

Л.С. Дячук
М.М. Гладюк

ХІМІЯ

ПІДРУЧНИК ДЛЯ 7 КЛАСУ

загальноосвітніх навчальних закладів

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України



ТЕРНОПІЛЬ
НАВЧАЛЬНА КНИГА – БОГДАН
2015

УДК 54(075.3)
ББК 24я72
Д 99

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

ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ. ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО

Рецензенти:

Курант В.З., професор кафедри хімії та методики її навчання,
доктор біологічних наук Тернопільського національного
педагогічного університету ім. В. Гнатюка

Загнибіда Н.М., вчитель вищої категорії Стегниківської ЗОШ І-ІІ ст.,
вчитель-методист

Автори і видавництво висловлюють щире подяку В.В. Єрмоїну,
М.Є. Кузьменку, А.А. Дроздову, В.В. Луніну, а також видавництву
«Дрофа» за надані матеріали, підтримку і сприяння у реалізації проекту.

Дячук Л.С.

Д 99 Хімія : підручник для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. /
Л.С. Дячук, М.М. Гладюк. — Тернопіль : Навчальна кни-
га — Богдан, 2015. — 240 с. : іл.


ISBN 978-966-10-3401-2

**УДК 54(075.3)
ББК 24я72**

*Охороняється законом про авторське право.
Жодна частина цього видання не може бути відтворена
в будь-якому вигляді без дозволу автора чи видавництва.*

ISBN 978-966-10-3401-2

© Дячук Л.С., Гладюк М.М., 2015
© Навчальна книга — Богдан, 2015
© Дрофа, 2012

Піктограмою  у підручнику позначено ті його складові, які
можна відкрити в електронній версії за посиланням:
<http://www.bohdan-digital.com/edu>.

Слово до учнів

Дорогі семикласники! Цього навчального року ви розпочинаєте вивчення нового для вас предмета — хімії.

Хімія — цікава і складна наука. Щоб оволодіти нею повною мірою, необхідно не лише засвоїти теоретичний матеріал, а й навчитися застосовувати набуті знання на практиці. Знання з хімії знадобляться вам як для пояснення багатьох природних явищ, так і для розуміння виробничих процесів та використання хімічних речовин у побуті.

Хімію слід вивчати послідовно і дуже уважно, не пропускаючи жодної навчальної теми. Насамперед ви повинні добре засвоїти найважливіші *хімічні поняття* та *хімічні закони*, які становлять основу хімічних знань. Для цього вам потрібно уважно читати кожний параграф, виписувати визначення, правила та формули у зошит і запам'ятовувати їх.

Цікаві факти, що стосуються навчального матеріалу, позначено у параграфі кружечком (↻). Матеріал параграфа під назвою «Якщо хочете знати хімію глибоше» призначений для учнів, які прагнуть вивчати хімію поглиблено, саме для них дібрано ускладнені завдання.



У матеріалі параграфів, де це передбачено навчальною програмою, подано детальні інструкції щодо виконання лабораторних дослідів і практичних робіт. Під назвою «Домашній експеримент» описано досліди, які ви зможете виконати самостійно вдома, дотримуючись правил безпеки.

На сторінках підручника ви також знайдете пояснення, як розв'язувати задачі з хімії.

Після кожного параграфа розміщено висновки та диференційовані завдання для перевірки набутих знань (🔍).

Наприкінці підручника подано відповіді та розв'язки до деяких задач і вправ, словничок хімічних термінів і понять, а також предметний покажчик.

Крім того видання має електронну версію. Натиснувши на позначку (📺), ви зможете переглянути фото, відео по темі, виконати тести.

А тепер — до праці!

Успіхів вам у навчанні!

Автори

Вступ

- Хімія — природнича наука
Речовини та їх перетворення у навколишньому світі
- Історія розвитку хімії
- Правила поведінки учнів у хімічному кабінеті.
Ознайомлення з обладнанням кабінету хімії
та лабораторним посудом



§ 1. ХІМІЯ — ПРИРОДНИЧА НАУКА. РЕЧОВИНИ ТА ЇХ ПЕРЕТВОРЕННЯ У НАВКОЛИШНЬОМУ СВІТІ

Із цього параграфа ви дізнаєтеся:

- які науки належать до природничих;
- що вивчає хімія;
- з яких розділів складається хімія і як вона пов'язана з іншими науками;
- про перетворення речовин у навколишньому світі;
- яку роль — позитивну чи негативну — відіграє хімія у суспільному житті.

Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:
— які ви знаєте речовини?

Природничі науки — це науки, що вивчають природу і зміни, які у ній відбуваються. Окрім хімії, до природничих наук належать біологія, географія, фізика. **Біологія** вивчає живі організми: рослини, тварин і людину. **Географія** описує природну різноманітність Землі. **Фізика** досліджує найбільш загальні закони і явища природи. Предметом вивчення хімії є речовини. Деякі з них — вода, скло, цукор, залізо, кухонна сіль — відомі вам з дитинства, з багатьма іншими ви ознайомитеся на уроках хімії.

Різноманітні перетворення речовин відбуваються у живих організмах та неживій природі.

Навесні у ґрунт кинули невелику насінину. Вона проросла, перетворилася на рослину. У рослинах вуглекислий газ (що утворився внаслідок дихання людей і тварин, горіння пального, гниття органічних решток, бродіння), вода та інші речовини перетворюються на білки, жири, вуглеводи, вітаміни тощо. Біологія не може пояснити, як відбуваються у клітинах рослини ці дивні перетворення. Щоб пізнати суть цих процесів, людині потрібні знання з хімії.

Кам'яне вугілля, природний газ, нафта, глина, пісок, інші корисні копалини утворилися внаслідок природних хімічних процесів. Різноманітні перетворення речовин відбуваються в атмосфері Землі під час грози, виверження вулканів, у ґрунті, в річках та морях.

Перетворення речовин відбуваються під час приготування їжі, випікання хліба, скисання молока, виплавки металів і скла, виготовлення кераміки і будівельних матеріалів, одержання пластмас та інших синтетичних матеріалів, продукції хімічної промисловості (мінеральних добрив, кислот, мийних засобів, розчинників, фарб, лаків, засобів для чищення і догляду за предметами домашнього вжитку, амоніаку, водню), спалювання бензину тощо.

Чому бензин горить, а вода — ні? Чи можна виростити сині троянди і червоні волошки? Як отримати нові речовини, яких немає у природі? Як одні речовини перетворюються на інші? Чому капронові вироби не можна прасувати гарячою праскою? Чому жовтіє листя на деревах? Відповіді на ці та багато інших питань дає хімія. Хімія розкриває свої таємниці всім, хто наполегливо оволодіває її надбаннями.

Хімія — наука про речовини, їхній склад, властивості, хімічні перетворення речовин та явища, що супроводжують ці перетворення.

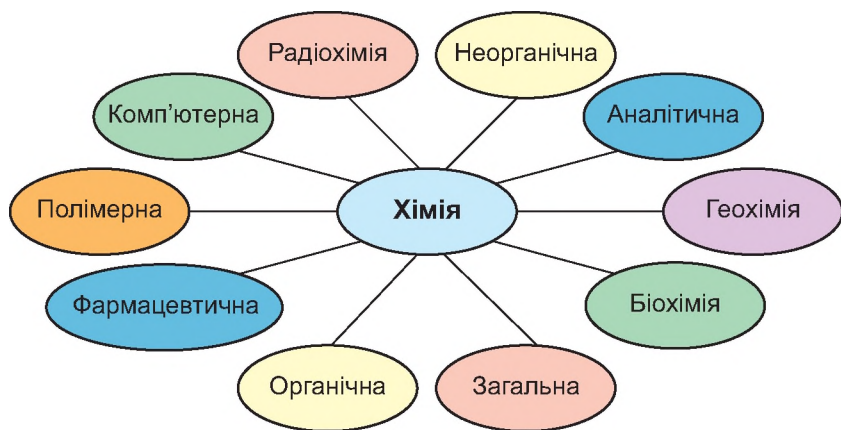
Вивчаючи хімію, ви зможете самостійно досліджувати властивості речовин і добувати деякі сполуки.

Сучасна хімія настільки широка галузь природознавства, що багато її розділів є самостійними, хоча й тісно взаємопов'язаними науковими дисциплінами.

Неорганічна хімія — розділ хімії про хімічні елементи та їхні сполуки.

Загальна хімія — це наука про властивості та будову речовин, вчення про розчини.

Органічна хімія вивчає сполуки Карбону з іншими елементами.



Мал. 1. Розділи хімії

Біохімія — наука про хімічні процеси, які відбуваються у живих клітинах.

Комп'ютерна хімія — порівняно молода галузь хімії, яка використовує комп'ютерні програми для вивчення, дослідження і пояснення хімічних перетворень.

Радіохімія вивчає властивості радіоактивних елементів (мал. 1).

Хімія та інші науки існують не кожна сама по собі, вони тісно пов'язані між собою. Наприклад, хімія послуговується надбаннями фізики для дослідження структури речовини, використовує фізичні закони під час дослідження хімічних процесів. Хімічні знання широко використовує біологія (для вивчення хімічного складу і будови сполук, з яких складаються живі організми), екологія (властивості речовин вивчають для їхнього безпечного використання), геологія (під час пошуку корисних копалин та встановлення їхнього складу, вмісту цінних речовин у природних мінералах і способах їх добування).

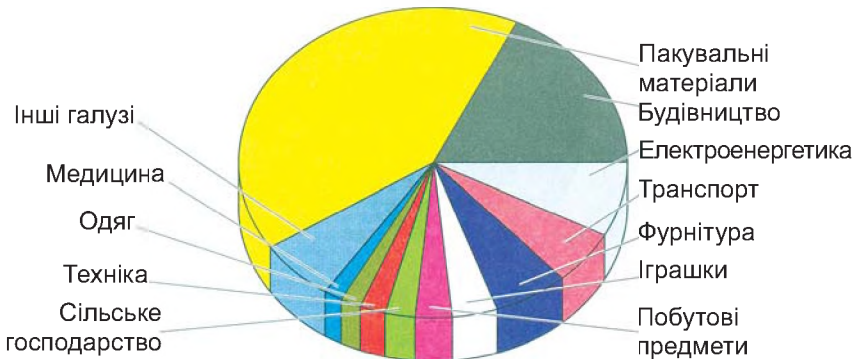
Хімічні знання також необхідні лікарям, щоб мати чітке уявлення про всі процеси, які відбуваються у тілі людини, а також фармацевтам, щоб знати хімічний склад ліків та їхній вплив на організм людини, щоб правильно застосовувати лікарські препарати під час лікування і синтезувати нові ліки.

Для того, щоб добувати метали з руд, переробляти кам'яне вугілля, нафту, природний газ, виробляти штучні та синтетичні матеріали, отримувати корисні продукти, щоб розуміти ці процеси і правильно керувати ними, треба мати ґрунтовні знання про склад і властивості речовин, про закономірності їхніх перетворень, а це неможливо без вивчення хімії.

Яка ж роль хімії у житті людини? Вона надзвичайно велика. Якби не було хімії, не було б сучасної металургії, космічні кораблі не літали б у космос, адже паливо для їхніх двигунів, міцні термостійкі матеріали для їхніх конструкцій виготовляють за допомогою хімічних процесів. Хіміки добувають із мінеральної, тваринної та рослинної сировини найрізноманітніші речовини. З'являються тисячі й десятки тисяч речовин і матеріалів, невідомих у природі, наприклад, полімерних, із виробами з яких ви постійно стикаєтесь у повсякденному житті. Недаремно наш вік називають віком полімерів (пригадайте з курсу історії, що у житті людства вже були кам'яний, бронзовий і залізний віки).

Використання пластмас (як видно з діаграми) різноманітне (мал. 2).

Із пластмаси виготовляють не лише дитячі іграшки, але й справжні деталі та конструкції. Окрім полімерів, до яких належать синтетичні волокна і пластмаси, хімія створює миючі засоби, мінеральні добрива, засоби захисту рослин, лікарські засоби і багато-багато іншого.



Мал. 2. Використання пластмас



Мал. 3. Хімічна промисловість і науково-технічний прогрес: 1 — металургія; 2 — машинобудування, 3 — сільське господарство; 4 — будівництво; 5, 6 — транспорт; 7 — текстильна промисловість; 8 — харчова промисловість; 9 — целюлозно-паперова промисловість; 10 — виробництво м'яких засобів; 11 — виробництво товарів народного споживання; 12 — фармацевтична промисловість

За допомогою хімії людина отримує речовини з наперед заданими властивостями. З цих речовин виробляють продукти харчування, одяг, взуття, техніку, транспортні засоби, сучасні засоби зв'язку тощо.

Хімічна промисловість розвивається на даний час набагато швидше, ніж будь-яка інша, і здебільшого визначає науково-технічний прогрес (*мал. 3*).

Як ніколи по-сучасному звучать слова М.В. Ломоносова, сказані ним іще у XVIII ст.: «Широко простягає хімія руки свої у справи людські...».



Проте виробництво таких потрібних людині продуктів хімічної промисловості, як метали, пластмаси, кислоти, сода, амоніак, мінеральні добрива, нафтопродукти та багато іншого призводить до забруднення довкілля шкідливими речовинами. Джерелом забруднення у першу чергу є теплові електростанції, підприємства чорної і кольорової металургії, хімічної та гірничодобувної промисловості, сміттєпереробні заводи, автомобільний транспорт. Вони викидають у повітряний океан — атмосферу, яка не знає державних кордонів, небезпечні для всіх живих організмів, отруйні сполуки, пил тощо (*мал. 4*).

Над великими промисловими містами висить густий смог. Кислотні дощі руйнують скульптури (*мал. 5, а*) і будівлі, повільно вбивають рослини (*мал. 5, б*).



Мал. 4. Хімічний завод — джерело забруднення атмосфери



а)



б)

Мал. 5. Наслідок дії кислотних дощів на: а — скульптуру; б — рослини

Шлаки металургійних виробництв і відвали гірничодобувної промисловості займають величезні площі родючих орних земель.

Значна кількість природної води стає непридатною для вживання та життя організмів, що в ній мешкають, внаслідок скидання у водойми промислових та побутових стічних вод.

Неутилізовані побутові відходи забруднюють природний ландшафт, перетворюють береги річок та пасовиська в огидні сміттєзвалища (мал. 6).



Мал. 6. Сміттєзвалище

Зменшити такий жорсткий тиск на природу частково може сортування побутового сміття в окремі контейнери для того, щоб згодом ці відходи переробити на необхідні та корисні для людини речовини та матеріали.

Останнім часом переробка та сортування сміття є радше винятком, аніж правилом.

Отже, досягнення хімії — це не лише благо, але й хімічна зброя, і забруднення довкілля, і озоніві «дірки», і підвищення вмісту нітритів та нітратів у продуктах харчування й низка інших проблем. Звинувачувати у цих проблемах необхідно тих людей, котрі використовують досягнення хімії на шкоду собі та нашій спільній домівці — планеті Земля. Інколи вони це роблять свідомо, але дуже часто внаслідок хімічної некомпетентності. Тому зрозуміло, як важливо кожній людині знати та правильно використовувати досягнення сучасної хімії.

- ➞ ...у Біблії описано перетворення речовин: «... лили оцет на соду...».
- ➞ ...взаємодію харчової соди з оцтом використовують під час випікання кондитерських виробів.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Взаємодія харчової соди з оцтом

У склянку насипте 0,5 чайної ложки харчової соди і додайте 1–2 столові ложки оцту. Що спостерігаєте? За якою ознакою можна зробити висновок про перетворення речовин? Опишіть агрегатні стани речовин, які було використано, та агрегатні стани речовин, що утворилися.

ВИСНОВКИ

- **Хімія** — наука про речовини, їхній склад, властивості, хімічні перетворення речовин та явища, що супроводжують ці перетворення.
- Хімія належить до природничих наук.
- Сучасна хімія складається з багатьох розділів: неорганічної, загальної, органічної, біохімії, комп'ютерної хімії, радіохімії тощо.

