O}}\dots$, $\overset{\text{IV}}{\text{N}}\dots\overset{\text{VI}}{\text{O}}\dots$, $\overset{\text{VI}}{\text{Se}}\dots\overset{\text{VI}}{\text{O}}\dots$.
160. Знайдіть масову частку Оксигену:
 - а) у вуглекислому газі CO_2 ;
 - б) у метиловому спирті CH_3OH ;
 - в) у глюкозі $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
161. Яка маса Оксигену міститься в 90 г води?
162. Обчисліть масу кисню в 10 л повітря, якщо густина повітря становить 1,29 г/л. Додаткові відомості, необхідні для розв'язання задачі, візьміть із таблиці 3.
163. Відносна молекулярна маса сполуки Сульфуру з Оксигеном удвічі більша за відносну молекулярну масу кисню. Знайдіть формулу сполуки.

Матеріал параграфу допоможе вам:

- порівняти методи добування кисню у промисловості і лабораторії;
- з'ясувати, що таке реакція розкладу;
- зрозуміти особливості способів збирання кисню, добутого під час досліду.

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

Кисень можна виявити за допомогою жевріючої скіпки; вона яскраво спалахує в посудині із цим газом (мал. 62).

Мал. 62.
Виявлення кисню:
а — жевріюча скіпка на повітрі; б — спалахування скіпки в кисні



Добування кисню в промисловості. Невичерпним джерелом кисню є повітря. Щоб добути з нього кисень, потрібно відокремити цей газ від азоту та інших газів. На цьому

ґрунтується промисловий метод добування кисню. Його реалізують, використовуючи спеціальну, досить громіздку апаратуру. Спочатку повітря сильно охолоджують до перетворення його на рідину, а потім температуру зрідженого повітря поступово підвищують. Першим із нього починає виділятися газ азот (температура кипіння рідкого азоту становить $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$). Рідина, що залишається, поступово збагачується на кисень (температура кипіння кисню $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Рідкий кисень транспортують у спеціальних сталевих резервуарах, що мають подвійні стінки, між якими створено вакуум (для ефективної теплоізоляції). Газуватим киснем наповнюють під високим тиском балони; їх фарбують у блакитний колір (мал. 63).



Мал. 63.
Балони
з киснем

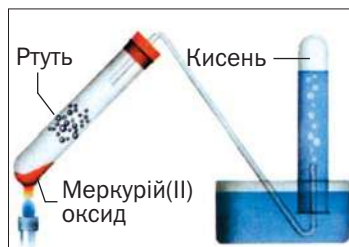
Добування кисню в лабораторії. Кисень добувають у лабораторії, здійснюючи певні хімічні реакції.

Дж. Прістлі добув кисень зі сполуки, назва якої — меркурій(II) оксид. Учений нагрівав сполуку за допомогою скляної лінзи, яка фокусувала сонячне світло на речовині.

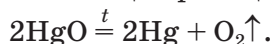
У сучасному виконанні цей дослід зображено на малюнку 64. Порошок меркурій(II)

оксиду¹ під час нагрівання перетворюється на ртуть і кисень. Ртуть виділяється в газоподібному стані й конденсується на стінках пробірки у вигляді сріблястих крапель. Кисень накопичується в другій пробірці (її попередньо заповнюють водою).

Мал. 64.
Добування кисню нагріванням меркурій(II) оксиду



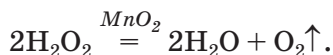
Хімічне рівняння цієї реакції:



Нині метод Прістлі не використовують через токсичність парів ртуті. Кисень добувають за допомогою інших реакцій, подібних до щойно розглянутої. Вони здебільшого відбуваються за нагрівання.

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

Добування кисню на уроках хімії здійснюють розкладом гідроген пероксиду H_2O_2 (інша назва — перекис водню) в розчині. Такий розчин із масовою часткою гідроген пероксиду 3 % є лікарським засобом; розчинена речовина в ньому майже не розкладається. Якщо до розчину додати невелику кількість манган(IV) оксиду MnO_2 , то одразу починає виділятися кисень:

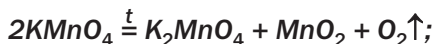


¹ У багатьох хімічних назвах, які складаються із двох слів, відмінюється лише друге слово.

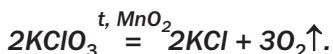
Речовину, яка прискорює хімічну реакцію, залишаючись після її перебігу незміненою, називають *каталізатором*¹.

Кисень добувають у навчальних лабораторіях університетів термічним розкладом деяких оксигеновмісних сполук:

- калій перманганату $KMnO_4$ (побутова назва — марганцівка; водний розчин речовини є дезінфекційним засобом)

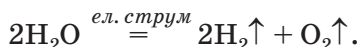


- калій хлорату $KClO_3$

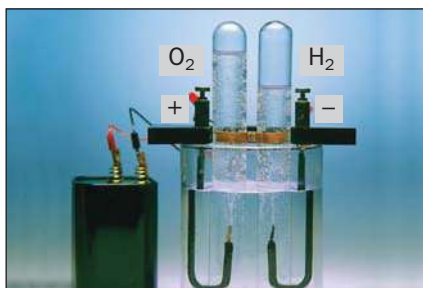


За відсутності каталізатора MnO_2 відбувається інша реакція, серед продуктів якої кисню немає. Отже, каталізатор іноді змінює хімічне перетворення.

Кисень утворюється під час розкладу води постійним електричним струмом:



Цей метод добування кисню використовують у промисловості (у країнах, де виробляють багато електроенергії) і як демонстраційний експеримент у лабораторії (мал. 65).



Мал. 65.
Розклад води постійним електричним струмом

Збирання кисню. На малюнках 65 і 66, *a* показано, як збирають кисень, витискуючи

¹Термін походить від грецького слова *katalysis* — руйнування.

ним воду із посудини. Це вдається зробити, бо кисень розчиняється у воді дуже слабо. Зібраний газ містить домішку водяної пари.

Інший спосіб збирання кисню полягає у витисненні ним повітря із посудини. Оскільки кисень трохи важчий за повітря, пробірку або колбу розміщують донизу дном і накривають скляною пластинкою (мал. 66, б).

Мал. 66.
Збирання кисню:
а — витисненням води;
б — витисненням повітря



ВИСНОВКИ

Кисень був відкритий у XVIII ст. кількома вченими. Цей газ добувають у промисловості переважно з повітря, а в лабораторіях — із деяких оксигеновмісних сполук.

Реакції, під час яких з однієї речовини утворюються дві або більше, називають реакціями розкладу.

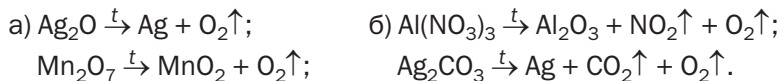
Речовину, яка прискорює хімічну реакцію, називають каталізатором.

Кисень можна зібрати в посудину витисненням із неї води або повітря.



164. Як добувають кисень у промисловості? Чому, на вашу думку, для цього не використовують гідроген пероксид?
165. Які реакції називають реакціями розкладу?

166. Перетворіть на хімічні рівняння схеми реакцій, під час яких утворюється кисень:



167. Що таке каталізатор?

168. Якими способами можна збирати кисень під час його добування в лабораторії? На яких фізичних властивостях кисню ґрунтується кожний спосіб? В якому разі візуально не можна встановити момент, коли посудина цілком заповнена киснем?

169. На малюнку 67 зафіксовано момент розкладу білої твердої речовини — кадмій нітрату. Уважно розгляньте малюнок і опишіть, що відбувається під час реакції. Чому спалахує жевріюча скіпка? Складіть відповідне хімічне рівняння.

Мал. 67.
Розкладання речовини під час нагрівання



170. Студентка добула кисень, нагріваючи натрій нітрат. Схема цієї реакції: $\text{NaNO}_3 \xrightarrow{t} \text{NaNO}_2 + \text{O}_2\uparrow$. Чи повністю розкладалася сполука, якщо масова частка Оксигену в залишку після нагрівання становила 50 %?

171. Підготуйте за матеріалами з інтернету повідомлення про наукові здобутки хіміків К.-В. Шеєле та Дж. Прістлі.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Добування кисню з гідроген пероксиду

Під час виконання дослідів ви повинні дотримуватися правил роботи і безпеки в хімічному кабінеті, а працюючи з вогнем, бути обережними.

Підготуйте в зошиті таблицю:

Дії	Спостереження	Висновки
<i>Дослід 1. ...</i>		
...
<i>Дослід 2. ...</i>		
...

Під час кожного дослідів занотуйте в таблиці свої дії та спостереження, а після його завершення запишіть висновки і рівняння реакції розкладу гідроген пероксиду.

ДОСЛІД 1 Дія біологічних каталізаторів на розклад гідроген пероксиду

Відомо, що в деяких рослинах містяться речовини-каталізатори. Вам видано по шматочку свіжих овочів — картоплі, буряка, моркви, коренів петрушки, селери тощо. Покладіть їх на скляну пластинку і за допомогою піпетки нанесіть на кожний шматочок по 2—3 краплі розчину гідроген пероксиду.

На шматочках яких овочів кисень виділяється найбільш інтенсивно? В якому овочі ви не виявили каталізатора?

ДОСЛІД 2 Добування кисню, збирання і доведення його наявності

Складання приладу. Прилад для добування газу складається з пробірки та гумової пробки з отвором, у який вставлена трубка (її називають газовідвідною). Зберіть його (мал. 68). Для цього щільно закрийте пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, ніби вкручуючи пробку. Не докладайте надмірних зусиль, щоб не тріснуло скло.



Мал. 68.
Прилад для
добування газу



Мал. 69.
Перевірка приладу
на герметичність



Мал. 70.
Добування кисню

Перевірка приладу на герметичність. У невелику склянку налейте води до половини її об'єму. Кінець газовідвідної трубки занурте у воду і зігрійте пробірку рукою (мал. 69). Якщо з'єднання пробірки, пробки і трубки герметичні, то за кілька секунд із трубки почнуть виходити бульбашки повітря. (Об'єм будь-якого газу за підвищення температури збільшується.) Якщо повітря з трубки не виділяється, роз'єднайте частини приладу, а потім знову з'єднайте їх. Можна замінити пробірку або пробку з газовідвідною трубкою на інші — більшого чи меншого розміру.

Добування і збирання кисню. Розберіть прилад. Налийте у пробірку (до $1/4$ — $1/3$ її об'єму) розчин гідроген пероксиду і додайте до нього трохи каталізатора — порошку манган(IV) оксиду. Що спостерігаєте?

Одразу закрийте пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, поставте у штатив для пробірок¹, а кінець трубки опустіть до дна іншої пробірки (мал. 70).

¹ Або закріпіть пробірку вертикально в лабораторному штативі за допомогою лапки.

Виявлення кисню. Запаліть спиртівку чи сухе пальне, підпаліть від полум'я довгу дерев'яну скіпку і пригасіть її (як це ви робите із сірником), щоб вона ледве жевріла. За допомогою скіпки доведіть, що зібраний газ — кисень.

Після завершення експерименту погасіть скіпку, розберіть прилад, вилийте вміст пробірки в спеціальну посудину і вимийте пробірку.



172. Що відбуватиметься із жевріючою скіпкою, якщо пробірка буде лише частково заповнена киснем?
173. Як можна видалити зібраний кисень із пробірки?

24

Хімічні властивості кисню: реакції з простими речовинами. Оксиди

Матеріал параграфа допоможе вам:

- оцінити здатність кисню вступати в реакції з металами і неметалами;
- з'ясувати, що таке реакція сполучення і які сполуки називають оксидами;
- складати формули оксидів і називати ці сполуки.

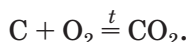
Хімічні властивості кожної речовини виявляються в реакціях за її участю.

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

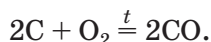
Реакції кисню з простими речовинами. Кисень взаємодіє (як правило — при нагріванні) з більшістю неметалів і майже з усіма металами.

Реакція з вуглецем (вугіллям). Відомо, що вугілля, нагріте на повітрі до високої температури, загоряється. Це свідчить про перебіг хімічної реакції речовини з киснем.

Основним продуктом згоряння вугілля є вуглекислий газ CO_2 . Вугілля — суміш багатьох речовин. Масова частка Карбону в ньому перевищує 80 %. Вважаючи, що вугілля складається лише з атомів Карбону, напишемо відповідне хімічне рівняння:



Вуглекислий газ може містити домішку чадного газу — продукту іншої реакції:



Прості речовини Карбону графіт і алмаз (їх узагальнена хімічна назва — вуглець) взаємодіють із киснем так само, як і вугілля.

Реакцію, в якій беруть участь кілька речовин, а утворюється одна, називають *реакцією сполучення*.

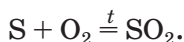
Реакція з воднем. Якщо газ водень, що надходить у повітря через тонку газовідвідну трубку, підпалити, то він горітиме ледь помітним полум'ям. Єдиним продуктом реакції є вода. Це можна довести, помістивши над полум'ям скляну пластинку. На ній з'являтимуться краплинки води внаслідок конденсації водяної пари.

► Складіть рівняння реакції горіння водню.

Суміш водню з повітрям або киснем при підпалюванні вибухає.

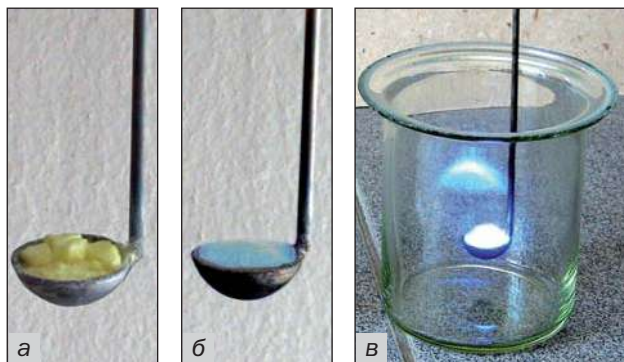
Реакція із сіркою. Таке хімічне перетворення здійснює кожний, коли запалює сірник; сірка входить до складу голівки сірника.