- Хімія тісно взаємопов'язана з фізикою, біологією, математикою та іншими науками.
- Хімія відіграє величезну роль у житті людини.
- Досягнення хімії слугують не лише на благо людині, але й завдають шкоди.



Початковий рівень

1. Назвіть відомі вам науки про природу.
2. Що вивчає хімія?
3. Як використовує хімія надбання інших наук?
4. Чи використовують інші природничі науки хімічні знання?

Середній рівень

5. У яких сферах життя суспільства хімія відіграє важливу роль?
6. Які ви знаєте галузі сучасної хімії?
7. Назвіть хімічні речовини, які ви використовуєте вдома.

Достатній рівень

8. Накресліть схему, за допомогою якої можна пояснити зв'язок хімії з іншими науками.
9. Знайдіть у довіднику, що вивчають науки: геохімія, космохімія, хімія ґрунтів, фотохімія, фармацевтична хімія. Підготуйте письмові повідомлення про них.

Високий рівень

10. Підготуйтеся до обговорення проблемного питання «Хімічне виробництво в житті суспільства: за і проти».
11. **Філео** (*грецьк.*) означає «люблю», **фобос** — «боюсь». Поясніть терміни «хемофілія» і «хемофобія», які відображають протилежні точки зору людей стосовно хімії. Хто з них має рацію? Обґрунтуйте свою позицію.

Додаткове завдання

12. Підготуйте усний твір на тему «Як зробити наше довкілля чистим».

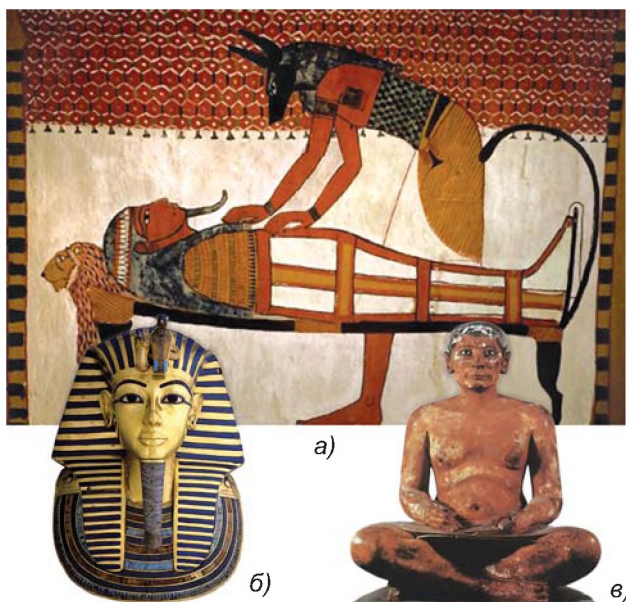
§ 2. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ХІМІЇ

Із цього параграфа ви дізнаєтеся:

- як розвивалася наука хімія;
- хто такі алхіміки;
- прочитаєте про внесок українських вчених у розвиток сучасної хімії.

Хімія — дуже давня наука.

Хімічне виробництво вже існувало 3–4 тис. років до н.е. У Стародавньому Єгипті вміли виплавляти з руд метали (залізо, свинець, мідь, олово), отримувати їхні сплави, використовували золото, срібло, виготовляли скло, кераміку, пігменти, фарби, парфуми, ліки. Єгиптяни були неперевершеними будівничими та скульпторами (*мал. 7*).



Мал. 7. Хімія у Стародавньому Єгипті: а — бальзамування; б — посмертна золота маска єгипетського фараона Тутанхамона; в — скульптура, виготовлена стародавнім майстром

Першими вченими-хіміками були єгипетські жерці. Вони володіли багатьма дотепер нерозгаданими хімічними секретами. До них, наприклад, належить бальзамування тіл померлих фараонів та єгипетської знаті, а також способи одержання деяких фарб. Зокрема, знайдено жовті та блакитні фарби, якими було розмальовано глечики, що залишаються яскравими, незважаючи на те, що з моменту їх виготовлення минуло декілька тисяч років.

Деякі хімічні виробництва існували в давнину у Греції, Месопотамії, Індії та Китаї.

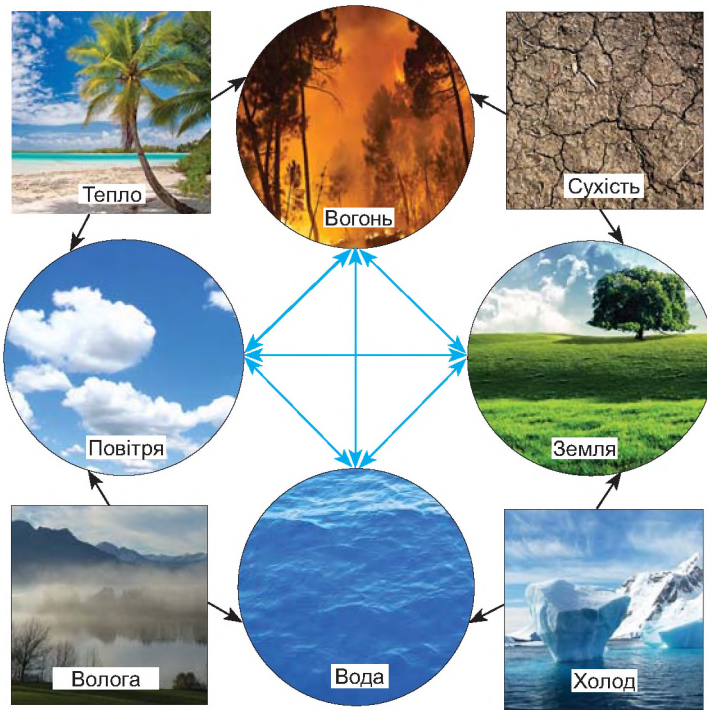
У III ст. до н. е. вже був зібраний та описаний значний експериментальний матеріал. Наприклад, у славнозвісній Александрійській бібліотеці, яку вважають одним із семи чудес світу та яка налічувала близько 700 тис. рукописних книг, зберігалось і багато праць з хімії. В них було описано такі лабораторні операції, як прожарювання, розчинення та випарювання речовин, перегонка, фільтрування тощо.

Накопичені за багато століть окремі хімічні знання дозволили зробити деякі узагальнення про природу речей і явищ. Наприклад, грецький філософ Демокріт, що жив у V ст. до н. е., вперше висловив думку про те, що всі тіла складаються з найдрібніших, невидимих, неподільних, твердих частинок, що постійно рухаються. Він їх назвав **атомами**. Арістотель у IV ст. до н. е. вважав, що в основі навколишньої природи лежать чотири стихії, яким притаманні чотири основні властивості: тепло та холод, сухість та волога (*мал. 8*).

Ці чотири властивості, на його думку, могли бути відокремлені від стихій або додані до них у будь-якій кількості.

Походження слова *хімія* спірне. *Хемі* коптською мовою означає «чорний, таємний». Це слово для народів, що населяли пустелю, співпадало з назвою самого Єгипту, бо чорна, родюча земля долини Нілу сильно відрізнялася від жовтого ґрунту пустелі.

В середині VII ст. н. е. знання єгиптян та греків у галузі хімії запозичили араби. Тому для арабів хімія стала «наукою чорної землі». Араби додали до цього слова властивий їм префікс *ал-*, і в такий спосіб виникло слово «алхімія».



Мал. 8. Діаграма Арістотеля «Чотири стихії та їх взаємодія»

Алхімія — це середньовічна назва хімії, яку дали їй араби. Проте, можливо, уява про щось чорне стосувалась не лише кольору ґрунту, але також і суті цієї науки — таємничої на той час.

Інше тлумачення слова «хімія» походить від грецького дієслова «хіума» — «вилити», оскільки воно пов'язано з металургією — однією з перших галузей хімії.

Мета алхімії — пошуки шляхів перетворення неблагородних металів у благородні (золото і срібло) за допомогою уявної речовини — «філософського каменя». Багато алхіміків марно шукали «філософський камінь», який, на їхню думку, міг також продовжити життя людини, вилікувати хвороби або навіть дарувати безсмертя. У пошуках «філософського каменя» алхіміки відкрили багато нових речовин, розробили способи їх очистки, створили деяке хімічне обладнання (мал. 9).



Мал. 9. У лабораторії алхіміка

Більшістю досягнень алхіміків неможливо було скористатись: вони тримали свої методи в таємниці, зашифрували опис одержаних речовин і виконаних дослідів, оскільки мали на меті збагатитися.

На початку XVI ст. н. е. алхіміки почали використовувати одержані ними дані для потреб промисловості та медицини. Реформатором у галузі гірничої справи і металургії був Агрикола, а в галузі медицини — Парацельс, котрий вважав, що «метою хімії є не одержання золота і срібла, а виготовлення ліків».

Становлення хімії як науки відбулося в XVI–XVII ст. після низки наукових відкриттів, розвитку промисловості, створення фабрик. Досі хімію називали «збірником правил» (зі слів філософа Е. Канта), а саме слово «хімік» вважалось образливим. Хімічні досліді називали «відьомською кухнею», оскільки вони часто були пов'язані з неприємними запахами, супроводжувалися горінням, іскрінням та утворенням різнокольорового диму. До хіміків ставилися з презирством та зневагою.

Незважаючи на важкі умови та відсутність підтримки і заохочення з боку суспільства, хімія як наука невпинно розвивалася,



ГОРБАЧЕВСЬКИЙ

Іван (Ян) Якович

(1854–1942).

Визначний український хімік, біохімік, гігієніст та епідеміолог,

громадсько-політичний діяч. Академік АН УРСР.

І. Горбачевський був не лише відомим ученим, дослідником, але й державним діячем — довічним членом палати австрійського парламенту, першим міністром охорони здоров'я в Європі.

І. Горбачевський був професором кафедри хімії у Відні Українського вільного університету, а пізніше — ректором такого ж закладу у Празі.

Підготував кілька підручників з хімії: «Неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Фізіологічна хімія», які було написано чеською та українською мовами

відкриваючи нові знання та поступово пояснюючи природу явищ.

У 1661 р. було опубліковано працю Р. Бойля, в якій автор пояснив різні властивості речовин тим, що вони побудовані з різних частинок — корпускул. Учений також відкрив, що під час випалювання металів їхня маса збільшується, і пояснив це захопленням частинок полум'я, що мають масу.

В. Гельмонт, вивчаючи горіння, увів поняття «газ» для речовини, яка утворюється під час горіння; відкрив вуглекислий газ.

На початку XVIII ст. німецький учений Г. Шталь висунув (як з'ясувалося згодом, помилкову) теорію флогістону — невидимої речовини, що виділяється з горючих речовин під час їхнього згорання.

М.В. Ломоносов на підставі кількісних дослідів довів, що під час горіння речовина не розкладається, а навпаки, сполучається з частинками повітря.

У 1774 р. Д. Прістлі добув кисень, а в 1766 р. Г. Кавендіш — водень.

Наприкінці XVIII ст. А. Лавуазьє пояснив процеси горіння, окиснення та дихання. Тоді ж ним було доведено, що вогонь — це не речовина, а один із проявів процесу, а кисень — складова повітря.

Д. Дальтон довів існування атомів, він увів поняття «атомна маса», «елемент» як сукупність однакових атомів.

Сучасний етап розвитку хімії розпочався у XX ст. і триває дотепер.

Значний внесок у розвиток хімічної науки та хімічної індустрії нашої країни зробили і видатні українські вчені: І.Я. Горбачевський, В.І Вернадський, Л.В. Писаржевський, М.Д. Зелінський, А.Т. Пилипенко, В.І. Кітик, К.Б. Яцимирський та багато інших.

Щоденно, навіть того не помічаючи, ми використовуємо плоди багаторічної праці вчених.

На сьогодні нам відомо далеко не все про природу речовин. Дотепер існують тисячі запитань, на які сучасні дослідники шукають і знаходять відповіді, а нові відповіді в свою чергу породжують ще більше запитань. Без допомоги хімії нині було б неможливим забезпечення життєдіяльності усіх людей, що живуть на планеті.

- ➔ *...термін «хімія» («хемія») вперше задується у трактаті Зосимуса — грека з міста Панополіса (бл. 400 р. до н. е.). У ньому Зосимус розповідає, що «хімії», або «таємному священному мистецтву», людей навчили демони, які спустилися з неба на землю.*
- ➔ *...першу книжку, у якій було описано «таємне мистецтво», написав пророк Хемес, від імені якого і бере початок «хімія» («хемія»).*
- ➔ *...алхіміки писали свої твори складною і заплутаною мовою, де кожний вираз чи речення мали загадковий зміст. Речовини та хімічні операції*



ПИСАРЖЕВСЬКИЙ
Лев Володимирович
(1874–1938).

Український вчений, академік. Його електронні уявлення стали основою для тлумачення механізму електричного струму в гальванічному елементі



ЗЕЛІНСЬКИЙ
Микола Дмитрович
(1861–1953).

Український вчений, хімік-органік, академік. Роботи М.Д. Зелінського — ціла епоха в історії органічної хімії. Великою заслугою Миколи Дмитровича перед наукою є створення всесвітньо відомої школи хіміків-органіків



ПИЛИПЕНКО

**Анатолій
Терентійович**
(1914–1993).

Академік НАН України, доктор хімічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України



КІТИК Василь Іванович

(1923–1984).

Український учений в галузі прогнозування родовищ нафти і газу. Доктор геолого-мінералогічних наук, професор, член-кореспондент АН УРСР. Загальний обсяг наукової продукції В.І. Кітика складає 170 опублікованих статей

алхіміки зображували у вигляді символічних малюнків. Метали, наприклад, зображували у вигляді символів планет; попіл, що утворювався від згоряння речовин — у вигляді людського кістяка; пару чи газ — у вигляді птаха.

- ➔ ...в алхімічних трактатах лебідь символізував білий колір речовини, ворона — чорний.
- ➔ ...твердий залишок після випарювання алхіміки називали «мертвою головою».
- ➔ ...Джабір (легендарний арабський алхімік) стверджував, що всі метали складаються з двох начал — ртуті (жіноче начало) та сірки (чоловіче начало), які, з'єднуючись у різних пропорціях, утворюють різні метали.
- ➔ ...в епоху середньовіччя алхімією захоплювалися майже всі — монахи, жєбраки, князі і навіть короновані особи.
- ➔ ...за містифікації та обман алхіміки часто кінчали життя в катівнях, на каторзі чи на шибениці. Інквізиція спалювала алхіміків на вогнищах «за стосунки із сатаною».
- ➔ ...китайські металурги першими навчилися виплавляти цинк («китайське залізо»).
- ➔ ...китайці винайшли чорний порох — суміш селітри, сірки та деревного вугілля.

ВИСНОВКИ

- Хімія — давня наука.
- Хімічні виробництва (виплавляння металів із руд, виготовлення скла, кераміки, фарб, ліків тощо) існували у Стародавньому Єгипті, Греції, Месопотамії, Індії та Китаї.
- Алхімія — середньовічна назва хімії. Алхіміки відкрили багато нових речовин, розробили способи їхнього очищення.
- Вагомий внесок у становлення хімії як науки внесли учені в XVII–XVIII ст.
- Сучасний етап розвитку хімії розпочався у XX ст. і продовжується дотепер.
- Українські вчені своїми досягненнями збагачують теоретичну й експериментальну хімію.

Виконайте навчальний проект №1 «Хімічні знання в різні епохи».



Початковий рівень

1. Поясніть походження слова «хімія», використовуючи різні гіпотези.

Середній рівень

2. Складіть розповідь про основні етапи розвитку хімії.

Достатній рівень

3. Яка роль алхімії для становлення хімії як науки?
4. Які завдання вирішують учені-хіміки?

Високий рівень

5. Який внесок зробили українські вчені у розвиток хімії?
6. Підготуйте розповідь про життєвий шлях та наукову роботу ученого-хіміка — вихідця з України (М.Ю. Корнілова, О.В. Кірсанова, А.М. Голуба, М.А. Бунге, Ю.К. Делімарського, І.В. П'ятницького, А.К. Бабка, В.О. Кістяківського).

Додаткове завдання

7. Як ви вважаєте, які б наслідки мало відкриття «філософського каменя»?

§ 3. ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ УЧНІВ У ХІМІЧНОМУ КАБІНЕТІ. ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ОБЛАДНАННЯМ КАБІNETУ ХІМІЇ ТА ЛАБОРАТОРНИМ ПОСУДОМ

Із цього параграфа ви:

- засвоїте правила поведінки у хімічному кабінеті;
- навчитеся користуватися лабораторним обладнанням і посудом;
- отримаєте перші навички виконання хімічного експерименту.

Уважно прочитайте і запам'ятайте!

ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ УЧНІВ У ХІМІЧНОМУ КАБІНЕТІ

- Входити до кабінету хімії можна лише з дозволу вчителя.
- Потрібно підтримувати чистоту і порядок на своєму робочому місці.
- Не можна класти на лабораторні столи зайвих речей (сумки для підручників, пакети зі сніданками тощо). Під час уроку хімії на столі повинні бути зошит, підручник, письмове приладдя, а під час виконання експериментів — ще й реактиви.
- Не можна вживати їжу та напої у хімічному кабінеті.
- Під час виконання лабораторних дослідів і практичних робіт необхідно зберігати тишу; виконувати лише ті дослідів, які заплановано вчителем чи описано в інструкції; не можна ходити по кабінету хімії.
- Після виконання експериментів потрібно прибрати робоче місце, витерти стіл насухо, помити лабораторний посуд і поставити його на місце.
- Заборонено кидати в раковину фільтрувальний папір, вату, скло, розбитий посуд!



Мал. 10. Склянка з реактивом



Мал. 11. Ознайомлення із запахом речовини

Ваш кабінет хімії є невеликою лабораторією. Речовини, що в ній використовують, називають *реактивами*, а посуд, в якому вони зберігаються, — *банками і склянками*. Кожна ємність із реактивом повинна мати етикетку, на якій написано формулу речовини або її назву (мал. 10).

Корки від склянок кладуть широкою частиною донизу, щоб не забруднити стіл тією частиною корка, яка знаходиться усередині склянки з речовинами.

Пам'ятайте, що хімічний посуд завжди повинен бути чистим. Для миття посуду використовують спеціальні йоржики, а як миючий засіб — розчин господарського мила, соди, прального порошку, щавлевої кислоти. Під час миття посуду рекомендують надягати гумові рукавички. Якщо посуд одразу не відмивається, його замочують у розчині та залишають на деякий час.

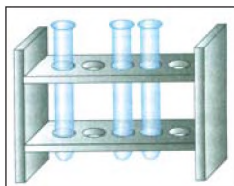
Робота у будь-якій лабораторії пов'язана з підвищеною небезпекою. Щоб уникнути нещасного випадку, необхідно дотримуватися правил безпеки.

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ У ХІМІЧНОМУ КАБІНЕТІ

- Не беріть речовини, посуд і не розпочинайте роботу без дозволу учителя.
- Не змішуйте невідомі вам речовини.
- Ніколи не беріть речовини руками, для цього скористайтеся спеціальними ложечками, шпателями, пінцетом.

- Забороняється пробувати на смак будь-які речовини в хімічному кабінеті, навіть якщо в повсякденному житті їх вживають у їжу (кухонна сіль, цукор).
- Вдихання газів і пари деяких речовин може призвести до подразнення дихальних шляхів або отруєння. Для ознайомлення із запахом склянку з речовиною необхідно тримати на віддалі 15–20 см від обличчя і легкими рухами руки направляти повітря від отвору до себе (*мал. 11*).
- Не наливайте і не перемішуйте реактиви поблизу обличчя. При нагріванні потрібно скеровувати отвір пробірки чи колби убік від себе і оточуючих.
- При потраплянні їдких речовин на шкіру необхідно негайно змити їх проточною водою. Якщо на шкіру потрапила кислота, місце опіку потрібно обробити слабким розчином соди, а в разі потрапляння лугів — слабким розчином борної або оцтової кислоти.
- Якщо кислота або луг потрапили в очі, необхідно негайно промити їх під струменем води, нахилившись над раковиною, а потім звернутися до лікаря.
- Пам'ятайте, що гарячий посуд за зовнішніми ознаками не можна відрізнити від холодного. Перш ніж взяти посуд у руки, переконайтеся, що він охолов. При термічному опіку шкіру необхідно обробити етиловим спиртом або спеціальною маззю проти опіків. У разі сильного опіку необхідно звернутися до лікаря.
- Забороняється нагрівати над відкритим полум'ям посуд із товстого скла.
- Займісті рідини (спирт, ефір, бензин, ацетон тощо) можна нагрівати лише на плитках із закритою спіраллю, які розташовані на віддалі більш ніж 2 м від відкритого вогню.

Для роботи з речовинами хіміки використовують спеціальний посуд. Найпростіші досліди виконують у пробірках — скляних трубках, запаяних з одного боку. Пробірки поміщають у спеціальні штативи — металеві, дерев'яні або пластмасові (*мал. 12*).



Мал. 12. Штатив із пробірками



Мал. 13. Перемішування рідини у пробірці



Мал. 14. Тримач для пробірок



Мал. 15. Шпателі та ложечки для сипучих речовин



Мал. 16. Лабораторний мірний посуд

У пробірках, як правило, змішують невеликі кількості речовин (2–4 мл). Висота стовпчика рідини при змішуванні розчинів у пробірці не повинна перевищувати 2–4 см. Розчин у пробірці перемішують енергійним постукуванням вказівного пальця правої руки по боковій частині пробірки (мал. 13).

Забороняється струшувати пробірку, закривши отвір пальцем: потрапляння хімічних реактивів на шкіру небезпечно. А ще при цьому у пробірку може потрапити бруд, тому дослід не вдасться.

Якщо необхідне нагрівання, пробірку фіксують у спеціальному тримачі (мал. 14).

Шпателі та спеціальні ложечки використовують для відбору твердої речовини з банки (мал. 15).

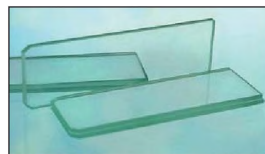
Для вимірювання об'єму рідин використовують мензурки і мірні циліндри, виготовлені зі скла або прозорої пластмаси (мал. 16).

Тигельними щипцями (мал. 17) і предметним склом (мал. 18) користуються, коли треба здійснити випарювання невеликої кількості рідини.

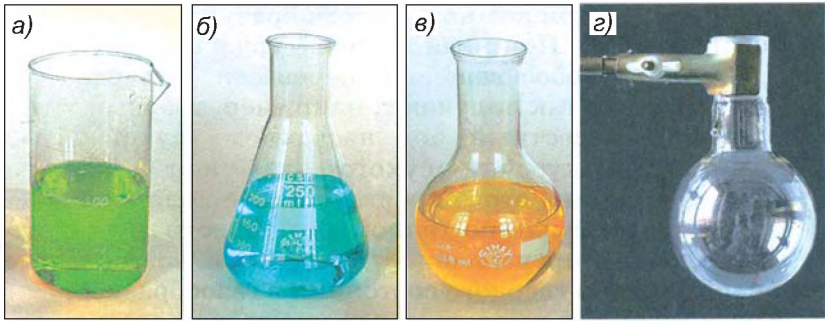
У хімічній лабораторії використовують хімічні склянки, а також колби — посудини з широкою основою та вузьким горлом (мал. 19).



Мал. 17. Тигельні щипці



Мал. 18. Предметне скло



Мал. 19. Хімічний посуд зі скла: а — хімічна склянка; б — конічна колба; в — плоскодонна колба; г — круглодонна колба

Колби бувають конічні, плоскодонні та круглодонні. Щоб пробірки і колби можна було нагрівати на відкритому полум'ї, їх виготовляють з вогнетривкого тонкого скла. Такі тонкостінні посудини розбити набагато легше, ніж товстостінні, якими ви звикли користуватися в побуті. Тому й поводитися з ними потрібно акуратніше.

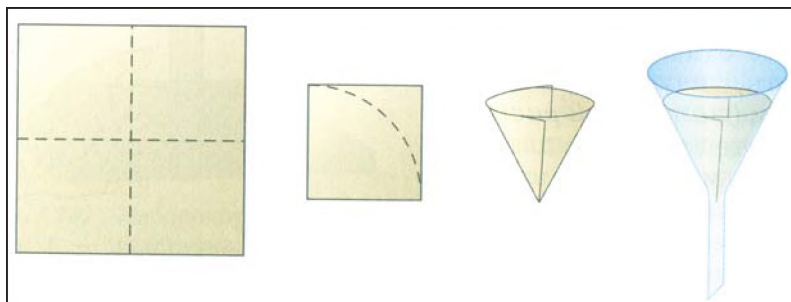
У колбі або склянці розчин перемішують скляною паличкою коловими рухами, щоб не розбити дно посудини. За допомогою скляної палички також переливають рідину з однієї посудини в іншу. Для цього паличку, по якій буде стікати рідина, тримають майже вертикально, а посудину з рідиною поступово нахиляють, щільно притуляючи горло колби до скляної палички. Рідина стікає по паличці тонким струменем і не розбризкується.

Для переливання рідин із посудини з широким горлом у посудину з вузьким горлом використовують лійки (мал. 20). Їх застосовують також для *фільтрування*, вкладаючи паперовий фільтр, який вирізають за розміром лійки.

Щоб виготовити фільтр, складіть учетверо квадратний листок фільтрувального паперу (мал. 21).



Мал. 20. Хімічна лійка



Мал. 21. Послідовність виготовлення паперового фільтра

Вільний кут одержаного квадрата, який складається з чотирьох шарів паперу, зріжте ножицями по дузі. Відокремивши один шар паперу, надайте фільтру форму конуса, одна половинка якого складається з трьох шарів паперу, а інша — з одного. Фільтр помістіть у лійку, попередньо вирівнявши його, приблизно на 0,5 см нижче від її краю і змочіть водою, щоб фільтр тісно прилягав до стінок лійки та не поглинав рідину, яку фільтрують.

Під час фільтрування рідину наливають на фільтр по скляній паличці тонкою цівкою, направляючи її на стінку лійки, а не в центр фільтра, щоб його не розірвати. Через фільтр проходить прозорий *фільтрат*, а на фільтрі затримується *осад*. Для дослідів може знадобитися і осад, і фільтрат.

Багато хімічних дослідів проводять при нагріванні. Для цього у скільних лабораторіях найчастіше використовують спиртівки (*мал. 22*).

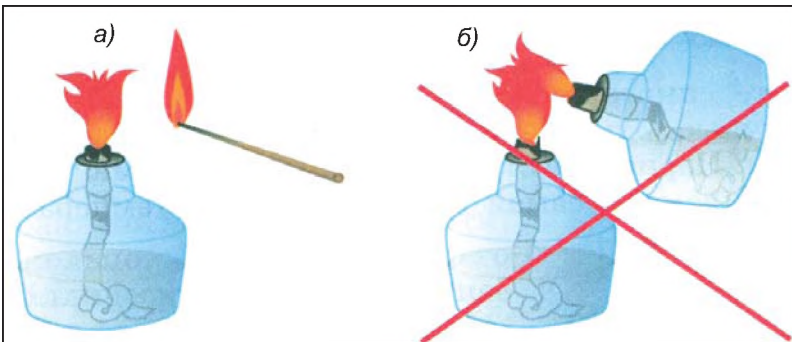
Спиртівка складається з товстостінної скляної посудини *1*, заповненої спиртом, і ковпачка *2*. У спирт занурено ґніт *3*, виготовлений із бавовняних ниток. Ґніт фіксують в отворі ємності спеціальною трубкою з диском *4*. Якщо збільшити довжину ґнота, можна збільшити розмір полум'я.



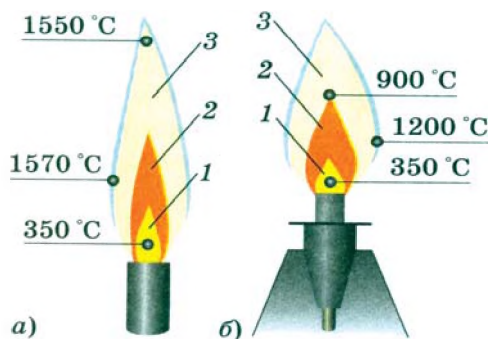
Мал. 22. Спиртівка

ПРИ ВИКОРИСТАННІ СПИРТІВКИ СЛІД ДОТРИМУВАТИСЯ ТАКИХ ПРАВИЛ

- Спиртівка повинна бути заповнена спиртом не менше як на 2/3 об'єму. Якщо ви помітили, що полум'я зменшується, а волокна ґнота починають тліти, то це означає, що у спиртівці закінчується спирт. У такому разі її необхідно загасити, а спирт долити через лійку.
- Запалювати спиртівку потрібно сірником. Ніколи не запалюйте спиртівку від іншої спиртівки, нахиливши її, бо спирт може розлитися і загорітися (мал. 23).
- Ґніт потрібно рівно обрізати ножицями.
- Якщо під час роботи на ґніт попала вода і полум'я сильно зменшилося, необхідно загасити спиртівку, трохи витягнути і обрізати ґніт.
- Щоб загасити спиртівку, її накривають ковпачком. Дмухати на полум'я не можна!
- Зберігати спиртівку потрібно закритою, інакше спирт швидко випаровується.
- Якщо спиртівка впала і розбилася, а спирт розлився і продовжує горіти, його потрібно загасити. Для цього полум'я накривають цупкою тканиною чи заливають водою.



Мал. 23. Запалювання спиртівки: а — правильне; б — неправильне



Мал. 24. Будова полум'я:
а — газового пальника;
б — спиртівки

Під час нагрівання на спиртівці спочатку прогрійте у полум'ї всю посудину, а вже потім ту її частину, де міститься речовина чи розчин — інакше скло може тріснути. Під час нагрівання спрямовуйте отвір пробірки вбік від себе і своїх товаришів на випадок непередбачуваного викиду киплячої рідини.

У спиртівках горить етиловий спирт. Температура полум'я спиртівки не перевищує 1200 °C. Якщо ви уважно подивитесь на полум'я, то помітите в ньому декілька ділянок, які відрізняються за кольором (мал. 24).

У внутрішній частині полум'я 1 повітря лише змішується з паром спирту, там ще немає горіння. Середня, світна частина полум'я 2 — це зона неповного згорання спирту. Температура полум'я в ній не перевищує 500 °C.

Найбільш гарячою частиною є зовнішня частина полум'я 3, вона майже не має кольору. Саме тут відбувається повне згорання спирту з утворенням вуглекислого газу і води. В цю зону і потрібно вносити предмет, який нагрівають. Щоправда, навіть тут його ніколи не вдається нагріти до температури самого полум'я.



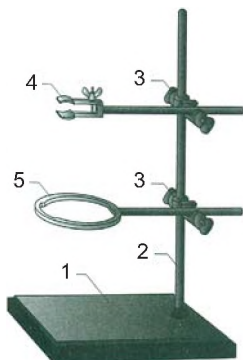
Мал. 25. Порцелянова чашка для випарювання



Мал. 26. Прилад для добування газів



Мал. 27. Перевірка приладу для отримання газів на герметичність



Мал. 28. Лабораторний штатив:
1 — підставка;
2 — стержень; 3 — муфта;
4 — лапка;



Мал. 29. Ступка з товчачиком

Для випарювання використовують порцелянові чашки (мал. 25).

Випарювання застосовують, коли потрібно виділити розчинену речовину з розчину. У порцелянову чашку наливають розчину не більш ніж $1/3$ об'єму чашки. Встановлюють чашку на кільце штатива і нагрівають на відкритому полум'ї при постійному помішуванні, щоб випарювання відбувалося рівномірно.