У лабораторії реакцію кисню із сіркою проводять у витяжній шафі. Невелику кількість сірки (мал. 71, а) нагрівають у залізній ложці. Речовина спочатку плавиться, а потім загоряється внаслідок взаємодії з киснем повітря і горить ледь помітним блакитним полум'ям (мал. 71, б). З'являється різкий запах продукту реакції — сірчистого газу (цей запах ми відчуваємо в момент загоряння сірника). Хімічна формула сірчистого газу — SO_2 , а рівняння реакції —



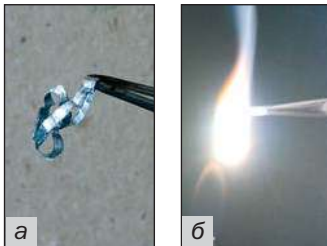
Якщо ложку із сіркою, що горить, помістити в посудину з киснем, то полум'я стане яскравішим (мал. 71, в), ніж на повітрі. Це й зрозуміло, бо чистий кисень, на відміну від повітря, містить лише молекули O_2 .

Мал. 71.
Сірка (а)
та її горіння
на повітрі (б)
й у кисні (в)



Реакція з магнієм. Раніше цю реакцію використовували фотографи для створення миттєвого потужного освітлення («магнієвий спалах») під час фотозйомки. У хімічній лабораторії відповідний дослід проводять так. Металевим пінцетом беруть магнієву стрічку і підпалюють на повітрі. Магній

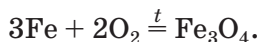
Мал. 72.
Магній (а)
та його горіння
на повітрі (б)



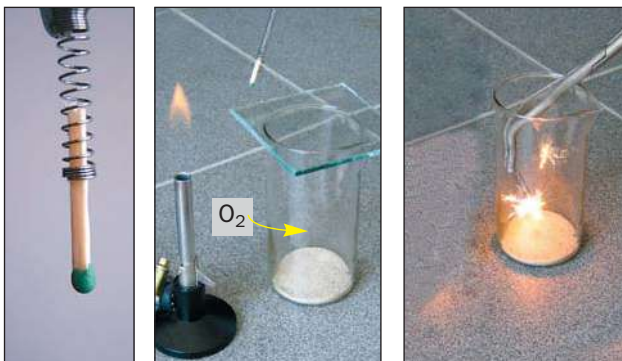
горить сліпучо-білим полум'ям (мал. 72). У результаті реакції утворюється біла тверда речовина — сполука Магнію з Оксигеном.

► Складіть рівняння реакції магнію з киснем.

Реакція із залізом. Сильно розігріте залізо в чистому кисні горить. Дослід зі спалювання леза або сталевієї пружинки є дуже ефектним (мал. 73). На пружинці закріплюють сірник. Потім пружинку затискують у лабораторних щипцях, а сірник спрямовують голівкою донизу і підпалюють. Коли полум'я досягне пружинки, її відразу переносять у склянку з киснем. Дно посудини заздалегідь засипають шаром піску, щоб на скло не потрапили краплі розплавленого металу. Пружинка згоряє в кисні, розкидаючи іскри у всі боки (це нагадує процес зварювання металу):

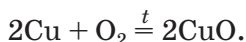


Мал. 73.
Горіння
сталевієї
пружинки
в кисні



Формулу продукту реакції можна записати й так: $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Крапка між двома хімічними формулами означає, що це не суміш сполук Феруму, а одна, індивідуальна сполука. Її поширена назва — залізна окалина.

Реакція з міддю. Якщо нагрівати на повітрі мідну дротинку або пластинку з очищеною до блиску поверхнею, то побачимо поступову зміну її темно-червоного («мідного») кольору на темно-сірий. Такий колір має плівка сполуки Купруму з Оксигеном, що утворюється на металі внаслідок реакції



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

Сполуку, утворену двома елементами, одним із яких є Оксиген, називають оксидом.

Склад майже всіх оксидів відповідає загальній формулі $E_m\text{O}_n$, у якій індекс m може набувати значень 1 або 2.

Кожний оксид має хімічну назву, а деякі — ще й традиційні, або тривіальні¹, назви (табл. 4). Хімічна назва оксиду складається із двох слів. Першим словом є назва відповідного елемента, а другим — слово «оксид». Якщо елемент має змінну валентність, то він може утворювати кілька оксидів. Зрозуміло, що їхні назви повинні бути різними. Для цього після назви елемента вказують (без відступу) римською цифрою в дужках значення його валентності в оксиді. Приклад такої назви сполуки: хром(III) оксид (читається «хром-три-оксид»).

¹ Слово походить від латинського *trivialis* — звичайний.

Формули і назви деяких оксидів

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

У хімічних назвах оксидів відмінюється лише друге слово: магній оксиду, ферум(III) оксидом.

Якщо елемент виявляє змінну валентність, то оксид, у якому значення валентності цього елемента є для нього максимальним, називають вищим. Вищий оксид Карбону — сполука з формулою CO₂.

ВИСНОВКИ

Кисень — хімічно активна речовина. Він взаємодіє з більшістю простих речовин. Продуктами таких реакцій є сполуки елементів з Оксигеном — оксиди.

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



174. Чим різняться реакції сполучення і розкладу?
 175. Виберіть серед наведених формул ті, що відповідають оксидам: O₂, NaOH, H₂O, HCl, I₂O₅, BaO.
 176. Встановіть відповідність:

Формула оксиду

- 1) FeO;
- 2) Fe₂O₃;
- 3) Fe₃O₄;

Назва оксиду

- а) ферум(III) оксид;
- б) ферум(II, III) оксид;
- в) ферум(II) оксид.

177. Дайте хімічні назви оксидам із такими формулами:
а) NO , Ti_2O_3 , Cu_2O ;
б) Cl_2O_7 , V_2O_5 , CrO_3 .
Зважте на те, що елементи, які утворюють ці оксиди, мають змінну валентність.
178. Запишіть формули плюмбум(IV) оксиду, хром(III) оксиду, хлор(I) оксиду, осмій(VIII) оксиду.
179. Допишіть формули простих речовин у схемах реакцій і складіть хімічні рівняння:
а) $\dots + \dots \rightarrow \text{NO}$;
б) $\dots + \dots \rightarrow \text{CaO}$;
в) $\dots + \dots \rightarrow \text{Li}_2\text{O}$.
180. Назвіть усі можливі значення індексу n у загальній формулі оксидів E_mO_n , якщо: а) $m = 1$; б) $m = 2$.
181. Обчисліть масову частку Оксигену в бор оксиді.
182. Дві колби заповнили киснем. В одній колбі спалили магній, узятий у надлишку, а в іншій — надлишок сірки. Під час горіння речовин посудини були герметично закриті. У якій колбі утворився вакуум? Відповідь поясніть.

25

Хімічні властивості кисню: реакції зі складними речовинами. Процеси окиснення

Матеріал параграфа допоможе вам:

- оцінити здатність кисню вступати в реакції з деякими складними речовинами;
- порівняти процеси горіння і окиснення;
- з'ясувати умови, необхідні для горіння речовин, а також для припинення цього процесу.

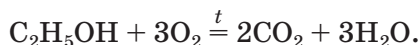
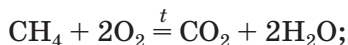
Реакції кисню зі складними речовинами.
Кисень може взаємодіяти не лише з простими, а й зі складними речовинами. Такі реакції відбуваються, наприклад, коли горять

Мал. 74.
Горіння
природного
газу



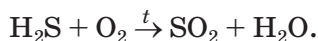
етиловий спирт, ацетон, природний газ, який складається переважно з метану (мал. 74).

Молекула метану CH_4 містить атоми Карбону і Гідрогену, а молекула етилового спирту $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — ще й атом Оксигену. Внаслідок взаємодії цих речовин із киснем утворюються оксиди Карбону і Гідрогену — вуглекислий газ і вода (в газуватому стані):



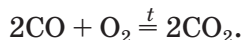
Ці оксиди виділяються також унаслідок спалювання деревини, нафтопродуктів, багатьох інших органічних речовин.

Гідроген сульфід, або сірководень, — газ, що має формулу H_2S . За наявності кисню чи надлишку повітря він горить з утворенням сірчистого газу і водяної пари:



► Перетворіть схему реакції на хімічне рівняння.

Кисень взаємодіє з деякими оксидами. Продуктами таких реакцій є інші оксиди, в яких елементи виявляють вищі значення валентності, ніж у вихідних сполуках. Наприклад, чадний газ, згоряючи в повітрі, перетворюється на вуглекислий газ:



Горіння. Розглянуті реакції супроводжуються однаковими зовнішніми ефектами.

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

Цікаво знати

Кисень підтримує горіння речовин, але сам не горить.

Яскраве полум'я зумовлене світінням розжарених часточок речовин, які згорають або утворюються під час реакції.

Для того щоб горюча речовина загорілася, необхідні такі умови:

- наявність кисню (повітря);
- нагрівання речовини до температури займання (для бензину вона становить приблизно 220 °С, сухої деревини 250—300 °С, вугілля — понад 600 °С).

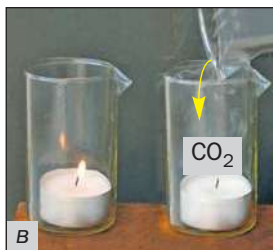
Якщо не виконується хоча б одна з умов, то горіння не відбувається. Це беруть до уваги під час роботи з вогнебезпечними речовинами, а також при гасінні пожеж.

Речовини або предмети, що горять, можна загасити водою, засипати піском, землею, накрити ковдрою чи спрямувати на них струмінь вуглекислого газу (він важчий за повітря й не підтримує горіння) (мал. 75).

Мал. 75.

Гасіння полум'я:

- а — водою;
- б — піском;
- в — вуглекислим газом



У разі пожеж у будівлях, лабораторіях, на транспорті використовують вогнегасники (мал. 76).

Зауважимо, що водою не можна гасити бензин, гас, нафту. Ці рідини не розчиняються у воді і, будучи легшими за неї, спли-

Мал. 76.
Вогнегасник
і його
використання



вають і продовжують горіти, залишаючись у контакті з повітрям.

У шкільному хімічному кабінеті є такі протипожежні засоби: вогнегасник, ковдра, ящик з піском.

Окиснення. Речовина, взаємодіючи з киснем, зазнає *окиснення*, тобто змінюється за участю кисню.

Перебіг багатьох реакцій за участю кисню є тривалим і не супроводжується появою полум'я. Ці хімічні перетворення називають *повільним окисненням*. Приклад такої реакції — взаємодія міді з киснем за її нагрівання на повітрі (с. 150).

Повільним окисненням зумовлене ржавіння заліза, скисання молока, фруктових і ягідних соків, згіркнення вершкового масла, псування багатьох інших харчових продуктів. Потемніння м'якоті розрізаного яблука спричинене взаємодією сполук Феруму(II) з киснем і утворенням сполук Феруму(III). За участю кисню, який потрапляє в організми тварин і людини під час дихання, відбувається окиснення різних речовин.

Деякі процеси окиснення проходять швидко, але без появи полум'я. Серед них — взаємодія кисню з алюмінієм за звичайних умов. Її наслідком є утворення на поверхні металу дуже тонкої безбарвної плівки оксиду.

► Складіть відповідне хімічне рівняння.

Цікаво знати
Чимало горючих речовин не здатні до повільного окиснення.

Реакції речовин із киснем, які не супроводжуються горінням, використовують у кольоровій металургії, хімічній промисловості.

ВИСНОВКИ

Кисень взаємодіє з деякими складними речовинами.

Частина реакцій за участю кисню відбувається з виділенням значної кількості теплоти і появою полум'я; це — реакції горіння.

Необхідними умовами для займання горючої речовини є наявність кисню і нагрівання речовини до певної температури. Щоб загасити полум'я, потрібно усунути хоча б одну з умов.

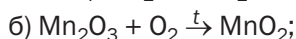
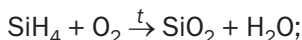
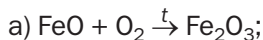
Взаємодіючи з киснем, речовина зазнає окиснення. Багато таких реакцій проходить повільно і без появи полум'я.



183. Яке явище називають горінням? Назвіть умови, необхідні для перебігу цього процесу.
184. Чи можна вважати, що в лампі розжарення відбувається реакція горіння металеві (вольфрамові) спіралі? Чому?
185. Як можна загасити полум'я?
186. Зіставте значення термінів «горіння» та «окиснення» і скажіть, який із них є більш загальним. Відповідь поясніть.
187. Допишіть формули простої речовини у схемах реакцій і складіть хімічні рівняння:



188. Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:



189. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі послідовні перетворення:
- $C \rightarrow CO \rightarrow CO_2$;
 - $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3$.
190. Складіть рівняння реакцій горіння на повітрі ацетону $(CH_3)_2CO$ і етеру $(C_2H_5)_2O$.
191. У трьох посудинах без етикеток містяться повітря, кисень і вуглекислий газ. Як би ви визначили вміст кожної посудини?

НА ДОЗВІЛЛІ

Гасіння полум'я

У склянку насипте чайну ложку харчової соди і додайте 2—3 столові ложки оцту. Одразу починається реакція з бурхливим виділенням вуглекислого газу. Після того як вона закінчиться (через 2—3 хв.), запаліть закріплений на дротині сірник і повільно опускайте у склянку. Що спостерігаєте?

26

Колообіг Оксигену в природі. Біологічна роль і застосування кисню

Матеріал параграфа допоможе вам:

- зрозуміти суть колообігу Оксигену в природі;
- систематизувати відомості про біологічну роль кисню та його застосування;
- з'ясувати захисну роль атмосферного озону для живих організмів;
- усвідомити важливість охорони повітря від забруднень.

Кожної миті на Землі відбувається безліч фізичних і хімічних явищ. Деякі зміни в природі є циклічними, тобто такими, що періодично повторюються.

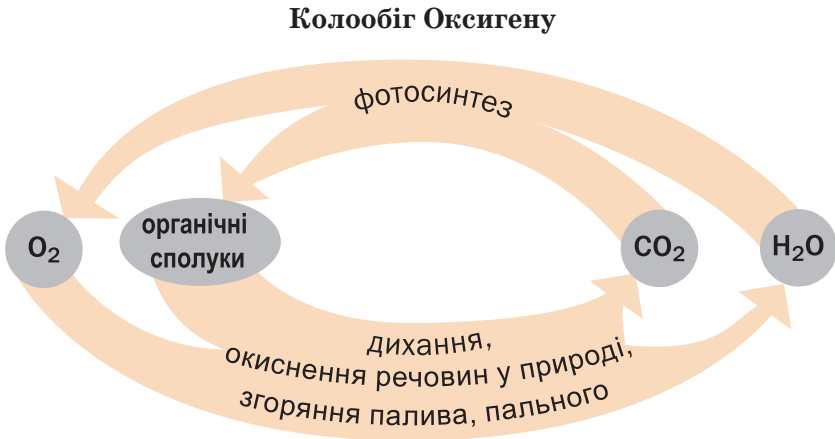
Частина змін, які відбуваються з речовинами на планеті, зумовлена хімічними реакціями.

Сукупність процесів у природі, під час яких атоми¹ елемента внаслідок хімічних реакцій переходять від одних речовин до інших, називають колообігом елемента.

Колообіг Оксигену. Якщо головною речовиною в колообігу Оксигену обрати кисень, то можна виокремити такі ланки цього глобального процесу (схема 5):

- утворення кисню (фотосинтез, розклад води у верхніх шарах атмосфери);
- витрачання кисню (дихання, окиснення речовин у природі й технологічних процесах, під час пожеж, згоряння палива і пального);
- взаємоперетворення оксигеновмісних сполук.

Схема 5



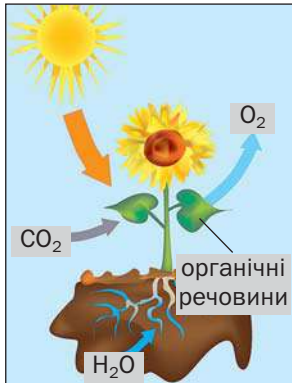
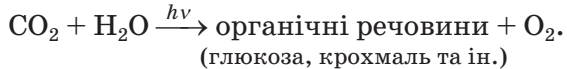
Фотосинтез відбувається в зеленому листі рослин на сонячному світлі за участю вугле-

¹ Або йони.

Цікаво знати

Унаслідок фотосинтезу в атмосферу щороку потрапляє 200 млрд т кисню.

кислого газу, що міститься в повітрі, а також води, деяких речовин із ґрунту. Його продуктами є органічні речовини, які накопичуються в рослинах, і кисень, що надходить в атмосферу (мал. 77). Спрощена схема фотосинтезу в рослинах:



Мал. 77.
Фотосинтез

Незмінність вмісту кисню в атмосфері свідчить про те, що процеси його витрачання й утворення компенсують один одного.

Оксиген сприяє колообігу інших елементів (наприклад, Карбону, Нітрогену, Сульфуру), оскільки входить до складу великої кількості сполук.

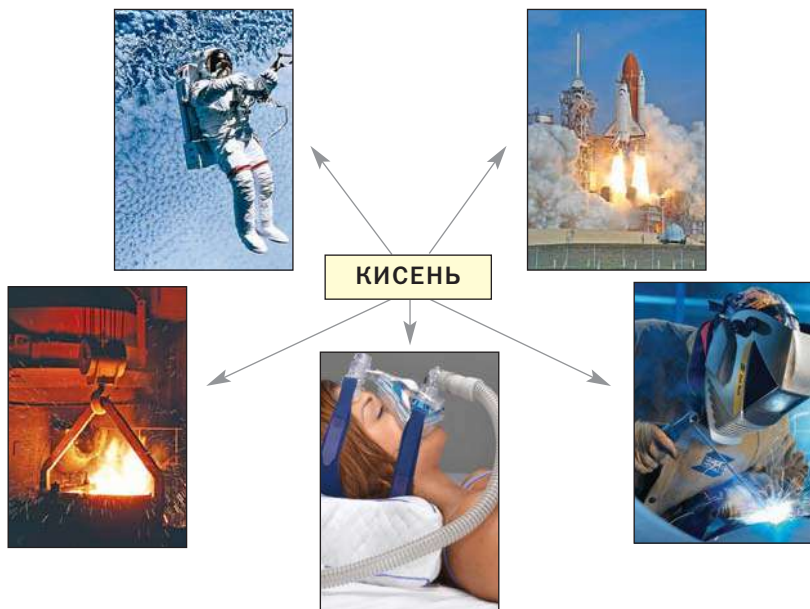
Біологічна роль кисню. Кожний знає, що життя без кисню на нашій планеті неможливе. Під час дихання в легені надходить повітря. Кисень, що міститься в ньому, сполучається з гемоглобіном крові й розноситься в усі органи та тканини, де окиснює різні органічні речовини, зокрема й отримані з їжею. Продукти цих реакцій необхідні організму для нормального росту і розвитку. Деякі хімічні перетворення за участю кисню супроводжуються виділенням теплоти, завдяки чому підтримується постійна температура тіла.

До складу повітря, яке видихає людина, входить вуглекислий газ. Його і воду вважають продуктами повного окиснення органічних речовин.

Застосування кисню. Кисень застосовують у різних галузях і у великих кількостях (схема 6). У металургії цей газ прискорює процес виплавляння сталі, покращує її якість. Кисень необхідний у виробництві багатьох хімічних сполук. Його використовують у спеціальних пристроях для різання і зварювання металів. Без балонів, наповнених сумішами кисню з азотом або інертним газом гелієм, не можуть працювати космонавти, пожежники, водолази, військові льотчики. Кисневі подушки застосовують при деяких захворюваннях для полегшення дихання. За допомогою зрідженого кисню створюють необхідні умови для згоряння пального в космічних ракетах.

Схема 6

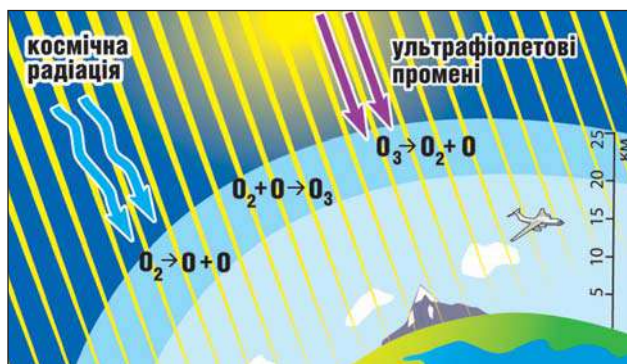
Застосування кисню



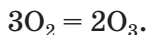
Широке використання має й кисень, який міститься в повітрі. За його участю згоряє паливо на теплоелектростанціях, пальне у двигунах автомобілів, випалюють руди на заводах кольорової металургії, здійснюють інші технологічні процеси.

Озон. Крім кисню, Оксиген утворює ще одну просту речовину — озон O_3 . За звичайних умов це безбарвний газ із різким запахом (назва речовини походить від грецького слова *ozon* — той, що має запах). Його в природі надзвичайно мало. Майже весь озон міститься в шарі атмосфери, нижня межа якого проходить на висоті приблизно 20 км, а верхня — 25 км. Це так званий *озоновий шар* (мал. 78). Вміст озону в ньому за об'ємом не перевищує 0,0003 %. Якби можна було зібрати весь озон атмосфери біля земної поверхні, то шар цього газу був би завтовшки 2—3 мм.

Мал. 78.
Озоновий шар



У повітрі озон утворюється із кисню під впливом космічної радіації або електричних розрядів (коли виникають блискавки)¹:



¹ У лабораторному досліді на озон вдається перетворити не більше 10 % кисню.

Цікаво знати

За хімічними властивостями озон подібний до кисню, але значно активніший за нього.

Озон — нестійка речовина. Він досить швидко перетворюється на кисень, поглинаючи при цьому частину ультрафіолетових променів сонячного світла (мал. 78), які є шкідливими для живих організмів. Отже, розкладаючись, озон захищає людей, тварин, рослини.

У природі процеси утворення і розкладу озону компенсують один одного. Проте останнім часом учені виявляють періодичне руйнування озонового шару, фіксують появу в атмосфері озонових «дір». Однією з причин цього явища є хімічні реакції між озоном і речовинами промислового походження. Нині у світі здійснюють заходи, спрямовані на збереження озонового шару.

Озон використовують на практиці. Завдяки бактерицидним властивостям його застосовують для знезараження води перед спрямуванням її у водогін.

Проблема чистого повітря. Негативний вплив діяльності людини на стан повітря набув загрозливих масштабів. Теплоелектростанції, автотранспорт, металургійні заводи, інші підприємства викидають в атмосферу багато шкідливих речовин (мал. 79). Найбільш забрудненим є повітря у великих містах і промислових регіонах.

З метою захисту атмосфери від забруднень вживають різні заходи. На заводах,

Мал. 79.
Забруднення повітря над промисловим центром



Цікаво знати

Для шкідливих речовин встановлено гранично допустимі концентрації в повітрі над населеними пунктами.

теплоенергетичних підприємствах із відпрацьованих газів видаляють часточки пилу, а потім за допомогою хімічних реакцій знешкоджують газові викиди. Учені розробляють технологічні процеси, які не призводять до забруднення довкілля й не створюють екологічних проблем. У сучасних автомобілях використовують ефективні каталізатори, що сприяють більш повному згорянню пального. Конкуренцію бензиновим двигунам починають складати електродвигуни, які не забруднюють повітря.

У кожній країні роботу промисловості, енергетики, транспорту організують так, щоб зменшити кількість шкідливих викидів в атмосферу. Охорона повітря від техногенних забруднень є важливою державною справою.

ВИСНОВКИ

У природі атоми Оксигену внаслідок хімічних реакцій переходять від одних речовин до інших; відбувається колообіг елемента.

Кисень є важливим продуктом фотосинтезу. Цей газ необхідний для живих організмів. Його використовують у промисловості, техніці, медицині, а в складі повітря — у теплоенергетиці, автотранспорті, інших галузях.

Озон — одна із двох простих речовин Оксигену. Він у дуже малій кількості міститься в повітрі. Поглинаючи частину ультрафіолетових променів сонячного світла, озон перетворюється на кисень і водночас захищає живі організми від їх згубного впливу.

У повітря постійно надходять різні техногенні викиди. Одним із головних завдань людства є охорона атмосфери від забруднень.



192. Що таке колообіг хімічного елемента? Прокоментуйте схему 5.
193. У чому полягає значення кисню для живих організмів?
194. У скільки разів молекула озону важча за молекулу кисню?
195. Які заходи має здійснювати людство для збереження вмісту кисню в атмосфері й запобігання забрудненню повітря?
196. Відомо, що замість певного об'єму кисню, який споживається в процесі дихання, у повітря надходить такий самий об'єм вуглекислого газу. Визначте об'ємну частку кисню в повітрі, яке видихає людина, якщо об'ємна частка вуглекислого газу в ньому становить 5 %.

З розділ

Вода

На нашій планеті є речовина, якій зобов'язане своїм існуванням усе живе. Їй присвячено безліч пісень, віршів, казок, із нею пов'язано чимало народних звичаїв. Напевно, ви здогадалися, що ця речовина — вода. Вона вгамовує спрагу, знімає втому, дарує радість і енергію.

Вода є хорошим розчинником; у ній розчиняється багато речовин. Водні розчини ми щодня використовуємо в повсякденному житті. Вода бере участь у численних хімічних перетвореннях, які відбуваються в природі, технологічних процесах, живих організмах.

Серед найважливіших умов, необхідних для здоров'я і повноцінного життя людей, є вживання якісної питної води. Тому охорону водойм від забруднень вважають пріоритетним завданням для нашої цивілізації.

27

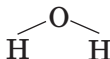
Вода

Матеріал параграфа допоможе вам:

- дізнатися про поширеність води у природі;
- пригадати фізичні властивості води.

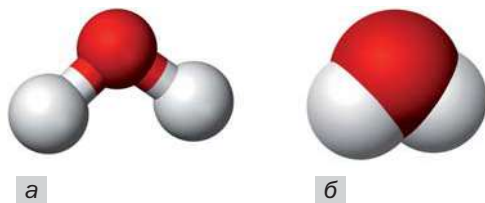
Будова молекули. Вода — складна речовина, утворена двома елементами — Гідрогеном і Оксигеном. Її хімічна формула — H_2O .

Вода належить до оксидів. Це молекулярна речовина. Графічна формула молекули води —



На малюнку 80 зображено моделі молекули води — кулестержневу і масштабну. У кожній моделі атоми представлено кульками. Масштабна модель відрізняється тим, що в ній дотримано співвідношення розмірів атомів і молекули.

Мал. 80.
Моделі молекули води:
а — кулестержнева;
б — масштабна



Поширеність у природі. Вода — одна із найпоширеніших речовин на нашій планеті. Вона вкриває понад 2/3 поверхні Землі (мал. 81). Приблизно 97 % усієї води міститься в морях і океанах. На прісну воду припадає менше 3 %; майже вся вона сконцентрована у снігах і льодах Антарктиди, Арктики, на територіях із «вічною мерзлотою». Річки, озера, ставки містять лише 0,03 %



Мал. 81.
Вода на планеті Земля

води, наявної на планеті. Саме цю воду (здебільшого після очищення) людина використовує для своїх потреб.

Вода в незначній кількості міститься в атмосфері, причому у трьох агрегатних станах. Водяна пара зумовлює вологість повітря; із маленьких краплинок води, сніжинок, часточок льоду утворюються хмари, тумани, атмосферні опади. Вода є також у літосфері — у «вільному» стані (підземні води) і в «хімічно зв'язаному» (її молекули входять до складу різних мінералів).

Чистої води в природі не існує. Контактуючи з повітрям, вода розчиняє невеликі кількості його компонентів — кисню, азоту, вуглекислого газу. У ній містяться ще й часточки пилу, інші розчинні та нерозчинні домішки.

У живих організмах масова частка води становить від 50 до 99 %. В організмі дорослої людини її маса сягає майже $2/3$ маси тіла.