Для добування газів використовують прилад, який складається з колби чи пробірки і газовивідної трубки зі щільним корком (мал. 26).

Прилад, зібраний для добування газів, завжди спочатку перевіряють на герметичність (мал. 27). Для цього кінець газовивідної трубки опускають у склянку з водою, а колбу чи пробірку тісно охоплюють долонями. Від теплої долоні повітря у посудині для добування газів розширюється, і якщо прилад зібраний герметично, з газовивідної трубки виходять бульбашки повітря.

Важливий предмет хімічної лабораторії — універсальний хімічний штатив (або, як його ще називають, лабораторний штатив) (мал. 28). Він складається з важкої чавунної основи і вертикального металічного стержня, на якому за допомогою муфт закріплюють лапку та кільце. Лапка слугує для фіксування пробірок і колб, а в кільце поміщають лійки та порцелянові чашки. Якщо потрібно нагріти розчин у колбі чи хімічному стакані, то на кільце штатива

кладуть металеву або азбестову сітку, на яку ставлять посудину з рідиною. Це роблять для того, щоб колба чи стакан не тріснули під час нагрівання.

Для подрібнення речовин використовують порцелянові ступки з товкачиками (мал. 29).

- *...деякі історики вважають, що Карл Вільгельм Шеєле (1742–1786) — славетний шведський фармацевт і хімік-самоучка помер у 44 роки, тому що спробував покуштувати щойно синтезовану речовину — синільну кислоту, про сильну отруйність якої він не підозрював.*
- *...американський хімік Джеймс Вудхауз (1770–1809) займався дослідженням відновлення металів із руд дією вуглецю й помер у 39 років від систематичного отруєння чадним газом, що утворювався, не знаючи про його токсичність.*
- *...російський академік Леман помер після нещасного випадку, коли отруйні речовини потрапили йому в легені під час вибуху реторти в лабораторії.*
- *...при одній із спроб отримати калій шляхом нагрівання суміші гідроксиду калію з порошкоподібним залізом ледь не втратили життя французькі вчені Ж.Л. Гей-Люссак (1778–1850) і Л.Ж. Тенар (1777–1857). Щоб одужати від ран, Гей-Люссаку довелося провести в ліжку майже півтора місяця, у нього тимчасово пропав зір. Тенар ще якось мало не загинув у хімічній лабораторії. У 1825 р на лекції, бажаючи вгамувати спрагу, він помилково випив рідину зі склянки, в якому знаходився розчин сулеми (сулема, як відомо, сильна отрута). Лише своєчасно прийнята протиотрута у вигляді сирих яєць врятувала йому життя.*
- *...розповідаючи про вибухи в лабораторії, неможливо не згадати німецького хіміка Юстуса Лібіха (1803–1873), якого вибухи супроводжували протягом майже всього періоду занять хімією, починаючи з дитинства, і були причиною багатьох його життєвих неприємностей.*

Після того як Юстуса вигнали зі школи за вибух, що стався прямо на уроці, батько влаштував Лібіха учнем аптекаря. Але й тут він довго не затримався. Після сильного вибуху, що зніс дах над мансардою, в якій 15-річний юнак проводив досліди з гримучою ртуттю (фульмінат ртуті), Юстус був вигнаний і з аптеки.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Вивчення будови полум'я свічки

Удома вивчіть будову полум'я свічки. Намалюйте полум'я фарбами чи кольоровими олівцями. Темна зона навкруги гноту є низькотемпературною, там відбувається випаровування парафіну. Якщо ви загасите свічку, то відчуєте запах його пари. Далі розташована яскраво-жовта частина полум'я — це зона часткового згоряння парафіну з утворенням вуглекислого газу і дрібних часточок сажі, які, розжарюючись, надають йому забарвлення. Температура в цій зоні приблизно 1000 °С. Ззовні полум'я помітне блакитне обрамлення — тут відбувається повне згоряння пари парафіну. Ця частина полум'я найгарячіша. Щоби переконатися в цьому, внесіть у середню частину полум'я дерев'яну скіпку, тримаючи її горизонтально. Запишіть, у яких місцях скіпка почне обвуглюватися швидше. Намалюйте скіпку після досліду.

ВИСНОВКИ

- Для безпечного виконання дослідів необхідно дотримуватися правил безпеки.
- Під час проведення хімічного експерименту використовують лабораторний посуд (пробірки, колби, хімічні склянки, мензурки і мірні циліндри, порцелянові чашки), користуються газовивідними трубками, шпателями, ложечками, скляними паличками, тримачами для пробірок. Для дослідів, які потребують тривалого часу, застосовують лабораторний штатив.
- Для нагрівання речовин та їхніх розчинів використовують спиртівку.



Початковий рівень

1. Яких правил поведінки потрібно дотримуватися у хімічному кабінеті?
2. Як ви вважаєте, чому інколи для перемішування розчинів використовують скляну паличку з гумовим наконечником?
3. Чому пробірку з речовиною нагрівають у верхній частині полум'я?

Середній рівень

4. Який посуд використовують у хімічних лабораторіях? Наведіть декілька прикладів.
5. Як потрібно правильно визначати запах речовини?

Достатній рівень

6. Чому для виконання дослідів використовують спеціальний посуд, виготовлений із термостійкого скла?
7. Чому при нагріванні речовини у пробірці потрібно спочатку прогріти усю пробірку і лише згодом нагрівати її у тому місці, де є речовина?

Високий рівень

8. Чому лабораторні штативи не виготовляють із пластмаси?
9. Поясніть будову полум'я.
10. Установіть відповідність між назвою лабораторного посуду і його призначенням:

Лабораторний посуд

Призначення

- | | |
|----------------------|---|
| 1. порцелянова чашка | А) відбір твердої сипучої речовини |
| 2. лійка | Б) виконання дослідів з невеликою кількістю реактивів |
| 3. пробірка | В) випарювання розчинів |
| 4. шпатель | Г) переливання рідин |

Додаткове завдання

11. Чому пробірку з водою можна нагрівати у полум'ї спиртівки, а зі спиртом — не можна?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

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

Обладнання і матеріали: лабораторний посуд (штатив із пробірками, колби, хімічні склянки, лійка, мірні циліндри, порцелянова чашка), лабораторний штатив, металева або азбестова сітка, спиртівка, сірники.

1. Уважно прочитайте і запам'ятайте правила, яких треба дотримуватися на уроках хімії під час виконання лабораторних дослідів і практичних робіт.

2. Лабораторний посуд.

Ознайомтеся з виставленим на столі лабораторним посудом. Які посудини називають пробірками, колбами, склянками? Які ви знаєте типи колб? Для чого використовують пробірки, лійку, порцелянову чашку, мірний циліндр? Намалюйте виданий вам посуд у зошиті та підпишіть його назви.

3. Лабораторний штатив.

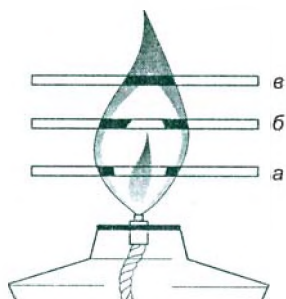
Затисніть у лапці штатива пробірку. Пробірка повинна бути закріплена досить тісно, щоб її можна було повернути, не прикладаючи великих зусиль. Але якщо затиснути її занадто міцно, вона може тріснути. Пробірку закріплюють у лапці штатива біля отвору.

Закріпіть на стержні штатива кільце, покладіть на нього металеву сітку, а на неї поставте склянку чи плоскодонну колбу.

Намалюйте лабораторний штатив із пробіркою та склянкою.

4. Спиртівка.

Зніміть ковпачок зі спиртівки і покладіть його на стіл. Перевірте, чи щільно прилягає диск до отвору посудини. Він повинен бути повністю закритим, інакше загориться спирт у спиртівці. Сірником запаліть спиртівку.



Мал. 30. Визначення зон полум'я спиртівки

5. Будова полум'я спиртівки.

Роздивіться полум'я. Знайдіть у ньому різні зони. Дослідіть кожну зону полум'я вносячи послідовно скіпку, як показано на *мал. 30*. Загасіть спиртівку, накривши полум'я ковпачком. Намалюйте будову полум'я. Згадайте, яка частина полум'я має найвищу температуру.

Розділ I

Початкові хімічні поняття

- Фізичні тіла. Матеріали. Речовини
- Молекули. Атоми
- Як вивчають речовини. Спостереження й експеримент у хімії



§ 4. ФІЗИЧНІ ТІЛА. МАТЕРІАЛИ. РЕЧОВИНИ

Із цього параграфа ви зможете:

- дізнатися, як розрізнити фізичні тіла, матеріали та речовини;
- самостійно наводити приклади фізичних тіл, матеріалів, речовин.

Пригадайте з курсу природознавства:

- що називають фізичними тілами;
- що таке речовини;
- в яких агрегатних станах можуть перебувати речовини.

У фізиці всі предмети, які нас оточують, називають фізичними тілами. Фізичним тілом є, наприклад, пробірка, шматок крейди, книжка, залізний цвях, машина, меблі, айсберг, сніжинка, каблучка, людина, планета Земля.

Фізичне тіло — відокремлений від інших об'єкт, який має розміри і форму.

Ви вже знаєте з курсу природознавства, що весь світ, жива та нежива природа, рослини і каміння, комп'ютери та будинки, повітря та й сама людина — все це складається з речовин. Так, гвіздки, молотки, сокири роблять із заліза, прозорі пакети для зберігання харчових продуктів — із поліетилену, свічки — з воску, парафіну чи стеарину, пляшки — зі скла. Фольга, у яку пакують шоколадні цукерки, виготовлена з алюмінію, а всередині термометра, яким вимірюють температуру тіла, міститься ртуть. Залізо, поліетилен, алюміній, ртуть, аспірин, аскорбінова кислота та інші ліки — це все речовини.

Речовини — це все, що має певну масу і займає деякий об'єм у навколишньому просторі.



Мал. 31. Агрегатні стани води



Речовини, як вам відомо, можуть перебувати у трьох агрегатних станах: газоподібному, рідкому і твердому (мал. 31).

Наприклад, кисень, який за звичайних умов є безколірним газом, при температурі $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ перетворюється на рідину блакитного кольору, а при температурі $-218\text{ }^{\circ}\text{C}$ твердне з утворенням снігоподібної маси, яка складається з кристалів синього кольору.

Тверді речовини поділяють на *аморфні* та *кристалічні*.

Під час подрібнення аморфних речовин утворюються частинки, які не мають визначеної форми і не схожі одна на одну. Аморфні речовини не мають чіткої температури плавлення — при



Мал. 32. Аморфні речовини та матеріали



Мал. 33. Кухонна сіль



Мал. 34. Алмаз

нагріванні вони поступово розм'якшуються і переходять у текучий стан. До аморфних речовин належать більшість пластмас (наприклад, поліетилен), віск, пластилін, шоколад, жувальні гумки (*мал. 32*).

При подрібненні кристалічних речовин утворюються частинки правильної, симетричної форми — кубики, октаедри тощо. До кристалічних речовин належать цукор, кухонна сіль (*мал. 33*), глюкоза, метали, графіт, алмаз (*мал. 34*).

Речовин дуже багато — понад 50 млн. Лише незначна частина з них мають природне походження: кисень, вода, золото, кухонна сіль; інші речовини, такі як цукор і крохмаль, виділяють із природної сировини. Але найбільшу кількість речовин, яких раніше у природі не існувало, людина отримала штучно. Це пластмаси, кераміка, ліки, барвники тощо.

Проте не з усіх речовин можна виготовляти предмети. Це неможливо, наприклад, із оцтової та сульфатної кислот, які за звичайних умов є рідинами. Чи з вуглекислого газу, азоту та кисню, які перебувають у газоподібному стані.

Речовини, з яких можна виготовляти певні предмети, називають матеріалами.

Матеріал — це речовина (або комбінація речовин), добута з природної сировини чи штучно створена людиною для виготовлення фізичних тіл.

До матеріалів належать: скло, мідь, чавун, сталь, гума, бетон, деревина.

Часто назва речовини і матеріалу, з якого виготовлено фізичне тіло, збігаються. Алюмінієвий дріт, алюмінієву виделку, алюмінієву кружку, алюмінієву фольгу виготовлено з одного і того ж матеріалу — алюмінію, і з однієї і тієї ж речовини — алюмінію.



Мал. 35. Посуд, який використовують у лабораторії, виготовляють зі скла

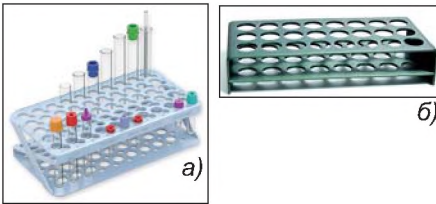


Мал. 36. Вироби з порцеляни

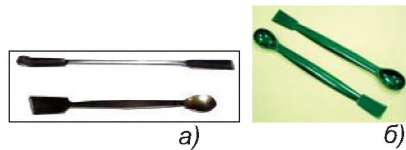
З однієї речовини можна виготовляти різні предмети. Зі скла, наприклад, виготовляють лабораторний посуд (*мал. 35*), віконні шиби, кухонний посуд, пляшки, банки, частини корпусів вимірювальних приладів тощо.

З порцеляни виготовляють посуд, санітарно-технічні вироби, електроізолятори, художні вироби, а також лабораторний посуд: чашки для випарювання речовин, тигелі, ступки і товчачики (*мал. 36*).

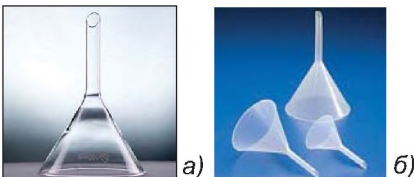
Предмети одного і того ж призначення можна виготовити з різних матеріалів. Наприклад, штатив для пробірок може бути пластмасовим і залізним (*мал. 37*); шпатель — сталевим і пласт-



Мал. 37. Штативи для пробірок:
а — пластмасовий; б — залізний



Мал. 38. Шпателі: а — сталеві;
б — пластмасові



Мал. 39. Лійки: а — скляна;
б — пластмасові



Мал. 40. Мірні мензурки:
а — скляна; б — пластмасові

масовим (*мал. 38*); лійку можна виготовляти зі скла чи пластмаси (*мал. 39*); мірні циліндри і мензурки виготовляють зі скла або прозорої пластмаси (*мал. 40*).

➔ ...у Біблії неодноразово згадуються різноманітні речовини — метали, солі, деякі мінерали, пахучі олії тощо.

ВИСНОВКИ

- Відокремлені від інших об'єкти, які мають розміри і форму, називають фізичними тілами.
- Фізичні тіла складаються з речовин.
- Речовини можуть перебувати у трьох агрегатних станах: твердому, рідкому і газоподібному.
- Тверді речовини можуть мати кристалічну та аморфну будову.
- Речовини, які використовують для виготовлення предметів, різноманітного обладнання, у будівництві, називають матеріалами.
- З одного і того ж матеріалу можна виготовляти різні предмети, а предмети однакового призначення можна виготовляти з різних речовин.



Початковий рівень

1. Що називають фізичними тілами?
2. З чого складаються фізичні тіла?
3. Які речовини називають матеріалами?

Середній рівень

4. Що можна виготовити з деревини, кераміки, бетону, сталі?
5. Установіть відповідність між предметом і матеріалом, з якого його можна виготовити:

<i>Предмет</i>	<i>Матеріал</i>
1. цвях	А) скло
2. зошит	Б) папір
3. колба	В) пластмаса
4. футляр для голок	Г) залізо

Достатній рівень

6. Випишіть окремо назви речовин, матеріалів і фізичних тіл із наступного переліку: крижина, вода, мідь, крапля води, бронза, мармур, харчова сода, стіл, крохмаль, озон, вапняк, скульптура, монета, малахіт.

Високий рівень

7. Випишіть прикметники: легкий, круглий, довгий, важкий, твердий, пахучий, розчинний, ввігнутий, м'який, рідкий, прозорий, які можуть стосуватися:
- А) речовин;
 - Б) тіл;
 - В) і тіл, і речовин.

Додаткове завдання

8. Які матеріали використовують під час будівництва житлових будинків?
9. Назвіть предмети повсякденного вжитку. Які матеріали використовують для їх виготовлення?

§ 5. Молекули. Атоми

Із цього параграфа ви:

- поглибите свої знання про молекули та атоми.

Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:

- що таке молекули;
- з чого складаються молекули;
- який склад молекули води.

Іще давньогрецький філософ Левкіпп (близько 500–440 рр. до н. е.) задався питанням: чи можна частинку речовини, якою б малою вона не була, розділити на ще менші частинки? Левкіпп припускав, що внаслідок такого поділу можна отримати настільки маленьку частинку, що подальший її поділ буде неможливим.



ЛОМОНОСОВ

**Михайло
Васильович**
(1761–1825).

Великий російський учений. М.В. Ломоносов сформулював закон збереження матерії, ввів у хімію кількісні методи дослідження, розробив метод одержання непрозорого скла, яке використовував для створення мозаїк. За ініціативою М.В. Ломоносова у 1765 р. було засновано Московський університет, який дотепер носить його ім'я

Вчення про те, що речовини складаються з атомів і молекул, є основою сучасного наукового світогляду, на ньому ґрунтуються всі природничі науки.

Основи цього вчення сформулював у середині XVIII ст. М.В. Ломоносов і на початку XIX ст. видатний англійський хімік Джон Дальтон.

М.В. Ломоносов твердив, що всі тіла у природі складаються з «корпускул» (молекул), до складу яких входять «елементи» (атоми). Різноманітність речовин учений пояснював сполученням різних атомів у молекулах і різним розміщенням атомів у них. Напрочуд правильною та сміливою на той час виявилася думка М.В. Ломоносова про те, що деякі молекули можуть складатися з однакових атомів. Це уявлення за півстоліття до Д. Дальтона виявилось більш вірогідним і науковим. Англійський учений заперечував можливість існування молекул, утворених однаковими атомами.

Учення про молекули й атоми остаточно було визнано лише у 1860 р. на Всесвітньому з'їзді хіміків у Карлсруе.

Як вам відомо з курсу фізики, багато речовин складаються з молекул, а молекули — з атомів.

Хімічні властивості речовини, тобто її здатність вступати у хімічні реакції, визначають властивості окремих молекул.

Молекула — найдрібніша частинка речовини, що є носієм її хімічних властивостей та складається з атомів, сполучених між собою хімічними зв'язками.

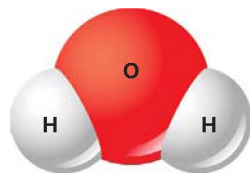
Із курсу природознавства ви вже знаєте, що молекула води складається з двох атомів Гідрогену і одного атома Оксигену (мал. 41).

Молекули під час хімічних реакцій розпадаються, тобто вони є хімічно подільними частинками речовини. Наприклад, під час пропускання постійного електричного струму через воду вона розкладається на водень і кисень. Процес розкладу води складний, але спрощено його можна уявити так. Найдрібніша частинка води — молекула води, що складається з двох атомів Гідрогену і одного атома Оксигену — під час пропускання електричного струму розпадається з утворенням хімічно неподільних частинок — атомів Гідрогену й Оксигену. Утворені атоми сполучаються по два, і з двох молекул води утворюється двохатомна молекула кисню та двохатомні молекули водню (мал. 42).

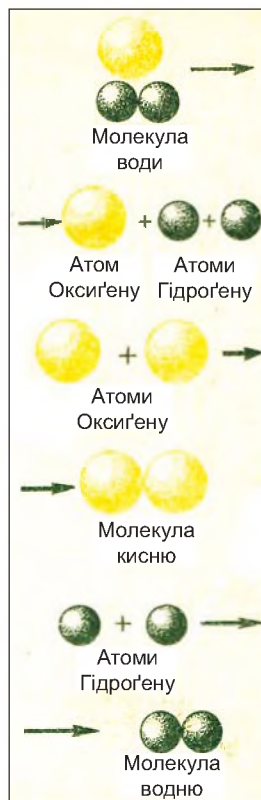
Атоми — це найдрібніші хімічно неподільні частинки речовини.

У цьому визначенні слід підкреслити слова «хімічно неподільні», оскільки відомі явища, під час яких атоми розпадаються і виділяється атомна енергія. Ці явища супроводжуються перетворенням атомів. Їх вивчають у курсі ядерної фізики.

Речовини, які у твердому й газоподібному стані складаються з молекул, належать до речовин молекулярної будови. Типовим представником таких речовин є вода.



Мал. 41. Модель молекули води



Мал. 42. Схема розкладу молекул води та утворення молекул кисню і водню



ДАЛЬТОН Джон
(1766–1844).

Видатний англійський хімік. На лекціях Д. Дальтон демонстрував студентам моделі молекул із різнокольорових дерев'яних кульок, які символізували атоми. Такі моделі використовують і сьогодні. Інтереси вченого не обмежувалися хімією. Він відкрив дефект зору, внаслідок якого людина не може розрізнити деякі кольори. Цю ваду до сих пір називають дальтонізмом, а людей, які страждають нею, — дальтоніками

Відомі й великі молекули, які складаються з декількох сотень, а подеколи і тисяч атомів. Одна з найскладніших (і найвідоміших) — молекула ДНК (дезоксирибонуклеїнової кислоти). Молекули ДНК можуть складатися з декількох мільйонів атомів. Такі молекули містяться в ядрах клітин і відповідають за збереження та передачу спадкової інформації.

Проте відомі речовини, які складаються не з молекул, а з атомів або інших частинок. Такі речовини належать до речовин немоллекулярної будови. Про них детальніше ви дізнаєтеся пізніше.

ВИСНОВКИ

- Атоми — найдрібніші хімічно неподільні частинки речовини.
- Молекули складаються з певної кількості атомів, які сполучені між собою хімічними зв'язками.
- Молекула — найдрібніша частинка речовини, що є носієм її хімічних властивостей.
- Речовини можуть мати як моллекулярну, так і немоллекулярну будову.



Початковий рівень

1. Як називають найдрібніші хімічно неподільні частинки, з яких складаються речовини?
2. Хто в давнину висловив припущення про існування атомів?

Середній рівень

3. Які частинки називають молекулами?
4. Хто з учених сформулював учення про атоми і молекули?

Достатній рівень

5. За допомогою якого досліду можна довести, що молекули складаються з атомів?

Високий рівень

6. Вода утворюється під час взаємодії двох речовин — водню і кисню. Зобразіть схематично утворення молекули води, якщо відомо, що дві молекули водню та одна молекула кисню перетворюються на дві молекули води. (Пригадайте, що молекули водню і кисню — двохатомні).

Додаткове завдання

7. Назвіть відомі вам хімічні речовини, молекули яких складаються із:
- А) різних атомів;
 - Б) однакових атомів.
- Зобразіть схематично їхню будову.

§ 6. ЯК ВИВЧАЮТЬ РЕЧОВИНИ. СПОСТЕРЕЖЕННЯ Й ЕКСПЕРИМЕНТ У ХІМІЇ

Із цього параграфа ви дізнаєтеся:

- за допомогою яких методів досліджують речовини;
- що таке моделювання.

Під час вивчення хімії та інших природничих наук як метод пізнання використовують спостереження.

Спостереження — цілеспрямоване сприйняття хімічних об'єктів (речовин, їхніх властивостей та перетворень) з метою їх вивчення.

Для того, щоб спостереження було плідним, необхідно дотримуватись ряду умов.



Мал. 43. Хімічний експеримент проводять у спеціальних лабораторіях

1. Потрібно чітко визначити предмет спостереження, тобто те, на що буде спрямовано увагу спостерігача — конкретна речовина, її властивості, те чи інше перетворення речовини тощо.

2. Необхідно знати, навіщо потрібно проводити спостереження, тобто чітко сформулювати його мету.

3. Потрібно скласти план спостереження. А для цього слід висунути гіпотезу (від грецького «припущення») про те, як буде відбуватись спостережуване явище. Гіпотеза може бути висунута і в результаті спостереження, коли отримано певний результат, який треба пояснити.

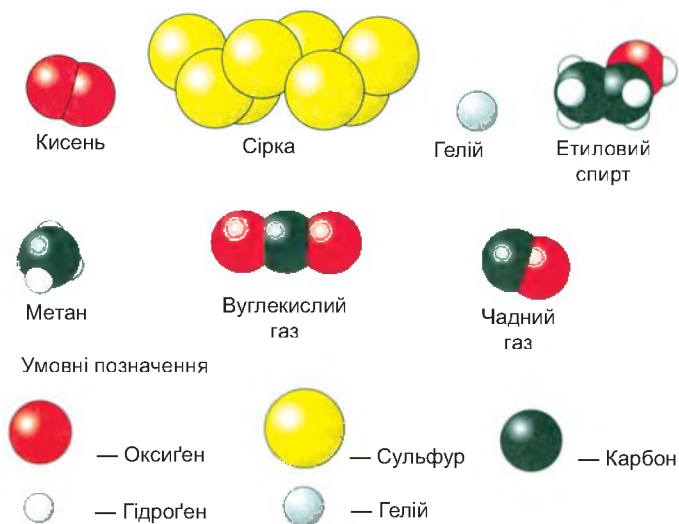


Наукове спостереження відрізняється від спостереження в побутовому значенні цього слова. Як правило, наукове спостереження здійснюється у чітко контрольованих умовах, при цьому ці умови можна змінювати за бажанням спостерігача. Зазвичай таке спостереження здійснюється у спеціальних приміщеннях — лабораторіях (мал. 43).

Дослідження, яке здійснюють у чітко визначених та контрольованих умовах, називають **експериментом** (від латинського «дослід», «спроба»).

Експеримент дозволяє підтвердити чи спростувати гіпотезу. Так формулюють висновок.

Багато спостережень незручно або неможливо здійснювати в природі. Тому у вивченні хімії важливу роль відіграє моделювання. У лабораторних умовах використовують особливі прилади та предмети — моделі (від латинського «зразок»), в яких копіюють лише найбільш важливі, суттєві ознаки об'єкта вивчення.



Мал. 44. Моделі молекул деяких речовин

Моделювання — це вивчення об'єкта за допомогою побудови і вивчення моделей, тобто його заміників або аналогів.

Умовно хімічні моделі можна поділити на дві групи: предметні (моделі атомів, молекул, кристалів) (мал. 44) і знакові, або символні (символи хімічних елементів, формули речовин, рівняння реакцій тощо).

Відомий вислів: «Хто володіє інформацією, той володіє світом!» прекрасно відображає роль інформації в сучасному світі.

Об'єм наукових даних у галузі природознавства, а отже, і з хімії, подвоюється кожні 5 років. Тому вміння працювати з інформацією є основною компетенцією сучасної людини і в результаті визначає її успішність у житті.

ВИСНОВКИ

- Спостереження, експеримент та моделювання у хімії відіграють надзвичайно важливу роль.



Початковий рівень

1. Які ви знаєте найважливіші методи вивчення хімічних речовин?
2. Чим відрізняються спостереження та експеримент?

Середній рівень

3. Як ви вважаєте, чи будуть залежати ваші успіхи у вивченні хімії від досягнень при вивченні математичних та інших природничих дисциплін? Обґрунтуйте свою точку зору.

Достатній рівень

4. Які особистісні якості мають бути притаманні учневі, щоб він міг успішно здійснювати спостереження за об'єктами і процесами у природознавстві?
5. Які особистісні якості мають бути притаманні учневі, щоб з максимальною користю для навчання отримувати інформацію з хімії від спілкування зі спеціалістами?

Високий рівень

6. Наведіть приклади матеріальних та знакових моделей, які ви використовували під час вивчення:
А) біології;
Б) фізичної географії;
В) фізики.

Додаткове завдання

7. Запропонуйте список літератури, яка, на ваш погляд, допоможе глибше та ширше вивчати хімію, обміняйтеся списками сайтів та літератури з однокласниками і після консультації з учителем сформулюйте на основі обміну універсальний список цих джерел інформації. Вклейте його в зошит та поповнюйте після вивчення кожного параграфа підручника.

§ 7. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕЧОВИН

Із цього параграфу ви зрозумієте:

- що таке властивості речовин;
- які властивості речовин називають фізичними.

Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:

— які властивості мають вода, кисень, вуглекислий газ.

Хімія займається вивченням речовин. Вивчити речовину — це означає дослідити її властивості, описати, з чого і як вона побудована.

Властивості речовин — це ознаки, за якими одні речовини відрізняються від інших або подібні до них.

Різні речовини відрізняються одна від одної своїми властивостями. Наприклад, водень — це газ, дуже легкий, без кольору, запаху, смаку, має густину $0,00009 \text{ г/см}^3$, практично нерозчинний у воді, кипить при температурі $-253 \text{ }^\circ\text{C}$, а плавиться при температурі $-259 \text{ }^\circ\text{C}$ тощо. Ці властивості речовини називають фізичними.

Фізичними називають властивості речовин, які можна виміряти за допомогою приладів або визначити візуально.

Цукор — тверда крихка речовина білого кольору, солодка на смак, добре розчиняється у воді, температура плавлення дорівнює $185 \text{ }^\circ\text{C}$, а густина — $1,59 \text{ г/см}^3$.

Вода — рідина без кольору, яка замерзає при $0 \text{ }^\circ\text{C}$, кипить при $100 \text{ }^\circ\text{C}$, її густина — 1 г/см^3 (при $4 \text{ }^\circ\text{C}$). Вода погано проводить тепло і не проводить електричний струм.

Такі фізичні властивості речовин, як колір і запах визначають безпосереднім спостереженням, тому їх важко описати точно. Лід, який здається нам безколірним, при подрібненні стає білим.

Фізичні властивості речовин, які можна виміряти — температура плавлення і кипіння, густина, тепло- і електропровідність — подано в довідниках.

Описати фізичні властивості речовин можна, скориставшись таким планом:

1. Який агрегатний стан (газоподібний, рідкий чи твердий) має речовина за певних умов?
2. Який колір має речовина? Чи має вона блиск?
3. Чи має речовина запах?
4. Яка твердість речовини за відносною шкалою твердості (шкала Мооса) (мал. 45). (Див. довідники).
5. Чи є речовина пластичною, крихкою, еластичною?
6. Чи розчиняється речовина у воді?
7. Яка її температура плавлення? Кипіння? (Див. довідники).
8. Яка густина речовини? (Див. довідники).
9. Чи проводить речовина теплоту і електричний струм? (Див. довідники).
10. Форма кристалів (для кристалічних тіл).



МООС
Карл Фрідріх
Христіан

(1773–1839).

Німецький мінералог і геолог.

Найважливішим винаходом К. Мооса є створена ним у 1811 р. шкала твердості мінералів, яку названо його ім'ям



Шкала Мооса (шкала твердості мінералів) — набір еталонних мінералів для визначення відносної твердості. Як еталони використовують 10 мінералів, які розміщено у порядку зростання твердості. Твердість речовини вимірюється шляхами пошуку найтвердішого еталонного мінералу, який може подряпати цю речовину. Наприклад, якщо речовину можна подряпати апатитом, але не флюоритом, то її твердість знаходиться в діапазоні від 4 до 5.

Твердість	Мінерал
1	Тальк
2	Гіпс
3	Кальцит
4	Флюорит
5	Апатит
6	Ортоклаз
7	Кварц
8	Топаз
9	Корунд
10	Алмаз

Мал. 45. Шкала твердості мінералів

Знаючи властивості речовин, людина може використовувати їх з великою користю для себе.

Наприклад, розглянемо властивості та застосування алюмінію (мал. 46).

Завдяки легкості та міцності алюмінію та його сплави використовують в літако- і ракетобудуванні. Недаремно алюмінію називають «крилатим» металом.