Фізичні властивості. Про важливі фізичні властивості води ви довідалися на уроках природознавства. Загальновідомо, що чиста вода — безбарвна рідина без запаху і смаку, яка замерзає за температури $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а закипає при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (за тиску 760 мм рт. ст.). Вона має густину $1,00\text{ г/см}^3$ (при $4\text{ }^{\circ}\text{C}$), малу теплопровідність, майже не проводить електричного струму. Воду в твердому стані називають льодом, а в газуватому — водяною паром.

Лід трохи легший за воду; його густина становить $0,917\text{ г/см}^3$. (Інші речовини у твердому стані мають більшу густина, ніж у рідкому.) Між молекулами H_2O у льоді існують порожнини. Під час танення вони зникають, і речовина «уцільнюється». Завдяки тому, що лід не тоне у воді, значна частина водойм не промерзає до дна. Це рятує рибу, інших мешканців річок і озер від загибелі (мал. 82).

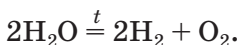
Цікаво знати

За дуже високого тиску вода залишається рідкою до температури $374\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Мал. 82.
У річці, вкритій
кригою, життя
триває



Розклад води. Вода — термічно стійка речовина. Її молекули починають руйнуватися за дуже високої температури. При $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ розкладається приблизно 11 % усіх молекул, а при $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ — лише 0,03 %. Продуктами розкладу води є водень і кисень:



Воду можна також розкласти дією на неї постійного електричного струму (с. 142).

ВИСНОВКИ

Вода — сполука Гідрогену з Оксигеном. Її формула — H_2O . Це одна з найпоширеніших речовин у природі; вона становить основу гідросфери.

За звичайних умов вода — безбарвна рідина без запаху і смаку, яка кипить при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, замерзає при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ і має густину 1 г/см^3 . Лід трохи легший за воду.

Молекули води є досить стійкими.



197. «Вода» — традиційна назва сполуки із формулою H_2O . Якою має бути її хімічна назва (цю назву не використовують)?

198. Чому в природі немає чистої води? Які домішки можуть бути в ній? Яка природна вода містить найменше домішок?
199. За матеріалами з інтернету або інших джерел інформації підготуйте повідомлення на одну з таких тем:
- а) забезпеченість прісною водою вашої області (населеного пункту);
 - б) вода в народній творчості (прислів'я, приказки тощо);
 - в) цікаве про воду.
200. Охарактеризуйте фізичні властивості води.
201. Які ви знаєте фізичні константи води, що прийнято за еталони?
202. Яка хімічна властивість води свідчить про те, що ця речовина складна, а не проста?
203. Маса якого елемента у воді більша й у скільки разів? (Усно.)
204. Обчисліть масові частки елементів у воді.

28

Розчин і його компоненти. Вода як розчинник

Матеріал параграфа допоможе вам:

- визначати компоненти розчину — розчинник і розчинені речовини;
- оцінити роль води як розчинника.

Вам уже відомо, що суміші речовин бувають однорідними й неоднорідними. Однорідні суміші відрізняються від неоднорідних тим, що в них рівномірно розподілені найдрібніші частинки речовин (наприклад, молекули). Ці частинки не можна виявити навіть за допомогою потужного мікроскопа.

Однорідні суміші речовин називають *розчинами*.

Складники розчину. Багато хто із вас, мабуть, думає, що розчин — це завжди рідина. Однак існують не лише рідкі розчини, а й тверді та газуваті (мал. 83).

Мал. 83.

Розчини:
повітря; водний
розчин калій
перманганату
(марганцівки);
сплав золота,
міді та срібла



Розчин містить щонайменше дві речовини. Це — його компоненти. Один із них називають *розчинником*, інші — *розчиненими речовинами*. За розчинник приймають речовину, яка перебуває в такому самому агрегатному стані, що й розчин.

► Назвіть розчинник і розчинену речовину в однорідних сумішах, компонентами яких є: а) йод і етиловий спирт; б) вода і кисень.

Якщо агрегатний стан усіх речовин, які утворили розчин, однаковий, то розчинником вважають речовину, маса якої найбільша. Щодо водних розчинів існує традиція завжди називати розчинником воду, навіть якщо її менше, ніж розчиненої речовини.

Вода — розчинник. При змішуванні води з іншими речовинами часто утворюються розчини. Такі тверді речовини, як кухонна сіль, цукор, лимонна кислота, добре розчиняються у воді, а крейда, скло, золото в ній нерозчинні. Рідини і гази також мають різну розчинність у воді. Наприклад, олія, бензин у воді не розчиняються, а етиловий спирт, ацетон, гліцерин змішуються з водою в будь-яких співвідношеннях, утворюючи розчини, тобто необмежено розчиняються в ній.

Воду як розчинник використовують у різних галузях промисловості, техніці, сільсько-

Цікаво знати

Розчинність речовин у воді залежить від температури, а газів — ще й від тиску.

му господарстві, будівництві, медицині, наукових дослідженнях. Без водних розчинів ми не можемо обійтися в повсякденному житті.

Вода виконує роль розчинника і в природі. Гази, з яких складається атмосфера, мають незначну розчинність у воді; найкраще з них розчиняється вуглекислий газ. У морській і океанській воді серед розчинених речовин переважає сіль — натрій хлорид NaCl , а в прісній воді — інші сполуки. Рідини в живих організмах є водними розчинами, які містять багато речовин (переважно органічних) — тих, що надійшли до організму разом із їжею, і тих, які утворилися в ньому внаслідок хімічних реакцій. Завдяки водним розчинам відбувається колообіг елементів у природі.

ВИСНОВКИ

Розчин — однорідна суміш речовин. Компонентами розчину є розчинник і одна або декілька розчинених речовин. Розчинником називають речовину, яка перебуває в такому самому агрегатному стані, що й розчин.

Вода — найважливіший розчинник. Вона розчиняє багато різних речовин. Воду як розчинник використовують у промисловості, техніці, сільському господарстві, інших сферах діяльності людей.

Природна вода й усі біологічні рідини є водними розчинами.



205. У чотири склянки налили невеликі порції води. У першу склянку додали трохи глини, у другу — етилового спирту, у третю — гасу, в четверту — харчової соди. Кожну суміш добре перемішали. У яких склянках утворилися розчини?

206. Яку речовину ви назвете розчинником, якщо компонентами розчину є:
- а) розплавлені мідь масою 3 г і золото масою 7 г;
 - б) етиловий спирт масою 10 г і ацетон масою 25 г;
 - в) вода масою 30 г і оцтова кислота масою 70 г?
- Відповіді поясніть.
207. Як довести, що природна вода містить розчинені речовини?
208. Які чинники, на вашу думку, зумовлюють широке використання води як розчинника?
209. На будівництві готують так званий цементний розчин. Його компонентами є цемент, пісок і вода. Чи правильна назва цієї суміші з наукового погляду? Чому?

29

Кількісний склад розчину. Масова частка розчиненої речовини

Матеріал параграфу допоможе вам:

- з'ясувати, що таке масова частка розчиненої речовини у розчині;
- обчислювати масову частку розчиненої речовини, а також маси компонентів розчину;
- навчитися готувати розчин із певною масовою часткою розчиненої речовини.

Часто виникає необхідність з'ясувати не лише те, які речовини містяться в розчині, а і його кількісний склад. Перед тим як пити солодкий чай, запитуємо, скільки цукру поклали в нього. Консервування овочів буде успішним, якщо маринад приготуємо розчиненням певних кількостей оцтової кислоти, кухонної солі, деяких інших речовин у заданій кількості води.

Масова частка розчиненої речовини. Серед розчинів, які ми використовуємо, є спиртовий розчин йоду, водні розчини гідро-

ген пероксиду (або перекису водню), амоніаку (назва розчину — нашатирний спирт), інших речовин. На етикетці кожної пляшки з розчином, крім назви розчиненої речовини, вказано цифру і знак відсотка (мал. 84). Це — значення масової частки розчиненої речовини в розчині. Воно відповідає *масі речовини (у грамах), яка міститься у 100 г розчину*.

Мал. 84.
Розчини, які є лікарськими засобами



Столовий оцет є водним розчином оцтової кислоти. Згідно з етикеткою¹ на пляшці (мал. 85), у кожних 100 г оцту міститься 9 г оцтової кислоти. Маса води у 100 г оцту становить $100 \text{ г} - 9 \text{ г} = 91 \text{ г}$.

Мал. 85.
Оцет



¹ Якщо розчинником є вода, то на етикетках зазвичай не вказують, що розчин водний.

- Які маси розчиненої речовини і розчинника містяться в 100 г кожного лікарського засобу, зображеного на малюнку 84?

Для позначення масової частки розчиненої речовини у розчині, як і масової частки елемента у сполуці, використовують латинську літеру w (дубль-ве).

Вам відомо, що масову частку виражають не лише у відсотках, а й додатним числом, меншим за одиницю.

Формула для обчислення масової частки розчиненої речовини в розчині:

$$w(\text{р. р.}) = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р-ну})} = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р. р.}) + m(\text{р-ка})},$$

де $m(\text{р. р.})$ — маса розчиненої речовини, $m(\text{р-ну})$ — маса розчину, $m(\text{р-ка})$ — маса розчинника.

Масова частка розчиненої речовини в розчині — це відношення маси речовини до маси розчину.

Якщо масову частку потрібно отримати у відсотках, використовують таку формулу:

$$w(\text{р. р.}) = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р-ну})} \cdot 100 \% = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р. р.}) + m(\text{р-ка})} \cdot 100 \%.$$

Розв'язування задач. У побуті нерідко виникає потреба приготувати водний розчин із певною масовою часткою розчиненої речовини. Для цього зазвичай беруть речовину і воду. Іноді розбавляють водою інший розчин. У кожному разі перед приготуванням розчину здійснюють необхідні розрахунки.

Розглянемо, як розв'язують задачі на обчислення масової частки розчиненої речовини в розчині, а також задачі, в яких використовують цю величину. Один зі способів їх розв'язання ґрунтується на складанні пропорції, інший передбачає розрахунок за відповідною математичною формулою.

ЗАДАЧА 1. У 144 г води розчинили 6 г солі. Розрахувати масову частку солі в розчині.

Дано:

$$m(\text{води}) = 144 \text{ г}$$

$$m(\text{солі}) = 6 \text{ г}$$

$$w(\text{солі}) = ?$$

Розв'язання

1-й спосіб

1. Знаходимо масу розчину:

$$m(\text{р-ну}) = m(\text{води}) + m(\text{солі}) = \\ = 144 \text{ г} + 6 \text{ г} = 150 \text{ г}.$$

2. Визначаємо масу солі, яка міститься в 100 г розчину. Для цього складаємо пропорцію і розв'язуємо її:

у 150 г розчину міститься 6 г солі,

у 100 г розчину — x г солі;

$$x = m_1(\text{солі}) = \frac{6 \text{ г} \cdot 100 \text{ г}}{150 \text{ г}} = 4 \text{ г}.$$

Звідси $w(\text{солі}) = 4 \%$, або 0,04.

2-й спосіб

Обчислюємо масову частку солі в розчині за відповідною формулою:

$$w(\text{солі}) = \frac{m(\text{солі})}{m(\text{солі}) + m(\text{води})} = \frac{6 \text{ г}}{(6 + 144) \text{ г}} = \\ = 0,04, \text{ або } 0,04 \cdot 100 \% = 4 \%.$$

Відповідь: $w(\text{солі}) = 0,04$, або 4 %.

ЗАДАЧА 2. Які маси добрива та води потрібно взяти для приготування 4 кг розчину з масовою часткою добрива 0,5 %?

Дано:

$$m(\text{р-ну}) = 4 \text{ кг}$$

$$w(\text{добрива}) =$$

$$= 0,5\%,$$

$$\text{або } 0,005$$

$$m(\text{добрива}) = ?$$

$$m(\text{води}) = ?$$

Розв'язання

1. Обчислюємо масу добрива, скориставшись формулою для масової частки розчиненої речовини:

$$w(\text{добрива}) = \frac{m(\text{добрива})}{m(\text{р-ну})};$$

$$m(\text{добрива}) = w(\text{добрива}) \cdot m(\text{р-ну}) = \\ = 0,005 \cdot 4000 \text{ г} = 20 \text{ г}.$$

2. Знаходимо масу води:

$$m(\text{води}) = m(\text{р-ну}) - m(\text{добрива}) = \\ = 4000 \text{ г} - 20 \text{ г} = 3980 \text{ г}.$$

Відповідь: $m(\text{добрива}) = 20 \text{ г}$; $m(\text{води}) = 3980 \text{ г}$.

ЗАДАЧА 3. До 200 г водного розчину цукру з масовою часткою розчиненої речовини 10 % додали 50 г води. Обчислити масову частку цукру в розчині, який утворився.

Дано:

$$m(\text{р-ну}) = 200 \text{ г}$$

$$w(\text{цукру}) = 10 \%,$$

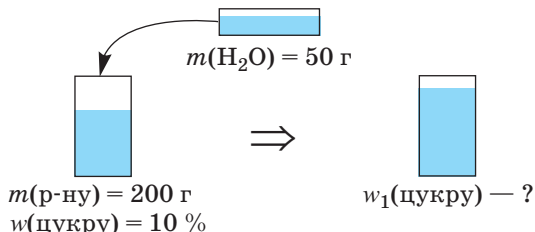
або 0,1

$$m(\text{води}) = 50 \text{ г}$$

$$w_1(\text{цукру}) = ?$$

Розв'язання

Умову задачі проілюструємо малюнком:



1. Обчислюємо масу цукру в 200 г розчину:

$$m(\text{цукру}) = w(\text{цукру}) \cdot m(\text{р-ну}) =$$

$$= 0,1 \cdot 200 \text{ г} = 20 \text{ г}.$$

2. Знаходимо масу утвореного розчину:

$$m(\text{утв. р-ну}) = m(\text{р-ну}) + m(\text{води}) =$$

$$= 200 \text{ г} + 50 \text{ г} = 250 \text{ г}.$$

3. Розраховуємо масову частку цукру в утвореному розчині за відповідною формулою:

$$w_1(\text{цукру}) = \frac{m(\text{цукру})}{m(\text{утв. р-ну})} = \frac{20 \text{ г}}{250 \text{ г}} =$$

$$= 0,08, \text{ або } 8 \%.$$

Відповідь: $w_1(\text{цукру}) = 0,08, \text{ або } 8 \%$.