Мал. 46. Застосування алюмінію: 1 — літакобудування; 2 — ракетобудування; 3 — спорудження ліній електропередач; 4 — виробництво кухонного посуду та пакувальної фольги



Мал. 47. Горіння алюмінію — основа бенгальських вогнів і феєрверків

Легкість алюмінію і його електропровідність використовують для виготовлення електричних дротів для ліній електропередач.

Теплопровідність є важливою здатністю для виготовлення алюмінієвого посуду.

Пластичність дозволяє широко застосовувати тоненькі листи алюмінію (фольгу) як пакувальний матеріал для шоколаду, чаю, маргарину, молока, соків, інших продуктів, а також для лікарських засобів.

Впровадження алюмінієвих сплавів у будівництві підвищує довговічність і надійність конструкцій.



Алюміній може горіти яскравим полум'ям (мал. 47), тому його використовують для виготовлення піротехнічних засобів та бенгальських вогнів. Під час горіння алюміній перетворюється на іншу речовину — алюміній оксид.

Ці приклади ілюструють те, що з однієї речовини-матеріалу (алюмінію) можна виготовити різні фізичні тіла.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 1

Ознайомлення з фізичними властивостями речовин

Обладнання та реактиви: шпатель (або ложечка для сипучих речовин), пінцет, глюкоза, сірка, гранули цинку і алюмінію, шматочки пінопласту, хімічні стакани, колба з водою, скляна паличка з гумовим наконечником, довідник з хімії.

Уважно прочитайте «Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії».

1. Розгляньте видані вам речовини і заповніть таблицю. Для виявлення здатності розчинятися у воді за допомогою шпателя (або ложечки для сипучих речовин) помістіть у п'ять хімічних стаканів невелику порцію глюкози, сірки, за допомогою пінцета — 2–3 гранули цинку та алюмінію, декілька шматочків пінопласту та долийте води приблизно на третину склянки, розмішайте скляною паличкою. Результати спостережень запишіть у таблицю.

2. Знайдіть у довіднику числове значення густини кожної речовини і запишіть у таблицю.

Фізичні властивості речовин	Речовини				
	Глюкоза	Сірка	Алюміній	Цинк	Пінопласт
Агрегатний стан за звичайних умов					
Колір					
Блиск					
Запах					
Розчинність у воді					
Густина					
Теплопровідність					
Пластичність					
Електропровідність					

3. За довідником визначте, чи проводить ця речовина теплоту та електричний струм і заповніть відповідні графи у таблиці.

4. На основі яких ознак можна відрізнити глюкозу від сірки?

5. Де застосовують пінопласт? Якими властивостями пінопласту зумовлено його використання?

6. На основі яких ознак можна відрізнити цинк і пінопласт?

7. Завдяки яким властивостям алюмінію використовують у електротехніці?

8. Назвіть властивості алюмінію, які використовують у літакобудуванні.

➔ ... у Біблії порівнюються властивості металів: «Чи можна зламати залізом ... мідь?»

ВИСНОВКИ

- Властивості речовини — це ознаки, за якими вона відрізняється від іншої речовини або подібна до неї.
- До фізичних властивостей речовин належать ті, які можна визначити безпосереднім спостереженням (агрегатний стан за певних умов, колір, блиск, розчинність, запах, смак тощо) або за допомогою приладів (температуру плавлення і кипіння, теплоту та електропровідність, густину).



Початковий рівень

1. Що таке властивості речовин?
2. Які властивості речовин називають фізичними?

Середній рівень

3. Які речовини, схожі за зовнішнім виглядом, можна розпізнати за запахом?
4. Опишіть фізичні властивості:
 - А) лимонної кислоти;
 - Б) поліетилену.

Достатній рівень

5. Розгляньте зв'язок між властивостями речовини та її застосуванням на прикладі:
 - А) скла;
 - Б) графіту;

- В) цукру;
- Г) заліза;
- Д) крейди.

Високий рівень

6. Наведіть приклади речовин, які при кімнатній температурі перебувають у таких агрегатних станах:
- А) твердому;
 - Б) рідкому;
 - В) газоподібному.
7. У банках без етикеток містяться: пісок, оцет, кухонна сіль, залізо, сірка. Як їх можна розрізнити? Які характерні ознаки згаданих речовин дозволяють це зробити?

Додаткове завдання

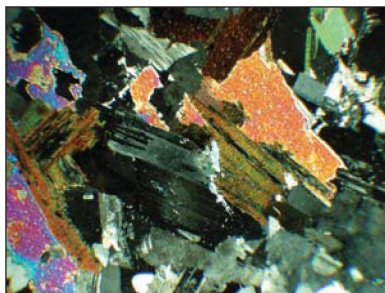
8. Назвіть ознаки, за якими можна розпізнати речовини, які є у вас вдома.

§ 8. ЧИСТІ РЕЧОВИНИ ТА СУМІШІ

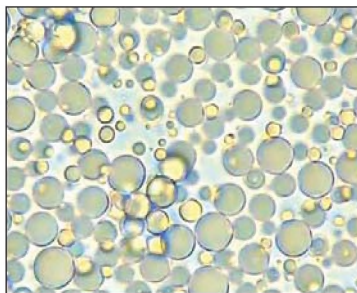
Із цього параграфа ви:

- дізнаєтеся, що таке чиста речовина;
- зможете відрізнити чисту речовину від суміші;
- навчитеся розпізнавати однорідні та неоднорідні суміші.
- дізнаєтеся про способи розділення сумішей на чисті речовини.

Усі молекули певної речовини, наприклад, усі молекули води однакові, але відрізняються від молекул будь-якої іншої речовини, наприклад, молекул вуглекислого газу. Тому і властивості різних речовин відмінні, а тієї самої речовини — завжди однакові. Завжди сталі властивості (густина, температуру кипіння і плавлення тощо) має кожна речовина, якщо вона чиста, тобто не забруднена сторонніми домішками. Такою є дистильована вода.



а)



б)

Мал. 48. Суміші під мікроскопом: а — граніт; б — молоко

Якщо речовина складається з однакових структурних частинок (наприклад, молекул) і не містить домішок інших речовин, то таку речовину називають чистою.

Чиста (або індивідуальна речовина) — це речовина, яка не містить домішок інших речовин.

Проте слід сказати, що абсолютно чистих речовин у природі не буває. У кожній речовині, як правило, міститься певна кількість — більша чи менша — домішок інших речовин.

Більшість предметів, які нас оточують, складаються не з однієї речовини, а є сумішшю кількох речовин.

Суміші складаються з двох і більше компонентів (складників).

Розглядаючи граніт (мал. 48, а), легко помітити в ньому три складові частини — рожеві зерна польового шпату, прозорі кристали кварцу і темну блискучу луску слюди. Це приклад неоднорідної суміші.

Неоднорідні суміші — це суміші, в яких компоненти можна виявити візуально.

Крейда, на противагу граніту, однорідна — це чиста речовина. На перший погляд логічно припустити: все, що видається нам однорідним, тобто складається з однакових частин — чисті речовини. Проте це не так. Молоко теж видається однорідною рідиною, але під мікроскопом в ньому можна побачити дрібні краплі

жиру і білків, які плавають у воді з розчиненими у ній мінеральними солями (*мал. 48, б*).

Бувають і однорідні суміші. Частинки, які утворюють однорідну суміш, настільки малі, що невидимі неозброєним оком.

Однорідні суміші — це суміші, в яких частинки речовин дуже дрібні, тому їх не можна виявити візуально.

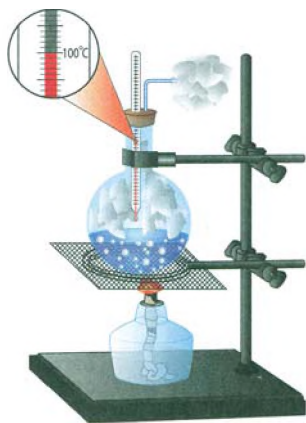
Розчинимо у склянці води одну-дві чайні ложки цукру. Виготовлений розчин є прозорою безбарвною рідиною, а наявність у ньому цукру можна довести лише експериментальним шляхом. (Пригадайте, що в хімічній лабораторії пробувати речовини на смак не можна!) Чай, кава, кока-кола та інші напої є водними розчинами багатьох сполук.

Як можна відрізнити чисту речовину від суміші? Насамперед слід мати на увазі, що чиста речовина завжди однорідна, тому навіть при сильному збільшенні її кристали чи крупинки виглядають однаково. Щоправда, в такий спосіб неможливо відрізнити чисту речовину від однорідної суміші. У цьому разі на допомогу приходить фізика. Адже чисті речовини, на відміну від більшості сумішей, плавляться і киплять при сталій температурі. Тверду речовину можна відрізнити від суміші, спостерігаючи її плавлення.

Покладемо в склянку невелику кількість снігу і опустимо в неї термометр. Доки весь сніг не розтане, стовпчик термометра буде стояти на позначці «нуль» — це і є температура плавлення речовини. Сніг — чиста речовина (вода), тому він плавиться при постійній температурі. Парафін, тваринний жир і деякі інші тверді суміші видаються однорідними, але їх плавлення відбувається в інтервалі температур — вони починають плавитись при одній температурі, а повністю рідкими стають при іншій, вищій.

Дізнатись, чи рідина є чистою речовиною, чи однорідною сумішшю можна, спостерігаючи також за температурою її кипіння.

Нагріватимемо в колбі чисту (дистильовану) воду (*мал. 49*). Колба закрита гумовим корком з двома отворами: в один із них вставлено термометр, а в другий — коротку скляну трубку, через яку з колби виходить пара води. (Без такого виходу з системи



Мал. 49. Визначення температури кипіння рідини

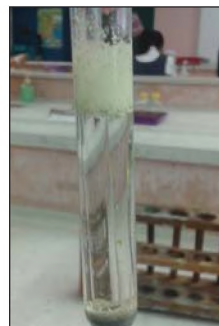
обійтись не можна, оскільки водяна пара, що утворюється під час нагрівання, створює підвищений тиск і згодом може вибити корок або розірвати колбу). Під час нагрівання води температура спочатку повільно зростає. Коли вода закипить, стовпчик термометра зупиниться на певній позначці (приблизно $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) і буде лишатись на цій позначці, незважаючи на те, що ми продовжуємо нагрівати воду. Таку температуру називають температурою кипіння речовини.

Можна виконати подібний дослід із нафтою, якщо замінити спиртівку електричною плиткою з закритою спіраллю — адже нафта займиста. Температура буде плавно підвищуватись, навіть коли нафта кипить. На відміну від води, нафта — суміш багатьох речовин, тому вона не має постійної температури кипіння.

Чи зберігають речовини у суміші свої властивості?



Розглянемо для прикладу суміш порошку сірки і ошурок заліза. Сірка — кристалічна речовина жовтого кольору, легша за воду і не притягується магнітом. Ошурки заліза темно-сірого кольору, тонуть у воді, притягуються магні-



Мал. 50. Залізо та сірка зберігають у суміші свої властивості

том. Змішавши обидва порошки, отримаємо сірувато-жовту суміш. Укинемо щіпку цієї суміші у воду та розбовтаємо. Крупинки сірки спливають і зберуться на поверхні води, а частинки заліза потонуть і осядуть на дні. Рештки суміші висиплемо на папір і наблизимо до нього магніт. Частинки заліза притягнуться до магніту, а сірка залишиться на папері (мал. 50).

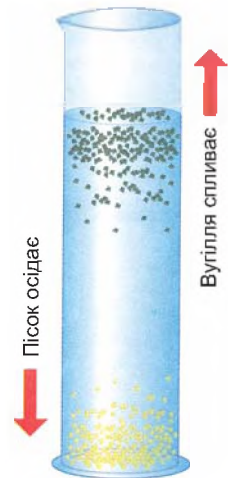
Отже, речовини, які входять до складу неоднорідної суміші, зберігають у ній свої індивідуальні властивості. На цьому ґрунтуються лабораторні та промислові способи очищення речовин, тобто розділення сумішей на чисті речовини.

Використання магніту. Магніт використовують для розділення суміші твердих речовин, одна з яких здатна намагнічуватись. Наприклад, за допомогою магніту можна розділити суміш залізних ошукрок і деревної тирси.

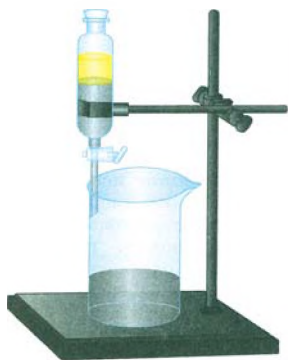
Відстоювання застосовують для розділення неоднорідної суміші двох нерозчинних речовин, що мають різну густину. Суміш заливають водою і струшують. Частинки з більшою густиною, тобто важчі, поступово осідають на дно. А інша речовина збирається на поверхні або рівномірно розподіляється в товщі води (мал. 51).

З осаду на дні посудини обережно по скляній паличці зливають рідину. Цей спосіб використовують для очищення річкового піску від домішок глини, для відокремлення важкого кристалічного осаду від розчину.

Суміш двох твердих речовин, які сильно відрізняються за густиною, зручно розділяти, пропускаючи через неї потік води. Раніше у такий спосіб відокремлювали крихти золота з подрібненої золотоносної породи. Золотоносний пісок насипали на похилий жолоб, по якому пускали струмінь води. Потік води підхоплював та змивав пухлу породу, а важкі частинки золота осідали на дні жолоба.



Мал. 51. Розділення суміші річкового піску і вугілля відстоюванням



Мал. 52. Розділення суміші двох рідин, які не розчиняються одна в одній, у ділильній лійці



Мал. 53. Фільтрування



Відстоюванням розділяють також суміш двох рідин, що не розчиняються одна в одній, наприклад, води та олії. Олія не розчиняється у воді та утворює шар на її поверхні. Для відділення води суміш переносять у ділильну лійку — циліндричну трубку з краном у нижній частині лійки (мал. 52).

Дочекавшись появи чіткої межі між шарами, кран відкривають і тримають відкритим, доки не витече уся вода. Тепер у ділильній лійці залишиться чиста олія.



Фільтруванням очищують рідину від нерозчинних у ній речовин, пропускаючи суміш через пористий (фільтрувальний) папір. Рідина просочується крізь папір, а частинки нерозчинних домішок затримуються на ньому. Фільтрувальний папір, на відміну від звичайного, не містить клею, тому легко поглинає і пропускає рідину. Розмір пор у фільтрувальному папері такий, що дозволяє відділяти від розчину частинки розміром навіть 0,01 мм (мал. 53).

Для прискорення фільтрування склянку, у якій збирається фільтрат, ставлять так, щоб рідина не капала, а рівномірно стікала по стінці посудини.

Фільтруванням можна легко очистити воду чи розчин від нерозчинних у воді домішок, а також відділити осад від розчину.

У промисловості часто використовують тканини, що виконують роль фільтрів. Наприклад, подрібнене насіння соняшника поміщають у щільну тканину і стискають між стальними плита-

ми. Олія проходить крізь тканину, а всередині залишається тверда маса — макуха.



Випарювання застосовують для виділення твердих речовин із розчинів. Цей процес здійснюють, нагріваючи розчин у порцеляновій чашці (мал. 54).

Щоб уникнути інтенсивного кипіння та розбризкування рідини, розчин постійно перемішують скляною паличкою.

Коли вся вода випарується, на дні порцелянаної чашки залишиться чиста речовина у вигляді дрібних кристалів. Щоб отримати великі кристали, воду випарюють лише частково, а потім розчин залишають відкритим на тривалий час. Вода повільно випаровується, а розчинена речовина виділяється у вигляді великих кристалів. Такий спосіб називають **кристалізацією**.

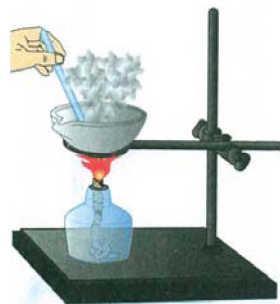
Поєднання фільтрування з випарюванням чи кристалізацією дозволяє розділити суміш двох речовин, одна з яких розчинна у воді, а інша — ні.

Для розділення суміші двох рідин, які розчиняються одна в одній, використовують спосіб, який називають перегонкою, або дистиляцією.

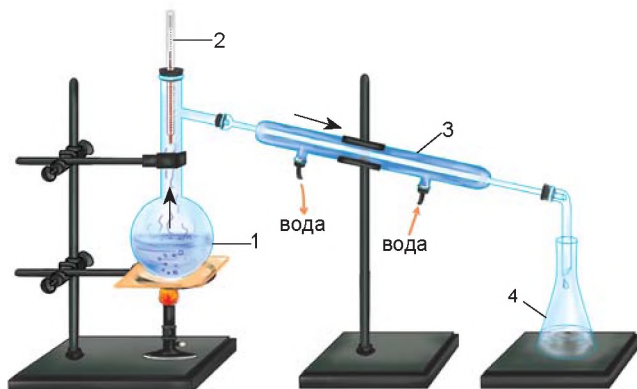
Дистиляція (перегонка) — спосіб розділення однорідних сумішей випарюванням летких рідин з наступною конденсацією їхньої пари.

Цей спосіб сумішей ґрунтується на відмінності температур кипіння розчинених один в одному компонентів (мал. 55).

Якщо потрібно розділити суміш спирту і води, то її наливають у колбу 1, щільно закривають корком із термометром 2 і починають нагрівати. Спирт кипить при температурі 78 °С, тому коли температура суміші досягне цього значення, пара спирту з колби потрапляє у холодильник 3, де конденсується і збирається у приймачі 4.



Мал. 54. Випарювання розчину



Мал. 55. Лабораторна установка для перегонки:
 1 — суміш рідин із різними температурами кипіння;
 2 — термометр; 3 — водяний холодильник; 4 — приймач

Якщо у колбі нагрівати водопровідну, джерельну чи колодязну воду, що містить розчинені солі, то у приймачі збиратиметься чиста (дистильована) вода, яка вже не містить солей. Солі залишаться у колбі.

Дистильовану воду використовують для виготовлення ліків в аптеках, для приготування розчинів у хімічних лабораторіях.

Існують і складніші способи розділення сумішей. Із деякими з них ви ознайомитеся пізніше.

Суміші мають змінний склад, адже ми можемо довільно змінювати кількість кожного компонента суміші. Речовини, на відміну від сумішей, мають постійний склад.

➔ *...є суміші, що мають спеціальні назви, наприклад: піна — неоднорідна суміш, у якій газ розподілений у твердій речовині (пінопласт) або в рідині (мильна піна); суспензія — неоднорідна суміш, у якій частинки твердої речовини розподілені в рідині: крейда і вода, глина і вода; емульсія називають неоднорідну суміш рідин, які не розчиняються одна в одній: бензин і вода, олія і вода; аерозоль — неоднорідна суміш, що складається з часточок твердої речовини або крапель рідини, які перебувають у завислому стані в газуватому середовищі: дим, пил, туман.*

- ➔ ...Біблія надає нам інформацію про стародавній та розповсюджений спосіб розділення сумішей — віяння.
- ➔ ...біблійним прикладом чистих речовин може бути золото землі Хавіла, про котре повідомляє книга Буття: « ... і золото тієї землі добре...», тобто з малим вмістом домішок.

ВИСНОВКИ

- Чиста речовина не містить домішок інших речовин. Чисті речовини, на відміну від сумішей, мають постійні властивості.
- Розрізняють однорідні та неоднорідні суміші речовин. Однорідні суміші можна розділити випарюванням і дистиляцією. Неоднорідні суміші можна розділити дією магніту, відстоюванням і фільтруванням.



Початковий рівень

1. Які речовини називають чистими?
2. Що таке суміш?
3. Які розрізняють суміші?

Середній рівень

4. Які способи розділення сумішей ви знаєте? Що лежить в основі кожного способу?
5. Як правильно здійснити фільтрування?
6. Як можна швидко та ефективно розділити суміш вугілля і заліза двома способами? На яких фізичних властивостях речовин ґрунтуються ці способи розділення сумішей?

Достатній рівень

7. Із поданого переліку випишіть окремо чисті речовини, однорідні та неоднорідні суміші: кухонна сіль, розчин кухонної солі у воді, кров, вода, розчин мідного купоросу, сода, зубна паста, крохмаль, золото, цемент.

8. Запропонуйте способи розділення таких сумішей:
- А) річкового піску і тирси;
 - Б) олії і води;
 - В) мідного купоросу і сірки;
 - Г) крохмалю і цукру;
 - Г) річкового піску і цукру;
 - Д) гасу і води.
9. Укажіть послідовність операцій під час розділення суміші кухонної солі, піску і залізних ошурок:
- А) випарювання;
 - Б) фільтрування;
 - В) додавання води;
 - Г) дія магнітом.

Високий рівень

10. Чому не можна виділити жир із молока фільтруванням? Як це можна зробити?
11. Чорний порошок складається з вугілля, сірки і калійної селітри (речовини, яка добре розчиняється у воді). Як довести, що це суміш?

Додаткове завдання

12. На мал. 52 ділильна лійка закрита корком. Чи буде виливатися рідина, якщо відкрити кран? Чому?
13. Заповніть таблицю.

Суміш	Приклад суміші	Способи розділення
Однорідна		
Неоднорідна		

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Розділення неоднорідної суміші

Природна кухонна сіль містить різні домішки. До них належить також і пісок. Під час виконання цієї роботи ви навчитеся розділяти неоднорідну суміш — очищати забруднену кухонну сіль.

Реактиви: суміш кухонної солі та піску.

Обладнання і матеріали: дві хімічні склянки на 50 мл, скляна паличка, ложечка, лабораторний штатив, лійка, фільтрувальний папір, ножиці, спиртівка, сірники, порцелянова чашка для випарювання.

Уважно прочитайте «Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії».

1. Розчинення забрудненої солі.

Заповніть склянку водою приблизно на чверть і розчиніть у ній забруднену кухонну сіль, насипаючи її невеликими порціями і перемішуючи розчин скляною паличкою.

2. Виготовлення фільтра.

Пригадайте, як правильно виготовити фільтр (мал. 21).

3. Фільтрування.

Закріпіть лійку з фільтром у кільці лабораторного штатива. Під кільцем поставте чисту склянку так, щоб носик лійки торкався її внутрішньої стінки (мал. 53).

Акуратно, користуючись скляною паличкою, перелийте рідину на фільтр. Рідина не повинна доходити до країв фільтра приблизно на 0,5 см, оскільки при легкому струсі вона може потрапити у склянку через край фільтра. Не натискайте на скляну паличку, щоб не пошкодити нею фільтр. Яка речовина осідає на фільтрі?

4. Випарювання.

Зібраний фільтрат перелийте у порцелянову чашку, помістіть її на кільце штатива і нагрівайте, перемішуючи розчин (мал. 54).

Яка речовина кристалізується при випарюванні розчину? Порівняйте одержану кухонну сіль із початковою сумішшю. Намалюйте прилади і запишіть спостереження у зошит.

§ 9. Атом

Із цього параграфа ви дізнаєтеся:

- про будову атома.

Ви вже знаєте, що за сучасними уявленнями найменші частинки, з яких складаються речовини, — це атоми. Атоми хімічно неподільні. Це означає, що під час хімічних реакцій атоми не змінюються, а лише переходять з однієї речовини в іншу. Отже, можна припустити, що атом взагалі неможливо розділити на дрібніші частинки.

Така теорія існувала тривалий час. Проте було незрозуміло, чим атоми одного виду відрізняються від атомів іншого виду. Вчені зробили припущення, що атом має складну будову.

Перші експериментальні докази складної будови атома з'явилися у кінці XIX ст., коли з'ясувалося, що деякі речовини при сильному освітленні випромінюють потік електронів — негативно заряджених елементарних частинок. Це явище назвали фотоелектом. Пізніше виявилось, що існують речовини, які спонтанно, навіть у темряві випромінюють електрони та деякі інші частинки. Це явище назвали радіоактивністю. Відкриття фотоелекту і радіоактивності однозначно свідчило про те, що всередині атомів є електрони.

Електрон — найлегша з відомих елементарних частинок. Його маса ($9,1 \cdot 10^{-31}$ кг) у 1837 разів менша за масу найлегшого з атомів — атома Гідрогену. Електричний заряд електрона називають елементарним — він найменший зі всіх зарядів. Позитивні та негативні заряди кратні заряду електрона, тому його абсолютну величину прийнято за одиницю вимірювання. Саме в цих

одинацях визначають заряд усіх частинок: електронів, протонів йонів (які ви будете вивчати у курсі хімії пізніше) тощо. Заряд електрона дорівнює -1 .

Атом не має електричного заряду, тобто є електронейтральним. А це означає, що крім електронів у його складі повинні бути і позитивно заряджені частинки.

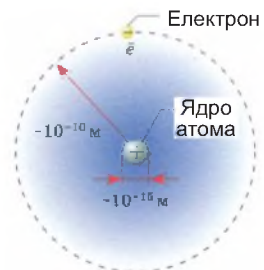
Весь позитивний заряд атома зосереджений у центрі, в ядрі, яке оточене негативно зарядженими електронами. Ядро — найважча, але й одночасно найменша частинка атома. Маса ядра складає майже 99,97% від маси атома, а його радіус — приблизно у 100 000 разів менший за радіус атома (мал. 56).

Уявімо, що атом збільшили до розмірів яблука. Якби яблуко збільшити в таке саме число разів, то воно б мало розміри земної кулі. Ядра усіх атомів, що утворюють земну кору, можна вмістити всередині одного багатоквартирного будинку. Ядерна речовина має надзвичайно велику густину.

Атом — найменша електронейтральна частинка, що складається з позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів.

Ядро атома складається з частинок двох видів — протонів і нейтронів. Протони — позитивно заряджені частинки із зарядом $+1$, а нейтрони не мають заряду. Отже, весь позитивний заряд ядра атома створюють протони. Їхній сумарний заряд дорівнює заряду ядра. Оскільки будь-який атом електронейтральний, то число протонів із зарядом $+1$ завжди дорівнює числу електронів із зарядом -1 .

Тривалий час учені вважали, що протони і нейтрони є елементарними частинками, тобто не можуть бути розділені на дрібніші частинки. Тепер доведено, що вони теж мають складну будову. Електрон дотепер вважають елементарною частинкою.



Мал. 56. Атом складається з позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів

ВИСНОВКИ

- Атом — найменша електронейтральна частинка, що складається з позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів.
- Електрон має заряд -1 .
- Ядро атома складається з протонів і нейтронів. Протони — позитивно заряджені частинки з зарядом $+1$, а нейтрони не мають заряду.

**Початковий рівень**

1. Який склад атома?
2. З яких частинок складається ядро атома?

Середній рівень

3. Який заряд має:
А) електрон;
Б) протон?
4. Як називають частинки у ядрі атома, які не мають електричного заряду?

Достатній рівень

5. Ядро деякого атома має заряд $+2$. Скільки електронів містить атом?

Високий рівень

6. Атом Нітрогену містить 7 електронів.
А) Чи має заряд атом Нітрогену?
Б) Чому дорівнює заряд ядра атома Нітрогену?

Додаткове завдання

7. Який заряд матиме частинка, яка утвориться внаслідок:
А) втрати атомом 3-х електронів;
Б) приєднання до атома 2-х електронів?

§ 10. ХІМІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

Із цього параграфа ви:

- дізнаєтеся, що таке «хімічний елемент»;
- засвоїте назви і символи хімічних елементів;
- ознайомитеся з походженням назв деяких хімічних елементів.

Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:

— які хімічні елементи ви знаєте?

Як вам уже відомо, весь матеріальний світ складається з атомів. Сьогодні налічують 115 видів атомів, які відрізняються один від одного будовою, а також розмірами (маленькі та ще менші) та масою (мал. 57).

Із них понад 20 видів атомів отримано штучно — вони нестійкі та розпадаються на інші атоми. Синтез нових видів атомів продовжується дотепер.

Карбон	C	
Гідроґен	H	
Нітроґен	N	
Оксиген	O	
Фосфор	P	
Сульфур	S	
Флуор	F	
Хлор	Cl	
Бром	Br	
Йод	I	
Силіцій	Si	

Мал. 57. Моделі атомів різних видів

Атоми певного виду називають хімічним елементом.

В усіх атомів одного і того ж хімічного елемента число протонів Z завжди однакове і дорівнює заряду ядра, а число нейтронів N буває різним, тому маса атомів одного і того ж елемента може бути різною. Це означає, що не маса, а саме заряд ядра атома є основною характеристикою, що відрізняє атоми одного виду від атомів іншого виду. Знаючи будову атома, можна дати точніше визначення поняття «хімічний елемент».

Хімічний елемент — це вид атомів з однаковим зарядом ядра.

Кожен хімічний елемент має назву, яку пишуть з великої букви, і символ — умовне позначення у вигляді однієї або двох букв, узятих з його латинської назви. Наприклад, хімічний елемент Гідроген позначають символом H — за першою буквою його латинської назви Hydrogenium, Нітроген (Nitrogenium) позначають символом N, Фосфор (Phosphorus) — P, Хлор (Chlorum) — Cl. Часто українська назва хімічного елемента не співпадає з латинською. Українські та латинські назви, а також символи деяких хімічних елементів подано в таблиці.

НАЗВИ ТА СИМВОЛИ ДЕЯКИХ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Назва хімічного елемента українською мовою	Латинська назва хімічного елемента	Символ хімічного елемента	Вимова у хімічній формулі
Алюміній	Aluminium	Al	алюміній
Аргентум	Argentum	Ag	аргентум
Барій	Barium	Ba	барій
Бор	Borum	B	бор
Бром	Bromum	Br	бром
Гідроген	Hydrogenium	H	аш
Йод	Iodum	I	йод
Калій	Kalium	K	калій
Кальцій	Calcium	Ca	кальцій
Карбон	Carboneum	C	це
Купрум	Cuprum	Cu	купрум
Магній	Magnesium	Mg	магній
Манган	Manganum	Mn	манган
Меркурій	Hydrargyrum	Hg	гідраргірум
Натрій	Natrium	Na	натрій
Нітроген	Nitrogenium	N	ен
Оксиген	Oxygenium	O	о

Плюмбум	Plumbum	Pb	плюмбум
Силіцій	Silicium	Si	силіцій
Сульфур	Sulfur	S	ес
Ферум	Ferrum	Fe	ферум
Флуор	Fluorum	F	флуор
Фосфор	Phosphorus	P	пе
Хлор	Chlorum	Cl	хлор
Цинк	Zincum	Zn	цинк

Українська і латинська назви хімічного елемента Карбон (Carboneum C) походять від слова «вугілля»; Аурум (Aurum Au) і Аргентум (Argentum Ag) названо за характерний колір, ці метали важко переплутати з іншими. Купрум (Cuprum Cu) отримав латинську назву від острова Кіпр у Середземному морі, де в давнину були мідні родовища. Латинське слово Hydrargyrum (Hg) перекладають як «рідке срібло»; цей метал справді нагадує розплавлене срібло. Назви деяких хімічних елементів запропонували вчені, які їх відкрили. Назви Оксиген (Oxygenium) і Гідроген (Hydrogenium) було введено в науку великим французьким хіміком Антуаном Лораном Лавуазьє, який жив у другій половині XVIII ст. Після Гідрогену Гелій є самим розповсюдженим елементом у Всесвіті. Наприклад, Сонце на 10% складається з Гелію (від грецького Helios — Сонце). Деякі хімічні елементи (Уран U, Селен Se, Нептуній Np, Плутоній Pu) названо на честь небесних тіл чи планет. Інші — на честь країн (Франції Fr, Галій Ga, Полоній Po, Рутеній Ru, Америцій Am).

Сучасну хімічну символіку запропонував шведський вчений-хімік Й.-Я. Берцеліус ще в 1814 р.