ЗАДАЧА 4. Який об'єм води потрібно додати до 45 г оцтової есенції (розчин із масовою часткою оцтової кислоти 80 %), щоб приготувати 9 %-й розчин оцтової кислоти (так званий столовий оцет)?

Дано:

$$m(80 \% \text{-го р-ну}) = 45 \text{ г}$$

$$w(\text{к-ти}) = 80 \%$$

$$w_1(\text{к-ти}) = 9 \%$$

$$V(\text{води}) = ?$$

Розв'язання

1. Розраховуємо масу оцтової кислоти в 45 г оцтової есенції:

$$m(\text{к-ти}) = w(\text{к-ти}) \cdot m(\text{р-ну}) =$$

$$= 0,8 \cdot 45 \text{ г} = 36 \text{ г}.$$

2. Обчислюємо масу 9 %-го розчину, в якому міститиметься 36 г кислоти:

у 100 г розчину міститься 9 г кислоти,
в x г розчину — 36 г кислоти;

$$x = m(9\% \text{-го р-ну}) = \frac{36 \text{ г} \cdot 100 \text{ г}}{9 \text{ г}} = 400 \text{ г}.$$

3. Розраховуємо масу води, яку потрібно додати до оцтової есенції:

$$m(\text{води}) = m(9\% \text{-го р-ну}) - m(80\% \text{-го р-ну}) = 400 \text{ г} - 45 \text{ г} = 355 \text{ г}.$$

4. Знаходимо об'єм води:

$$V(\text{води}) = \frac{m(\text{води})}{\rho(\text{води})} = \frac{355 \text{ г}}{1 \text{ г/мл}} = 355 \text{ мл}.$$

Відповідь: $V(\text{води}) = 355 \text{ мл}$.

ВИСНОВКИ

Кількісний склад розчину характеризують масовою часткою розчиненої речовини.

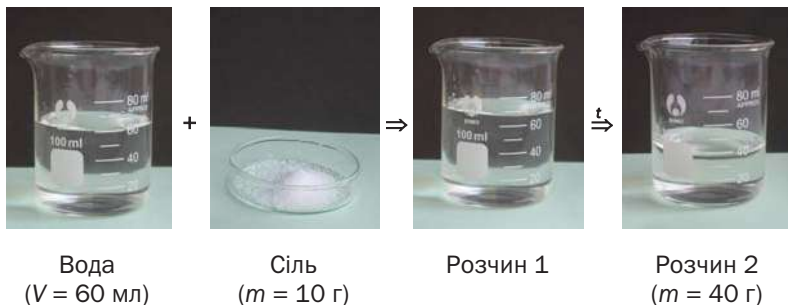
Масова частка розчиненої речовини є відношенням маси речовини до маси розчину. Значення масової частки, виражене у відсотках, чисельно дорівнює масі розчиненої речовини (у грамах), яка міститься в 100 г розчину.



210. Як ви розумієте термін «кількісний склад розчину»?
211. Що таке масова частка розчиненої речовини? Чи має розмірність ця величина?
212. Яка маса речовини міститься у 300 г її розчину з масовою часткою цієї речовини 0,02? (Усно.)
213. Цукор масою 50 г розчинили у 200 г води. Обчисліть масову частку цукру в розчині. (Усно.)
214. У якій масі води треба розчинити 6 г лимонної кислоти, щоб приготувати розчин із масовою часткою кислоти 0,05?
215. Зробіть відповідні розрахунки (усно) й заповніть таблицю:

$m(\text{р-ну}), \text{ г}$	$m(\text{р. р.}), \text{ г}$	$m(\text{води}), \text{ г}$	$w(\text{р. р.})$
400	8
500	...	460	...

216. Розчин натрій хлориду NaCl із масовою часткою солі 0,9 % (так званий фізіологічний розчин) використовують у медицині. Яку масу солі та який об'єм дистильованої води потрібно взяти для приготування 2 кг такого розчину?
217. До 200 г водного розчину деякої речовини з її масовою часткою 20 % спочатку долили 30 мл води, а потім розчинили ще 20 г цієї речовини. Обчисліть масову частку речовини в розчині, який утворився.
218. Складіть умову задачі згідно з малюнками і розв'яжіть її.



219. Яка маса гліцерину міститься у 20 мл його розчину із масовою часткою цієї сполуки 40 %, якщо густина розчину становить $1,1$ г/см³?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Виготовлення водного розчину із заданою масовою часткою розчиненої речовини

Розчин із заданою масовою часткою розчиненої речовини готуватимете розчиненням певної маси речовини в необхідному об'ємі води.

Варіант I. Приготувати 40 г водного розчину сечовини¹ з масовою часткою цієї речовини 0,05.

¹ Сечовина — азотне добриво. Виготовлений розчин сечовини після розбавлення в 10 разів можна використовувати для підживлення рослин у хімічному кабінеті.

Варіант II. Приготувати із 2 г сечовини водний розчин із масовою часткою цієї речовини 4 % .

Спочатку зробіть відповідні розрахунки. Їх результати разом із вихідними даними запишіть у таблицю:

Варіант	$m(\text{р-ну}),$ г	$w(\text{р. р.})$	$m(\text{р. р.}),$ г	$m(\text{води}),$ г	$V(\text{води}),$ мл

Зважте на терезах у склянці необхідну масу сечовини (мал. 86).

Наберіть у мірний циліндр розрахований об'єм води і вилийте в склянку із сечовиною. Перемішуйте суміш до повного розчинення твердої речовини.

Мал. 86.
Порція речовини, зважена на електронних терезах



220. Учень, виконуючи завдання варіанта I, замість розчину з масовою часткою сечовини 0,05 приготував 40 г 4 %-го розчину. Як йому виправити свою помилку, використавши цей розчин? Здійсніть необхідні обчислення.
221. Учениця, виконуючи завдання варіанта II, замість 4 %-го розчину сечовини приготувала із 2 г речовини розчин із масовою часткою сечовини 0,05. Як їй виправити свою помилку, використавши цей розчин? Здійсніть необхідні обчислення.

НА ДОЗВІЛЛІ

Виготовлення водного розчину кухонної солі

Влітку і восени засолюють огірки, помідори, деякі гриби. Для цього використовують водний розчин кухонної солі. Для огірків готують розчин із масовою часткою солі від 6 до 8 %, для помідорів і грибів — від 5 до 6 %.

За вікном — весна. Зараз ви можете набути необхідного досвіду з виготовлення розчину з певною масовою часткою солі. Якщо вдома немає терезів, на яких можна зважувати з точністю до 1 г, то відбирайте певні порції солі столовою або чайною ложкою. Столова ложка вміщує приблизно 30 г крупнокристалічної солі (якщо її набрати «з гіркою»), а чайна — 10 г.

Виберіть одне із двох завдань:

- а) виготовити розчин солі з її масовою часткою 6,5 %, використавши 1 л води;
- б) виготовити розчин солі з її масовою часткою 7,5 %, використавши 0,5 л води.

Спочатку обчисліть масу солі, яку розчинятимете у воді, і визначте, скільки ложок (столових, чайних) її візьмете. Після цього приготуйте розчин. Об'єм води виміряйте літровою або півлітровою банкою; заповнюйте її до початку звужування циліндричної форми посудини.

30

Реакції води з оксидами. Основи, кислоти

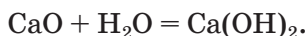
Матеріал параграфа допоможе вам:

- дізнатися про деякі хімічні властивості води;
- з'ясувати, що таке гідроксиди;
- складати формули основ і кислот.

Вода виявляє достатню хімічну активність. Вона взаємодіє з багатьма речовинами — і простими, і складними, серед яких є й оксиди.

► Які сполуки називають оксидами? Наведіть формули і хімічні назви кількох оксидів.

Реакції води з оксидами металічних елементів. Під час деяких робіт на будівництві, присадибній ділянці замішують негашене вапно (кальцій оксид CaO) з водою. При цьому відбувається хімічна реакція й утворюється гашене вапно (мал. 87). Відповідне хімічне рівняння¹:



Мал. 87.
Гасіння вапна

Хімічна назва продукту реакції — кальцій гідроксид. Слово «гідроксид» є скороченням словосполучення «гідрат оксиду»².

Гідроксиди — сполуки металічних елементів із загальною формулою $M(\text{OH})_n$.

Літера M у наведеній формулі замінює символ металічного елемента.

Вода взаємодіє також з оксидами Натрію, Барію, кількох інших металічних елементів першої та другої груп періодичної системи з утворенням відповідних гідроксидів.

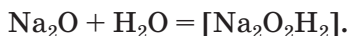
¹ Формулу води зазвичай записують останньою в лівій/правій частині хімічного рівняння.

² Слово «гідрат» походить від грецького *hydor* — вода.

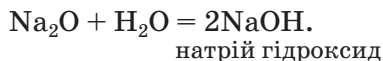
У хімічних назвах цих сполук, як і назвах оксидів, відмінюється лише друге слово: натрій гідроксиду, барій гідроксидом.

Реакція води з оксидом є реакцією сполучення.

Складемо рівняння такої реакції за участю натрій оксиду Na_2O . Щоб вивести формулу її продукту — натрій гідроксиду, «збираємо» всі атоми, наявні у формулах реагентів, і записуємо їх в одну формулу, причому спочатку — атоми металічного елемента (Натрію), потім — Оксигену і Гідрогену¹:



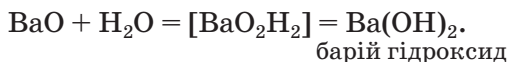
Отриману формулу спрощуємо, зменшивши індекси вдвічі, а двійку записуємо як коефіцієнт:



Цікаво знати

Технічна назва натрій гідроксиду NaOH — їдкий натр.

При складанні рівняння реакції води з барій оксидом BaO виявимо, що однакові індекси у формулі гідроксиду будуть лише біля атомів Оксигену і Гідрогену. Ці атоми помістимо в дужки, за якими запишемо спільний індекс:



Формули гідроксидів можна вивести й без запису хімічних рівнянь. Для цього використовують значення валентності металічного елемента і групи атомів OH , або *гідроксильної групи*. Ви знаєте, що Натрій — одновалентний елемент. Гідроксильна група є складником молекули води, у якій вона сполучена з одним атомом Гідрогену: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$. Отже, ця група атомів також одновалентна.

¹ Допоміжні хімічні записи поміщатимемо у квадратні дужки.

(Валентність — властивість не лише атомів, а й груп сполучених атомів.) Звідси формула натрій гідроксиду — NaOH.

► Виведіть формулу магній гідроксиду.

Гідроксиди Натрію, Кальцію, Барію, багатьох інших металічних елементів об'єднують у велику групу сполук, загальна назва яких — *основи*.

Більшість основ не розчиняється у воді, а відповідні оксиди з водою не взаємодіють. Нерозчинні основи добувають, здійснюючи інші реакції.

Для малорозчинних і розчинних у воді основ використовують спільну назву — *луги*. Серед цих сполук найбільшого практичного значення набули гідроксиди Натрію, Калію і Кальцію.

Реакції води з оксидами неметалічних елементів. Відомо, що вуглекислий газ здатний розчинятися у воді. У розчиненому стані він міститься в мінеральній воді, газованих напоях. Незначна частина вуглекислого газу вступає в хімічну реакцію з водою:



Сполука, що утворюється при цьому, надає рідині кислуватого смаку. Її хімічна назва — карбонатна кислота; вона походить від назви «кислототворного» елемента Карбону.

Вода реагує майже з усіма оксидами неметалічних елементів¹. Продуктами цих реакцій є *кислоти*.

Формулу продукту реакції води з оксидом неметалічного елемента можна скласти, «зібравши» разом усі атоми, наявні у форму-

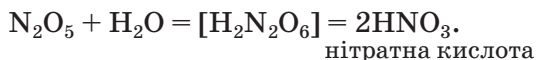
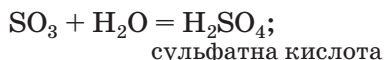
Цікаво знати
Невелика кількість луку утворюється при контакті мила з водою (між речовинами відбувається хімічна реакція).

¹ Один із винятків — оксид SiO₂.

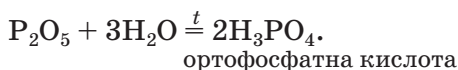
лах реагентів. Першими у формулі кислоти записують атоми Гідрогену, а останніми — атоми Оксигену:

Цікаво знати

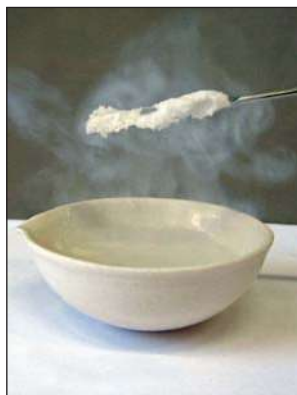
У промисловості, техніці кислоту H_2SO_4 називають сірчаною, кислоту HNO_3 — азотною, а кислоту H_3PO_4 — фосфорною.



Взаємодія води із фосфор(V) оксидом відбувається з виділенням значної кількості теплоти (мал. 88) і залежить від умов:



Отже, оксиду P_2O_5 відповідають дві кислоти — HPO_3 і H_3PO_4 .



Мал. 88.
Реакція води із фосфор(V) оксидом

Установити, який оксид відповідає певній кислоті, досить просто. Якщо молекула кислоти містить два атоми Гідрогену, із неї «вилучаємо» молекулу води:



У разі наявності в молекулі кислоти одного або трьох атомів Гідрогену виходимо із двох молекул сполуки:



Вода вступає в реакції сполучення з деякими оксидами металічних елементів і майже всіма оксидами неметалічних елементів.

Під час реакцій води з оксидами металічних елементів утворюються розчинні або малорозчинні основи; їх називають лугами.

Сполуки металічних елементів із загальною формулою $M(\text{OH})_n$ називають гідроксидами.

Продуктами реакцій води з оксидами неметалічних елементів є кислоти.



222. Які сполуки називають гідроксидами, основами, лугами?
223. Що спільного у складі кислот, згаданих у параграфі?
224. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:
- а) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 - $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 - б) $\text{SrO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 - $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
- Укажіть серед продуктів реакцій основи та кислоти.
225. Яка формула оксиду, якщо продуктом його реакції з водою є:
- а) магній гідроксид;
 - б) калій гідроксид;
 - в) селенатна кислота H_2SeO_4 ;
 - г) перхлоратна кислота HClO_4 ?
226. Іноді говорять про валентність кислотного залишку — частини молекули кислоти без атомів Гідрогену. Напишіть формули нітратної, сульфатної та ортофосфатної кислот і вкажіть над кожним кислотним залишком значення його валентності.
227. Знайдіть масові частки Оксигену:
- а) в оксиді P_2O_5 ;
 - б) у кислоті H_3PO_4 .
228. Яку масу натрій гідроксиду потрібно розчинити в 3 л води, щоб виготовити розчин із масовою часткою NaOH 0,2?
229. До 100 мл розчину нітратної кислоти з її масовою часткою 60 % (густина цього розчину — 1,37 г/мл) додали 200 мл води. Обчисліть масову частку кислоти в добутому розчині.

31

Виявлення лугів і кислот у розчинах за допомогою індикаторів

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, які речовини називають індикаторами;
- виявляти луги і кислоти в розчинах за допомогою індикаторів.

Розчини лугів і кислот здатні змінювати забарвлення деяких органічних речовин — *індикаторів*¹. Ці речовини було спершу виявлено в плодах і квітках рослин, лишайнику. Тепер використовують індикатори, які виготовляють на хімічних заводах. Вони ефективніші за природні й краще зберігаються.

До найважливіших індикаторів належать *лакмус*, *фенолфталеїн*, *метиловий оранжевий* (скорочена назва — *метилоранж*), а також *універсальний індикатор*, який є сумішшю кількох речовин. Ця суміш, на відміну від кожного індикатора, змінює забарвлення не лише від наявності лугу чи кислоти, а й від їх кількості в розчині.

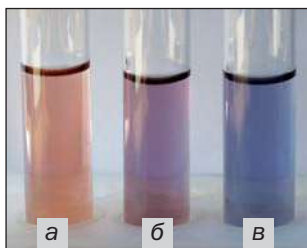
У хімічних лабораторіях використовують водні розчини метилоранжу і лакмусу, водно-спиртовий розчин фенолфталеїну і так звані індикаторні папірці. Це — смужки спеціального паперу, просоченого розчином індикатора і висушеного. Найчастіше користуються універсальними індикаторними папірцями (мал. 89). Існують лакмусові папірці, а також папірці, просочені розчином фенолфталеїну.

¹ Термін походить від латинського слова *indico* — вказую, визначаю.

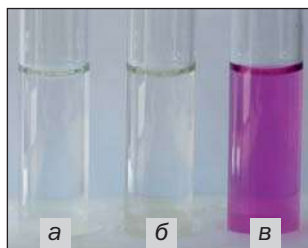
Мал. 89.
Універсальні
індикаторні
папірці



Кислоти у водних розчинах змінюють забарвлення не всіх індикаторів (фенолфталеїн залишається безбарвним) і не так, як луги (мал. 90).

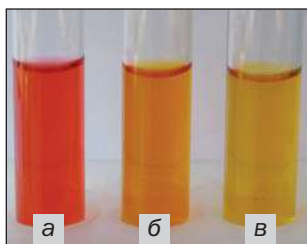


лакмус

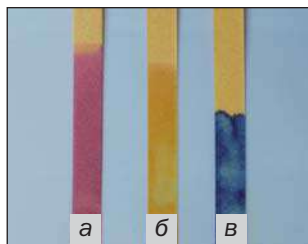


фенолфталеїн

Мал. 90.
Забарвлення
індикаторів
у розчині
кислоти (а),
воді (б),
розчині лугу (в)



метилоранж



універсальний індикатор

Зміна забарвлення індикатора є наслідком його реакції з лугом або кислотою. Рівняння таких реакцій не наводимо, оскільки формули індикаторів і продуктів їх хімічних перетворень досить складні.

Нерозчинні у воді основи та кислоти не діють на індикатори і тому не можуть бути виявлені ними.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 10

Випробування водних розчинів лугів і кислот індикаторами

Вам видано розбавлені розчини натрій гідроксиду і нітратної кислоти, розчини індикаторів — лакмусу, фенолфталеїну, метилоранжу, а також універсальні індикаторні папірці. Яке забарвлення має розчин кожного індикатора, індикаторний папірець?

Налийте у три пробірки по 1 мл розчину лугу. У будь-якій пробірці змочіть скляну паличку розчином лугу і торкніться нею до універсального індикаторного папірця. Якого кольору набуває папірець?

З'ясуйте, як змінюється забарвлення інших індикаторів у розчині лугу. Для цього в одну пробірку із цим розчином додайте 1—2 краплі розчину лакмусу, у другу — стільки ж крапель розчину фенолфталеїну, а в третю — метилоранжу. Що спостерігаєте?

У три інші пробірки налейте по 1 мл розчину кислоти і проведіть експеримент, аналогічний щойно описаному.

Тепер нанесіть краплю води на універсальний індикаторний папірець за допомогою скляної палички. Чи змінилося його забарвлення?

Результати спостережень запишіть у таблицю:

Рідина	Забарвлення індикатора			
	універсаль-ного	фенол-фталеїну	метил-оранжу	лакмусу
Вода				
Розчин лугу				
Розчин кислоти				

Зіставте забарвлення кожного індикатора в розчинах лугу і кислоти. Яким індикатором не можна виявити кислоту?

ВИСНОВКИ

Речовини, які змінюють забарвлення в розчинах лугів і кислот, називають індикаторами. Найважливіші індикатори — універсальний, лакмус, фенолфталеїн, метилоранж.

Індикатор у розчині кислоти набуває інакшого забарвлення, ніж у розчині лугу.



230. Які речовини називають індикаторами? Наведіть приклади цих речовин. Що являє собою універсальний індикатор?
231. Чи можна розрізнити воду і розчин кислоти за допомогою:
а) лакмусу;
б) фенолфталеїну?
232. Які індикатори і за наявності яких сполук у розчині набувають схожого забарвлення?
233. Чи можна використати індикатор для розпізнавання двох твердих оксидів, один з яких є сполукою металічного елемента, а інший — сполукою неметалічного елемента? Якщо можна, то завжди чи лише в певних випадках (яких)? Як ви проведете відповідний експеримент?

НА ДОЗВІЛЛІ

Індикатори в рослинах

Індикатор лакмус відомий давно. Його виготовляли із деяких видів лишайнику. Багато речовин, які змінюють забарвлення за дії лугів і кислот, міститься в ягодах, овочах, квітах (мал. 91). Ці речовини можна виявити, провівши прості експерименти.

Мал. 91.
Квіти гортензії,
що росте в
кислому ґрунті,
сині, а в
лужному —
рожеві



Висушіть по кілька ягід чорниці, ожини, чорної смородини, бузини, чорноплідної горобини. Потім приготуйте із них відвари, прокип'ятивши у скляній чи емальованій посудині ягоди кожного виду зі 100—150 мл води протягом кількох хвилин. Отримані рідини після охолодження профільтруйте. (Візьміть до уваги, що за кілька днів вони починають псуватися.)

Налийте по 20—30 мл кожної рідини у дві склянки. До однієї порції рідини додайте невеликий об'єм розчину кальцинованої соди (ця сполука частково взаємодіє з водою з утворенням луґу), а до іншої — 10 крапель лимонного соку або трохи оцту.

Які виготовлені рідини змінюють забарвлення за дії розчину, що містить луґ, і розчину кислоти, а які — лише в одному випадку (якому?)?

Аналогічні експерименти можна провести із соками столового буряку, червонокачанної капусти, відварами висушених забарвлених квітів, а також рідинами, отриманими після заварювання зеленого і чорного чаю, каркаде (суданської троянди).

Результати експериментів запишіть у зошит. Підготуйте повідомлення (або презентацію) про ваше дослідження.

32

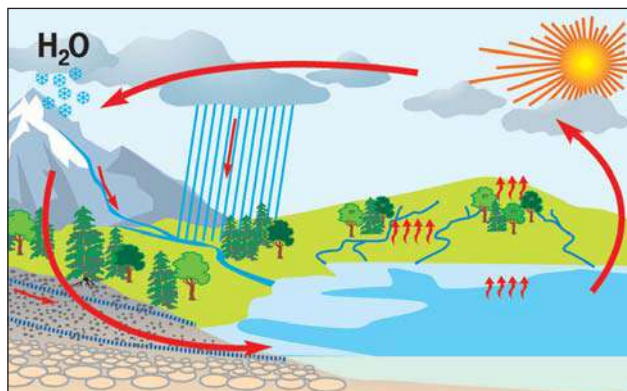
Значення води і водних розчинів. Кислотні опади

Матеріал параграфу допоможе вам:

- оцінити роль води і водних розчинів у природі;
- усвідомити значення води для людини і розвитку цивілізації;

- з'ясувати причини виникнення кислотних опадів та їх вплив на довкілля.

Роль води і водних розчинів у природі. Без води не можна уявити нашої планети. Вода вкриває більшу частину її поверхні, створюючи одну із трьох «сфер» Землі — гідросферу, складниками якої є моря, океани, річки, озера. Гідросфера межує з атмосферою та літосферою; між цими частинами планети відбувається колообіг води (мал. 92), а за її участю — колообіги багатьох хімічних елементів. Завдяки розчиненню у воді різні природні речовини «подорожують» поверхнею Землі та в її надрах, розсіюючись або накопичуючись в окремих місцях, беруть участь у хімічних реакціях з утворенням компонентів ґрунту, мінералів.



Мал. 92.
Колообіг води

Вода — учасник фотосинтезу в рослинах. Крім цього, вона забезпечує їх живлення. Природні розчини потрапляють у рослини через коріння, постачаючи необхідні речовини, хімічні елементи. Без води було б неможливим виведення з організмів продуктів їх життєдіяльності.

Дуже важливим для природи є те, що вода, маючи високу теплоємність, повільно охоло-

джується взимку й так само нагрівається влітку, внаслідок чого клімат пом'якшується.

Значення води і водних розчинів для людини. Організм людини, як і інші живі організми, існує завдяки участі води в біологічних процесах. Без неї людина може прожити не більше тижня. Втрата води призводить до погіршення функціонування різних систем організму.

Біологічні рідини в нашому організмі — це водні розчини. Найважливіші серед них — кров, лімфа, шлунковий сік, жовч, сеча. Воду в різній кількості містять майже всі харчові продукти.

Потреба людини у воді залежить від її віку, обсягу фізичних навантажень, температурних умов довкілля, вологості повітря, інших чинників. Вона задовольняється вживанням питної води і різних напоїв (щодня — не менше 1,5—2 л), страв, які містять воду, фруктів, овочів.

Людина щодоби використовує сотні літрів води в побуті. Жителі сільської місцевості споживають її менше, ніж мешканці міст (мал. 93). Норми добових витрат води людиною, яка проживає в місті, залежать від благоустрою будинків і здебільшого становлять від 200 до 400 л.

Без води неможливе функціонування промисловості. У багатьох технологічних процесах вона слугує розчинником, теплоносієм,

Мал. 93.
Приблизний розподіл витрат води в міській квартирі



Цікаво знати

На виробництві
1 т соди
витрачається
до 50 т води.

охолоджувачем. Великі кількості води споживають металургія, сільське господарство, енергетична галузь, підприємства легкої та харчової промисловості, медичні та наукові установи. У виробництві мінеральних добрив, кислот, лугів, мийних засобів, лікарських препаратів широко застосовують водні розчини різних речовин.

Природна вода виконує важливу роль у вирішенні проблеми відходів. Попередньо очищені від токсичних речовин промислові та побутові стоки потрапляють у річки й моря, де вода розбавляє їх і розносить на значні відстані, мінімізуючи негативний вплив.

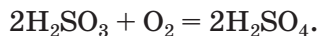
Отже, розвиток нашої цивілізації значною мірою зобов'язаний воді та водним розчинам.

Кислотні опади. Однею з ланок колообігу води в природі є атмосферні опади — дощ, сніг, град. Іноді вони містять домішки кислот. Такі опади називають кислотними. Розглянемо причини їх виникнення.

У газових викидах промислових підприємств, теплоелектростанцій, вихлопних газів автомобільних двигунів містяться невеликі кількості оксидів Сульфуру і Нітрогену. Сірчистий газ SO_2 потрапляє в повітря під час випалювання деяких металічних руд на заводах, спалювання вугілля, яке містить домішки сполук Сульфуру. Внаслідок взаємодії цього газу з атмосферою вологою утворюється сульфітна кислота:

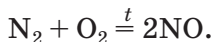


Невелика її частина реагує з киснем і перетворюється на сульфатну кислоту:

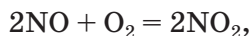


Оксиди Нітрогену з'являються в атмосфері в результаті реакцій за участю головних компонентів повітря — азоту і кисню. Спочатку

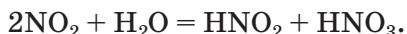
за дуже високої температури (під час згоряння палива і пального) відбувається реакція



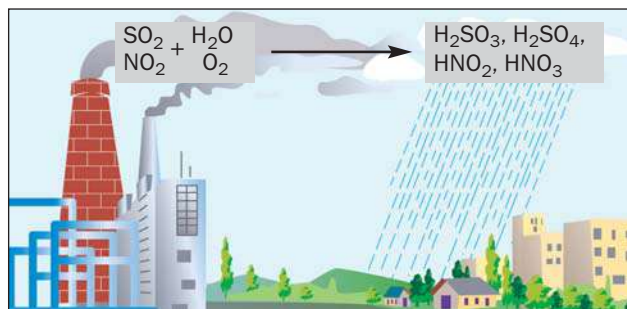
У неї вступає дуже мала кількість обох газів. Продукт реакції — нітроген(II) оксид — швидко взаємодіє з киснем



а нітроген(IV) оксид реагує з атмосферною вологою з утворенням двох кислот — нітритної і нітратної:



Усі названі кислоти разом із дощем або снігом потрапляють на земну поверхню (мал. 94). Зафіксовано випадки, коли дощові краплі були такими кислими, як оцет.



Мал. 94.
Утворення
кислотного
дощу

Кислотні опади негативно впливають на рослини, спричиняють хвороби у тварин, людей, посилюють корозію металів, руйнують будівельні матеріали, особливо мармур і вапняк (мал. 95).



Мал. 95.
Наслідки
кислотних
опадів

Заходи, спрямовані на зменшення викидів в атмосферу оксидів Сульфуру і Нітрогену, є одними з найважливіших у справі охорони природи. У сучасній теплоенергетиці перевагу надають паливу, що містить менше домішок сполук Сульфуру. Утворенню оксидів Нітрогену запобігають, знижуючи температуру згоряння палива або пального. Серед відповідних заходів у транспортній галузі — зміна конструкцій двигунів, режимів їх роботи, введення спеціальних добавок до пального.

ВИСНОВКИ

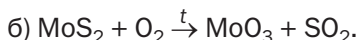
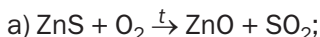
Вода відіграє дуже важливу роль у природі. Вона забезпечує колообіг хімічних елементів, регулює клімат на планеті. Без води не можуть існувати живі організми.

Воду і водні розчини широко використовують у різних галузях промисловості, інших сферах діяльності людей. Значні кількості води витрачаються на побутові потреби.

Потрапляння в повітря оксидів Сульфуру і Нітрогену разом із промисловими і транспортними викидами газів призводить до утворення кислотних опадів, які завдають шкоди довкіллю.



234. Назвіть найважливіші ланки колообігу води в природі.
235. Чому більшість хімічних заводів розміщено поблизу річок?
236. Надайте кілька пропозицій з економії води в побуті.
237. Перетворіть схеми реакцій, які відбуваються під час випалювання металічних руд, на хімічні рівняння:



238. Виведіть формулу оксиду Нітрогену, який взаємодіє з водою з утворенням:
- нітритної кислоти HNO_2 ;
 - нітратної кислоти HNO_3 .
239. Чому в дощовій воді, зібраній у регіоні, де немає населених пунктів і промислових підприємств, лакмус набуває рожевого відтінку?
240. Обчисліть масу сульфур(IV) оксиду, що потрапить у повітря під час спалювання 1 т вугілля, в якому масова частка Сульфуру становить 6 %. Припустіть, що сполуки Сульфуру, наявні у вугіллі, повністю вступають у відповідні реакції з утворенням сульфур(IV) оксиду.

33

Проблема чистої води

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати джерела забруднення природної води різними речовинами;
- оцінити важливість заходів з очищення води.

Забруднення гідросфери. Унаслідок діяльності людей у воду потрапляють різні речовини. Вони здебільшого негативно впливають на довкілля, живі організми.

Головним джерелом хімічного забруднення океанічної води є водний транспорт. Великої шкоди фауні, жителям узбережжя завдають витоки нафти і нафтопродуктів із танкерів, аварії на нафтовидобувних платформах. Щороку у Світовий океан виливається в середньому 10 млн т нафти. Кожна тонна її розтікається на поверхні площею понад 12 км² і створює плівку, яка ізолює воду від атмосфери, порушує екологічну рівновагу. На щастя, завдяки величезній масі води в океанах забруднення поступово розсіюються.

Найбільшої шкоди морській воді завдають стоки портових міст, промислових підприємств. Додають забруднення й річки, що впадають у моря. Через незадовільну екологічну ситуацію періодично закривають пляжі, зони відпочинку.

Річки також потерпають від різноманітних стоків (мал. 96). Їх поділяють за походженням на виробничі (від заводів, інших промислових підприємств) і господарсько-побутові (від житлових масивів, лікарень, закладів харчування тощо). Головними забруднювачами річок є хімічна, нафтопереробна, металургійна, целюлозно-паперова, машинобудівна промисловість, а також сільське господарство (передусім — тваринництво).

Мал. 96.
Зливання
неочищених
промислових
стоків у річку



На окиснення залишків органічних речовин, що потрапили у воду, витрачається розчинений у ній кисень. Від його нестачі гинуть риба (мал. 97) та інші живі істоти. Негативно впливають на флору та фауну річок і озер залишки синтетичних мийних засобів. Останнім часом збільшилося засмічення водойм відходами полімерних матеріалів — використаними пластиковими пляшками, поліетиленовими пакетами, шинами, виробами з гуми тощо.

Стан річок і морів в Україні. Приблизно 80 % населення нашої країни проживає в басейнах двох річок — Дніпра і Дністра. На думку спеціалістів, екосистема Дніпра

Мал. 97.
Загибель риби



внаслідок спорудження каскаду штучних водосховищ, масштабної меліорації полів, функціонування поблизу ріки великих промислових комплексів повністю деградована. Це стосується і Дністра, у воді якого містяться залишки добрив, інші шкідливі речовини, а на дні — різні техногенні відходи. Десна, воду якої забруднює низка промислових підприємств, також потребує допомоги.

Азовське море називають зоною екологічної катастрофи. Значна частка його забруднення припадає на металургійні заводи, інші промислові підприємства Маріуполя, Керчі, Ростова. Річки виносять в Азовське море багато промислових стоків від численних заводів донецького регіону.

Чорне море також забруднюється, але лише у прибережній зоні. Завдяки його значній глибині і площі забруднення поступово розсіюється.

Проблема чистої води. Від якості води, яку ми споживаємо, залежить стан нашого здоров'я. Вода, що надходить із водогону, здебільшого відповідає затвердженим стандартам і гігієнічним нормам. Але іноді з кранів тече вода із неприємним запахом і присмаком, а в ємностях із нею з'являється осад. У цьому разі вода потребує додаткового очищення.

Люди часто використовують воду з перевірених підземних джерел, колодязів. Мешканці деяких міст України беруть воду з бюветів, у які вона надходить із глибини у



Мал. 98.
Альтернатива
воді з водогону

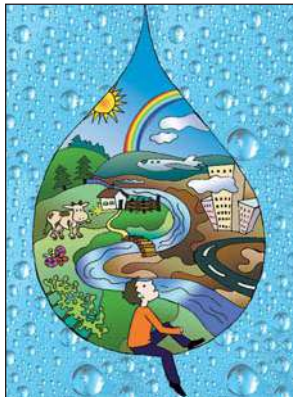
сотні метрів. Достатню якість має бутильована і привозна питна вода (мал. 98).

Зауважимо, що пити людині лише дуже чисту (дистильовану) воду не можна. Тоді організм не отримуватиме в певній кількості сполуки Кальцію, Магнію, Сульфуру та деяких інших елементів, які містяться в природній воді. До того ж із організму «вимиватимуться» потрібні речовини, внаслідок чого слабшатимуть кістки, порушуватимуться важливі біологічні процеси.

Охорона водойм від забруднення. Дедалі більшої актуальності для людства набуває охорона водних ресурсів планети, запобігання їх забрудненню (мал. 99).

Гідросфера певною мірою здатна до самоочищення. Частина забруднень із часом

Мал. 99.
Вода — наше
багатство



випадає в осад, деякі інші речовини окиснюються й перетворюються на нешкідливі.

Оскільки у природну воду зі стоками різного походження можуть потрапити розчинні токсичні домішки, постає необхідність водозахисних заходів. Найважливішими серед них є такі:

- удосконалення процесів знешкодження стічних вод;
- упровадження технологій, які передбачають скорочення обсягів стоків;
- повернення у виробництво використаної води після її очищення.

Спеціалісти розробляють вимоги щодо необхідного ступеня очищення промислових і побутових стоків, які гарантують їх безпечність для довкілля. Цих вимог мають дотримуватися на виробництві, у міському господарстві.

Очищення води на водоочисних станціях. Знешкодження промислових і побутових стоків перед їх скиданням у річку або в море, а також підготовку води для водопостачання в населені пункти здійснюють на водоочисних станціях за різними схемами (мал. 100).

Мал. 100.
Споруда
для очищення
промислових
стоків



Перед тим як спрямувати природну воду у водогін, її піддають хімічному і бактеріологічному аналізу. У разі встановлення достатньої якості води її пропускають через шар піску або дрібного гравію, звільняючи від нерозчинних домішок — часточок ґрун-

Цікаво знати

Домішки кислот у промислових стоках нейтралізують вапном, іншими дешевими реагентами.

ту, глини тощо. Потім у воду додають незначну кількість хлору чи озону (проводять хлорування або озонування) для знищення бактерій і мікроорганізмів. Після цього її знову аналізують і спрямовують у водогін.

Для очищення промислових стоків підприємств застосовують багато методів. Метод обирають залежно від наявності в стоках тих чи інших домішок та їх кількості. Першим етапом знешкодження стоків зазвичай є фільтрування, іноді — відстоювання. Після цього у стічні води часто додають реагенти, які взаємодіють із речовинами-забрудниками. Продукти таких реакцій видаляють або залишають у стоках, якщо речовини, що утворилися, є безпечними для довкілля і живих організмів. Крім хімічних реакцій, для очищення промислових стічних вод використовують фізичні явища. Наприклад, деякі шкідливі речовини, які перебувають у розчиненому стані, поглинають активованим вугіллям.

Побутові стоки містять переважно органічні речовини. Їх спрямовують у штучні ставки з колоніями бактерій, які переробляють ці речовини на безпечні — вуглекислий газ, азот, воду тощо.

Очищення води в домашніх умовах. Часто воду перед використанням для пиття, приготування їжі нагрівають до кипіння. За температури 100 °С у ній гинуть мікроорганізми і бактерії, а частина розчинених природних речовин перетворюється на нерозчинні, які поступово осідають на дно посудини. Після відстоювання прокип'ячену воду зливають з осаду.

Досить ефективними для додаткового очищення води є побутові фільтри (мал. 101). У них містяться речовини, які вбирають із води неорганічні та органічні домішки.

Мал. 101.
Побутовий
фільтр
для очищення
води



ВИСНОВКИ

Гідросфера, як і інші частини планети, потерпає від забруднень, спричинених діяльністю людей. Охорона водних ресурсів є актуальною проблемою.

Очищення промислових і побутових стоків здійснюють різними методами.

Природну воду перед спрямуванням у водогін очищують від домішок і знезаражують. З метою додаткового очищення водогінної води застосовують побутові фільтри.



241. Підготуйте за матеріалами з інтернету або інших джерел інформації повідомлення на одну із таких тем:
- а) витрати води на металургійних заводах, підприємствах хімічної, легкої, харчової промисловості;
 - б) вплив залишків мийних засобів у стічній воді на стан природних водойм;
 - в) речовини, які очищують воду в побутових фільтрах.
242. З'ясуйте, які мийні засоби і засоби для чищення є у вас удома. Яка загальна маса цих засобів витрачається щомісяця? Куди потрапляють залишки від їх використання?
243. Вода, яку набрали з бювету, має слабкий запах. Що ви зробите, щоб усунути цей запах?

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Очищення забрудненої води

Вам відомо, що природна вода містить розчинені речовини. Деякі з них під час кип'ятіння води розкладаються з утворенням нерозчинних сполук, що осідають на дно посудини, а іноді й вкривають її стінки. Суміш таких речовин називають накипом. Очистити воду від накипу можна фільтруванням.

Заздалегідь виготовте в хімічному кабінеті фільтр із фільтрувального паперу і вставте його вдома в господарчу лійку. Замість паперового фільтра можна скористатися жмутом вати або складеним учетверо шматком марлі, який треба помістити в отвір лійки, повністю закривши його.

Налийте в посудину трохи водогінної, річкової або колодязної води, прокип'ятіть її й залиште охолоджуватися. Зафіксуйте утворення накипу.

Здійсніть фільтрування води.

Переконайтесь у наявності твердих часточок на фільтрі. Чи вдалося вам повністю очистити воду від нерозчинних речовин?

Післямова

Ось і завершився навчальний рік. Сподіваємося, вам було цікаво вивчати новий предмет — хімію.

Ознайомлення з хімією розширило ваші уявлення про природу. Ви дізналися, що речовини зазнають перетворень, які називають хімічними реакціями. Усі речовини утворені хімічними елементами — певними видами атомів. Відомо 118 елементів. Найважливіша інформація про них міститься в періодичній системі.

Упродовж навчального року ви здійснили чимало дослідів із речовинами на уроках і вдома, спостерігали за перебігом реакцій, навчилися розв'язувати типові задачі з хімії, складати хімічні формули і рівняння.

Уроків хімії у 8-му класі буде більше. Ви здобудете нові знання з цього предмета, опануєте додаткові вміння і навички.

Бажаємо вам, тепер уже восьмикласникам, успіхів у подальшому вивченні хімії.

Відповіді до задач і вправ

Розділ 1. Початкові хімічні поняття

45. Кава — розчинна або мелена.
46. Можна. Потрібно випарити з розчину воду, але не повністю.
55. У рідині могли міститися розчинені газ або речовина, яка під час нагрівання повністю перетворилася на газ (гази).
69. а) 3; 9;
 б) 96.
71. O — 52,9 %, H — 23,5 %, Al — 11,8 % .
121. 5 молекул.
131. $m(\text{Ca}) = 19,04 \text{ г}$; $m(\text{H}) = 0,96 \text{ г}$.
132. $m(\text{сполуки}) = 200 \text{ г}$.
133. $x = 3$.
134. Зразок не є чистою сполукою.
135. 1б, 2а, 3б, 4а, 5а, 6б.
151. б) $2\text{AlBr}_3 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Br}_2$.

Розділ 2. Кисень

160. в) $w(\text{O}) = 53,3 \%$.
162. $m(\text{O}_2) = 2,99 \text{ г}$.
170. Ні.
173. Візьміть до уваги, що кисень трохи важчий за повітря.
180. а) $n = 1, 2, 3$ і 4 ;
 б) $n = 1, 3, 5$ і 7 .
181. $w(\text{O}) = 68,6 \%$.
182. Вакуум утворився в колбі, в якій спалили магній.
187. $\text{CS}_2 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2$.
188. б) $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t} 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.
190. $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} + 6\text{O}_2 \xrightarrow{t} 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$.
196. $\varphi(\text{O}_2) = 16 \%$.

Розділ 3. Вода

214. $m(\text{H}_2\text{O}) = 114 \text{ г.}$

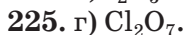
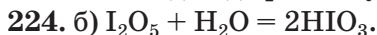
216. $m(\text{солі}) = 18 \text{ г; } V(\text{H}_2\text{O}) = 1982 \text{ мл.}$

217. $w(\text{речовини}) = 0,24.$

219. $m(\text{гліцерину}) = 8,8 \text{ г.}$

220. Необхідно в розчині розчинити ще 0,42 г сечовини.

221. Необхідно до розчину додати 10 мл води.



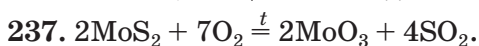
227. а) $w(\text{O}) = 56,3 \text{ \%};$

б) $w(\text{O}) = 65,3 \text{ \%}.$

228. $m(\text{NaOH}) = 750 \text{ г.}$

229. $w(\text{HNO}_3) = 24,4 \text{ \%}.$

233. Можна, якщо хоча б один із оксидів реагує з водою.



240. $m(\text{SO}_2) = 120 \text{ кг.}$

Словник термінів

Атом — найменша електронейтральна частинка речовини, яка складається з ядра та електронів, що рухаються навколо нього.

Атомна одиниця маси (скорочено — *а. о. м.*) — $1/12$ маси атома Карбону.

Бінарна сполука — сполука, утворена двома елементами.

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

Вищий оксид елемента — оксид, у якому елемент виявляє максимально можливе для нього значення валентності.

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

Відносна молекулярна маса — відношення маси молекули до $1/12$ маси атома Карбону.

Властивості речовини — ознаки, за якими вона відрізняється від іншої речовини або подібна до неї.

Гідроксиди — сполуки металічних елементів із загальною формулою $M(OH)_n$.

Гідроксильна група — група атомів OH.

Горіння — хімічна реакція, під час якої виділяється теплота і з'являється полум'я.

Графічна формула — формула, в якій за допомогою рисок показано, як атоми сполучені в молекулі.

Група (елементів) — стовпчик у короткому варіанті періодичної системи або два відокремлені стовпчики в її довгому варіанті.

Дистильована вода — вода, очищена перегонкою (дистиляцією).

Електрон — негативно заряджена частинка, складник атома.

Індикатор — речовина, яка змінює забарвлення за дії розчинів лугу і кислоти.

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

Каталізатор — речовина, яка прискорює реакцію, залишаючись після неї незмінною.

Колообіг елемента — сукупність процесів у природі, під час яких атоми елемента внаслідок хімічних реакцій переходять від одних речовин до інших.

Компонент — речовина, що є складником суміші.

Луг — розчинна або малорозчинна у воді основа.

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

Масова частка розчиненої речовини в розчині — відношення маси речовини до маси розчину.

Матеріал — речовина або суміш речовин, яку використовують у будівництві, виготовленні обладнання, предметів побуту, художніх виробів тощо.

Молекула — частинка речовини, яка складається з двох або більшої кількості сполучених атомів.

Неоднорідна суміш — суміш речовин, у якій речовини можна виявити спостереженням.

Однорідна суміш — суміш речовин, у якій речовини неможливо виявити спостереженням.

Окиснення — хімічне перетворення речовини за участю кисню.

Оксид — сполука, утворена двома елементами, одним із яких є Оксиген.

Органічні речовини — сполуки Карбону (за деякими винятками).

Основи — гідроксиди багатьох металічних елементів.

Період — рядок або два суміжні рядки в періодичній системі.

Періодична система хімічних елементів — таблиця, в якій елементи розміщені за зростанням заряду ядер атомів.

Порядковий (атомний) номер хімічного елемента — номер клітинки періодичної системи, де розміщений елемент.

Проста речовина — речовина, утворена одним хімічним елементом.

Реагент — речовина, яка вступає в хімічну реакцію.

Реакція розкладу — реакція, під час якої з однієї речовини утворюється кілька інших.

Реакція сполучення — реакція, в якій беруть участь кілька речовин, а утворюється одна.

Розчин — однорідна суміш речовин.

Розчинник — компонент розчину, який перебуває в такому самому агрегатному стані, що й розчин.

Складна речовина, або *сполука*, — речовина, утворена кількома хімічними елементами.

Схема хімічної реакції — запис реакції за допомогою хімічних формул реагентів і продуктів.

Фізичне явище — явище, під час якого речовина не перетворюється на іншу.

Фізичні властивості речовини — властивості, які визначають спостереженням або вимірюваннями.

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

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

Хімічне явище, або *хімічна реакція*, — явище, під час якого речовина (кілька речовин) перетворюється на іншу (інші).

Хімічний елемент — вид атомів із певним зарядом ядра.

Хімічні властивості речовини — властивості, які виявляються у здатності речовини вступати в певні хімічні реакції.

Хімія — наука про речовини та їх перетворення.

Ядро атома — позитивно заряджений складник атома.

Предметний покажчик

А

Агрегатний стан 41
Аерозоль 54
Алхімія 13
Атом 41
Атомна одиниця маси 76

Б

Бінарна сполука 96

В

Валентність 93
Відносна атомна маса 77
Відносна молекулярна маса 100
Відносна формульна маса 102
Властивості речовини 44
 фізичні 45
 хімічні 113
Вода
 будова молекули 166
 очищення 200
 поширеність у природі 166
 фізичні властивості 167
 хімічні властивості 168,
 180

Г

Гідроксид
 (гідрат оксиду) 181
Гідроксильна група 182
Горіння 154
Графічна формула молекули 95
Група елементів (у періодичній системі) 68

Д

Дистиляція *див.* Перегонка

Е

Електрон 41, 65
Емульсія 54

З

Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції 127

І

Індикатор 186

Й

Йон 65

К

Каталізатор 141
Кисень
 біологічна роль 159
 відкриття 138
 добування 138
 застосування 160
 збирання 141
 поширеність у природі 135
 фізичні властивості 136
 хімічні властивості 146,
 152
Кислоти 183
Кислотні опади 193
Колообіг елемента 158
Кристал 46

Л

Луги 183

М

Масова частка елемента
у сполучці 103

Масова частка розчиненої
речовини 172

Матеріал 40

Метали 80

Металічні елементи 83

Молекула 42

Н

Неметали 81

Неметалічні елементи 83

О

Озон 82, 161

Окиснення 155

Оксиди 150

назви 150

хімічні властивості 153,
181, 183

Основи 183

П

Перегонка 59

Період 68

Періодична система
хімічних елементів 67

Піна 54

Повітря 135

Порядковий (атомний)
номер хімічного
елемента 69

Р

Реагент 109

Реакція

розкладу 140

сполучення 147

Речовина

аморфна 46

кристалічна 46

неорганічна 87

органічна 87

проста 80

складна 85

Розчин 52, 169

Розчинник 170

С

Склад речовини

кількісний 91

якісний 91

Сполука *див.* Речовина
складна

Суміші

неоднорідні 53

однорідні 51

Суспензія 54

Схема хімічної реакції 125

Ф

Фізичне явище 108

Фотосинтез 158

Х

Хімічна реакція 109

Хімічна формула 89

Хімічне рівняння 129

Хімічне явище *див.*

Хімічна реакція

Хімічний елемент 65

Хімія 5

Я

Ядро атома 41, 65

Література для учнів

1. Василега М. Д. Цікава хімія / М. Д. Василега. — Київ : Рад. шк., 1989. — 188 с.
2. Вороненко Т. І. Хімія щодня. Це треба знати кожному / Тетяна Вороненко, Тетяна Іваха. — Київ : Шк. світ, 2011. — 128 с.
3. Котляр З. В. Хімія елементів / З. В. Котляр, В. М. Котляр. — Київ : Вид. дім «Перше вересня», 2016. — 224 с.
4. Леєнсон І. А. Дивовижна хімія / І. А. Леєнсон. — Харків : Ранок, 2011. — 176 с.
5. Смаль Ю. Лесеві історії. Експериментуй і дізнавайся / Юля Смаль. — Львів : Вид-во Старого Лева, 2019. — 136 с.
6. Смаль Ю. Цікава хімія. Життєпис речовин / Юля Смаль. — Львів : Вид-во Старого Лева, 2016. — 112 с.
7. Яковішин Л. О. Цікаві досліди з хімії: у школі та вдома / Л. О. Яковішин. — Севастополь : Біблекс, 2006. — 176 с.

Інтернет-сайти, які містять цікавий матеріал з хімії

1. <http://chemistry-chemists.com>
2. <http://www.thoughtco.com/chemistry-4133594>
3. <http://www.elementsinyourlife.org>
4. <https://www.facebook.com/compoundchem>
5. <https://www.webelements.com>
6. <https://www.chemistryworld.com>
7. <https://www.compoundchem.com>

Зміст

Шановні семикласники!	3
-----------------------------	---

Вступ

§ 1. Хімія — природнича наука	5
§ 2. Як виникла і розвивалася наука хімія	11
§ 3. Правила роботи в хімічному кабінеті. Лабораторний посуд і обладнання	16
§ 4. Найпростіші операції в хімічному експерименті	25
§ 5. Правила безпеки під час роботи з лабораторним посудом та обладнанням. Маркування небезпечних речовин.....	30
Практична робота № 1. Прийоми поводження з лабораторним посудом, штативом і нагрівними приладами. Найпростіші операції в хімічному експерименті	35

Розділ 1. Початкові хімічні поняття

§ 6. Речовини. Атоми, молекули.....	38
§ 7. Фізичні властивості речовин. Як вивчають речовини	44
§ 8. Чисті речовини і суміші.....	50
§ 9. Способи розділення сумішей	55
Практична робота № 2. Розділення суміші.....	61
§ 10. Атоми. Хімічні елементи	64
§ 11. Поширеність хімічних елементів	71
§ 12. Маса атома. Відносна атомна маса.....	75
§ 13. Прості речовини. Метали і неметали	79
§ 14. Складні речовини	85
§ 15. Хімічні формули	89
§ 16. Валентність хімічних елементів.....	93
Для допитливих. Валентність хімічного елемента і його розміщення в періодичній системі	99
У позаурочний час. Виготовляємо моделі молекул ...	99

§ 17. Відносна молекулярна маса.....	100
§ 18. Масова частка елемента у складній речовині.....	103
§ 19. Фізичні та хімічні явища (хімічні реакції). Хімічні властивості речовин.....	108
§ 20. Як досліджують хімічні реакції.....	115
Практична робота № 3. Дослідження фізичних і хімічних явищ.....	119
<i>Домашній експеримент.</i> Взаємодія харчової соди із соком квашеної капусти, лимонною кислотою, кефіром.....	123
<i>На дозвіллі.</i> Хімічні реакції за участю йоду і зеленки.....	123
<i>Для допитливих.</i> Фізичні та хімічні явища при виведенні плям.....	124
§ 21. Схема хімічної реакції. Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції. Хімічне рівняння.....	125

Розділ 2. Кисень

§ 22. Оксиген. Кисень.....	133
§ 23. Добування кисню.....	138
Практична робота № 4. Добування кисню з гідроген пероксиду.....	143
§ 24. Хімічні властивості кисню: реакції з простими речовинами. Оксиди.....	146
§ 25. Хімічні властивості кисню: реакції зі складними речовинами. Процеси окиснення.....	152
<i>На дозвіллі.</i> Гасіння полум'я.....	157
§ 26. Колообіг Оксигену в природі. Біологічна роль і застосування кисню.....	157

Розділ 3. Вода

§ 27. Вода.....	165
§ 28. Розчин і його компоненти. Вода як розчинник.....	169
§ 29. Кількісний склад розчину. Масова частка розчиненої речовини.....	172

Практична робота № 5. Виготовлення водного розчину із заданою масовою часткою розчиненої речовини.....	178
<i>На дозвіллі. Виготовлення водного розчину кухонної солі.....</i>	180
§ 30. Реакції води з оксидами. Основи, кислоти	180
§ 31. Виявлення лугів і кислот у розчинах за допомогою індикаторів.....	186
<i>На дозвіллі. Індикатори в рослинах.....</i>	189
§ 32. Значення води і водних розчинів. Кислотні опади	190
§ 33. Проблема чистої води	196
<i>Домашній експеримент. Очищення забрудненої води.....</i>	203
Післямова	204
Відповіді до задач і вправ	205
Словник термінів	207
Предметний покажчик	210
Література для учнів	212
Інтернет-сайти, які містять цікавий матеріал з хімії	212

Навчальне видання

ПОПЕЛЬ Павло Петрович
КРИКЛЯ Людмила Сергіївна

ХІМІЯ

Підручник для 7 класу
закладів загальної середньої освіти
2-ге видання, перероблене

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

У підручнику з навчальною метою
використано ілюстративні матеріали,
що перебувають у вільному доступі в мережі інтернет.

Редактор Г. Т. Сенькович
Коректор Г. А. Теремко
Комп'ютерна верстка Є. М. Байдюка

Формат 60×90/16. Ум. друк. арк. 13,5.
Наклад 114 910 прим. Зам.

Видавничий центр «Академія»,
м. Київ, вул. Дегтярівська, 38—44.
Тел./факс: (044) 483-19-83; 456-84-63.
E-mail: academia.book@gmail.com
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 555 від 03.08.2001 р.

Видруковано у ПрАТ
«Харківська книжкова фабрика “Глобус”
корпоративне підприємство
ДАК Укрвидавполіграфія»
вул. Різдва, 11, м. Харків, 61052.
Свідоцтво серія ДК № 3985 від 22.02.2011 р.