Пригадайте, що атом — це найдрібніша хімічно неподільна частинка речовини. Атоми не можна зруйнувати під час хімічних реакцій, тобто атоми одного виду не можуть перетворитися на атоми іншого виду. Наприклад, Оксиген завжди залишиться Оксигеном, а Цинк — Цинком.

**БЕРЦЕЛІУС****Йенс Якоб**

(1779–1848).

Шведський хімік. Він захопився хімією у дванадцятилітньому віці, а вже в 29 років був обраний членом Шведської королівської Академії наук, ще через два роки — її президентом. Протягом своєї багаторічної наукової діяльності Й.Я. Берцеліус дослідив понад дві тисячі речовин і точно визначив їхній склад.

Він відкрив три нові хімічні елементи: Церій Ce, Торій Th та Селен Se. Вперше виділив у вільному стані Силіцій Si, Титан Ti, Тантал Ta і Цирконій Zr.

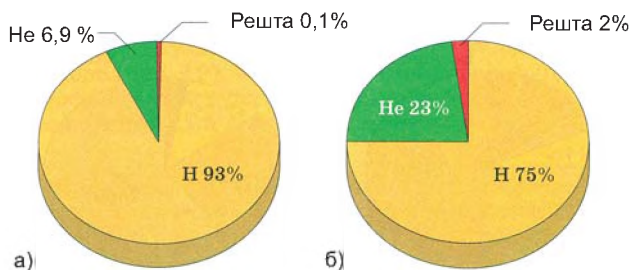
Берцеліус багато займався теоретичною хімією, опублікував 250 наукових робіт, був автором найбільш популярного на той час підручника з хімії

Атоми хімічних елементів, які зустрічаються в природі, розповсюджені вкрай нерівномірно. У Всесвіті найбільш розповсюджений хімічний елемент — Гідроген. На його частку, згідно із сучасними даними, припадає 93% всіх атомів Всесвіту, тобто з кожної тисячі атомів 930 — це атоми Гідрогену. З решти 70 атомів 69 — це атоми Гелію, і лише один атом з 1000 — це атом якогось іншого з решти хімічних елементів (*мал. 58*).

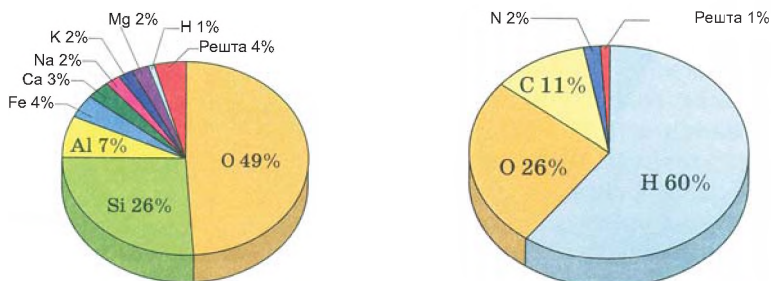
На (*мал. 58, а*) показано поширеність хімічних елементів у Всесвіті в атомних частках. Цю величину розраховують, приймаючи за 100% загальне число всіх атомів у Всесвіті. Якщо ж за 100% взяти не загальне число атомів, а їхню загальну масу, то отримаємо інші значення (у масових частках), оскільки атоми різних хімічних елементів мають різну масу (*мал. 58, б*). На частку найлегших атомів Гідрогену припадає 75% маси Всесвіту і майже 23% маси атомів Гелію. Маса атомів усіх інших елементів складає до 2% від маси Всесвіту.

Поширеність хімічних елементів у земній корі значно відрізняється від їх розповсюдження у Всесвіті (*мал. 59*).

На Землі найбільше атомів Оксигену і Силіцію. Саме вони, а також Алюміній і Ферум формують земну кору. Зрештою, і Гідрогену на Землі достатньо — він посідає 9-те місце за масою і 2-ге за кількістю атомів. В організмі людини хімічні елементи також розподілено дуже нерівномірно. Частка чотирьох із них — Гідрогену, Оксигену, Карбону і Нітрогену — складає 99 атомних часток або 95% маси людського тіла (*мал. 60*).



Мал. 58. Поширеність хімічних елементів у Всесвіті:
а — в атомних частках; б — у масових частках



Мал. 59. Поширеність хімічних елементів у земній корі (в масових частках)

Мал. 60. Вміст хімічних елементів в організмі людини (в атомних частках)

- ➔ ...до XII ст. було відомо лише 13 хімічних елементів, у XVIII ст. їх уже налічувалося 30, через 50 років додалося ще 28.
- ➔ ...у тілі людини Кальцій є у кістках, Купрум — в печінці, Манган — у серці, Станум — в язиці, Цинк — у зубах, Арсен — в нирках.
- ➔ ...нестача атомів Флуору в організмі людини призводить до карієсу зубів.
- ➔ ...хімічний елемент Гелій був спочатку відкритий на Сонці, а лише згодом — на Землі.
- ➔ ...алхіміки називали сірку «жовцю бога Вулкана».

- ➔ ...хімічний елемент Ванадій названий на честь Ванадіс — богині вроди і кохання у стародавніх скандинавів.
- ➔ ...назви багатьох хімічних елементів пов'язані з назвами міст і сіл: Магній (місто Магнізія у стародавній Греції); Стронцій (село Стронціан у Шотландії); Ербій, Тербій, Ітербій, Ітрій (село Іттербю у Швеції); Гольмій (Гольмія — стародавня назва Стокгольма); Лютецій (Лютеція — лат. назва Парижа); Гафній (Гафнія — стародавня назва Копенгагена); Реній (провінція Рейн у Німеччині); Каліфорній (штат у США); Берклій (Берклі — університетське місто і науковий центр у Каліфорнії).
- ➔ ...назви деяких хімічних елементів пов'язані з характерними лініями у спектрах їхніх атомів: Рубідій — від лат. «червоний» (за дві характерні темно-червоні спектральні лінії); Цезій — від лат. «блакитний» (за дві характерні блакитні спектральні лінії); Талій — від грецьк. «таллос» — молода зелена галузка (за спектральну ніжно-зелену лінію).
- ➔ ...є хімічні елементи, назви яких походять від кольору або запаху хімічних сполук, які вони утворюють: Сульфур — від санскритського «сіра» — світло-жовта; Хлор — від грецьк. «хлорос» — жовто-зелений (колір газоподібного хлору); Хром — від грецьк. «хрома» — барва, колір (за широку і різноманітну гаму яскравих кольорів його сполук); Йод — від грецьк. «іодес» — фіалковий (за колір газоподібного йоду); Бром — від грецьк. «бромос» — смердючий (за різкий неприємний запах рідкого і газоподібного броду).

ВИСНОВКИ

- Вид атомів з однаковим зарядом ядра називають хімічним елементом.
- На сьогодні відомо 115 хімічних елементів. Кожний хімічний елемент має назву і символ. Атоми хімічних елементів розповсюджені у природі нерівномірно.

**Початковий рівень**

1. Дайте визначення поняття «хімічний елемент».
2. Скільки хімічних елементів зустрічається в природі, а скільки синтезовано штучно?

Середній рівень

3. Якими символами позначають такі хімічні елементи: Ферум, Натрій, Кальцій, Хром, Алюміній, Сульфур, Карбон, Оксиген, Гідроген, Купрум, Калій, Магній, Силіцій?

Достатній рівень

4. Поясніть різницю між поняттями «хімічний елемент» і «речовина». Чи можна їх ототожнювати?

Високий рівень

5. Знайдіть у додатковій літературі та поясніть походження назв таких хімічних елементів: Фосфор, Гідроген, Натрій.

Додаткове завдання

6. Підготуйте короткі повідомлення про відкриття Літію, Барію, Неону або інших хімічних елементів.

§ 11. ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ Д.І. МЕНДЕЛЄВА

Із цього параграфа ви дізнаєтеся:

- що таке періодична система хімічних елементів;
- хто створив періодичну систему;
- як побудовано періодичну систему;
- який фізичний зміст порядкового номера хімічного елемента.

Усі хімічні елементи, відомі на сьогодні, розміщено в таблиці, яку називають періодичною системою хімічних елементів. Автором пері-



МЕНДЕЛЄЄВ
Дмитро Іванович
 (1834–1907).

Видатний російський учений-хімік, член академії наук багатьох країн, автор підручника «Основи хімії». Запропонував теорію походження нафти, розробив технологію виготовлення бездимного пороху, створив теорію розчинів

Порядковий номер хімічного елемента збігається із зарядом ядра його атома і кількістю електронів у ньому. Очевидно, що в ядрі атома Оксигену (порядковий номер 8) міститься 8 протонів, заряд ядра атома дорівнює $+8$, і в атомі є 8 електронів.

У періодичній системі елементи розміщено за зростанням заряду ядер їхніх атомів. Вони утворюють періоди. Є всього сім періодів. Нумери періодів вказано в першому вертикальному стовпчику періодичної системи, їх позначено арабськими цифрами: 1, 2, 3, 4, 5, 6 і 7.

S	16
Сульфур	

Мал. 61. Клітинка періодичної системи

одичної системи є видатний російський учений Дмитро Іванович Менделєєв.

Є багато варіантів періодичної системи, але найчастіше користуються її короткою і довгою формами. У параграфі ми розглянемо будову короткої форми, її вміщено на форзаці підручника.



Періодична система складається з горизонтальних рядів і вертикальних стовпчиків, від перетину яких утворюються клітинки.

Кожний хімічний елемент займає у таблиці одну клітинку. Місце хімічного елемента у тій чи іншій клітинці визначається будовою його атома (детальніше ви це будете вивчати у 8 класі).

Кожна клітинка має порядковий номер, який також є одночасно і порядковим номером хімічного елемента. Також у клітинці вказано назву хімічного елемента і його символ (*мал. 61*).

Вертикальні стовпчики, у яких зібрано елементи, що мають подібні хімічні властивості (хоча вони можуть відрізнятися

за фізичними властивостями), називають групами. Номери груп позначають римськими цифрами. Є вісім груп: I, II, III, IV, V, VI, VII і VIII. Номери груп позначено у верхньому горизонтальному рядку періодичної системи.

Якщо хочете знати хімію глибше...

1, 2 і 3-й періоди складаються з одного ряду, тому їх називають малими.

У 1-му періоді є лише два хімічні елементи — Гідроген і Гелій. У 2 і 3-му — по 8 елементів. 2-й період розпочинається хімічним елементом Літієм і закінчується Неоном, 3-й — розпочинається Натрієм і закінчується Аргоном.

4, 5 і 6-й періоди складаються з двох рядів кожний, тому їх називають великими періодами. 7-й період є незавершеним, але його теж вважають великим періодом.

Кожна група складається з головної та побічної підгруп. До головної підгрупи входять елементи великих і малих періодів, до побічної — лише великих. До головної підгрупи I групи входять такі елементи: Гідроген, Літій, Натрій, Калій, Рубідій, Цезій і Францій, до побічної — Купрум, Аргентум і Аурум. Як бачите, символи хімічних елементів як головної, так і побічної підгруп написані один під одним, символи елементів побічної підгрупи зміщено відносно символів елементів головної підгрупи. Наприклад, Алюміній знаходиться у головній підгрупі третьої групи, Цинк — у побічній підгрупі другої групи, Сульфур — у головній підгрупі шостої групи.

ВИСНОВКИ

- Періодична система Д.І. Менделєєва складається з горизонтальних рядів (великих і малих періодів) та вертикальних стовпчиків — груп. Кожна група складається з головної та побічної підгруп.
- Номер клітинки, в якій розміщено хімічний елемент, означає заряд ядра атома.
- Усі хімічні елементи розміщено у періодичній системі за зростанням заряду ядер їхніх атомів.

- A) Sr
- B) S
- B) Si
- Г) Se

Високий рівень

10. Напишіть назву, символ і порядковий номер хімічного елемента, який розміщений:
- A) у головній підгрупі I групи 3 періоду;
 - B) у головній підгрупі III групи 2 періоду;
 - B) у головній підгрупі VII групи 5 періоду.

Додаткове завдання

11. Заповніть таблицю.

Символ хімічного елемента	Назва хімічного елемента	Порядковий номер хімічного елемента	Заряд ядра атома	Кількість електронів в атомі	Група і підгрупа, у якій розміщено хімічний елемент	Період, у якому розміщено хімічний елемент
P						
	Нітроген					
		6				
			+ 16			
				12		
					IV група, головна підгрупа	3 період

§ 12. МАСА АТОМА

Із цього параграфа ви:

- дізнаєтеся, що таке відносна атомна маса хімічного елемента;
- зрозумієте відмінність між атомною масою і відносною атомною масою;
- навчитеся знаходити значення відносних атомних мас у періодичній системі хімічних елементів.

Вам уже відомо, що атоми — дуже маленькі частинки. Вони настільки малі, що на вістрі голки їх може поміститись багато міліардів.

Тому масу атомів важко виражати у звичних одиницях — грамах чи кілограмах. Наприклад, маса атома Гідрогену становить $m_a(\text{H}) = 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг; маса атома Оксигену — $m_a(\text{O}) = 2,66 \cdot 10^{-26}$ кг; а маса атома Сульфуру дорівнює $m_a(\text{S}) = 5,31 \cdot 10^{-26}$ кг.

Значно зручніше порівнювати масу певного атома з якоюсь іншою дуже малою масою, прийнятою за одиницю вимірювання.

Як одиницю виміру вчені домовились використовувати $1/12$ маси атома Карбону. Цю одиницю називають атомною одиницею маси (а. о. м). Масу атома, яку виражають через цю величину, називають відносною атомною масою.

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

Відносну атомну масу позначають A_r (індекс r — перша буква англійського слова **relative** — відносний).

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

$A_r(\text{E})$ — відносна атомна маса елемента;

$m_a(\text{E})$ — маса атома хімічного елемента;

$m_a(\text{C})$ — маса атома Карбону;

Запам'ятайте, що:

$$1 \text{ а. о. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Потрібно пам'ятати, що 1 а. о. м. — надзвичайно мала величина, вона менша від маси кілограма у стільки разів, у скільки разів маса людини менша за масу Земної кулі.

Поділивши абсолютні значення атомних мас елементів на числове значення атомної одиниці маси, отримаємо відносні атомні маси, наприклад:

$$A_r(\text{O}) = \frac{2,66 \cdot 10^{-26} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} = 16$$

$$A_1(\text{H}) = \frac{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} = 1$$

Відносна атомна маса, подібно до інших відносних величин, — величина безрозмірна.

Наприклад, $A_r(\text{F}) = 19$ означає, що атом Флуору в 19 разів важчий за 1/12 атома Карбону. Відносну атомну масу не можна ототожнювати з абсолютною масою атома, яку виражено в атомних одиницях маси (а. о. м.). Числові значення абсолютних мас атомів, виражених в а. о. м., співпадають зі значеннями відносних атомних мас.

МАСИ ТА ВІДНОСНІ МАСИ ДЕЯКИХ АТОМІВ

Назва хімічного елемента	Маса атома (в кг)	Маса атома (в а. о. м.)	Відносна атомна маса
Гідроген	$1,66 \cdot 10^{-27}$	1 а. о. м	1
Оксиген	$2,66 \cdot 10^{-26}$	16 а. о. м	16
Карбон	$2,0 \cdot 10^{-26}$	12 а. о. м	12
Сульфур	$5,31 \cdot 10^{-26}$	32 а. о. м	32
Ферум	$9,3 \cdot 10^{-26}$	56 а. о. м	56

Атоми різних хімічних елементів різняться за масою не більш як у 300 разів, тому відносні атомні маси є невеликими цілими числами. Значення відносної атомної маси кожного хімічного елемента подано у періодичній системі Д.І. Менделєєва (мал. 62).

Al Алюміній 26,982	13	Si Силіцій 28,086	14	P Фосфор 30,974	15
--------------------------	----	-------------------------	----	-----------------------	----

Відносні атомні маси хімічних елементів

Мал. 62. Відносні атомні маси хімічних елементів подано у періодичній системі.

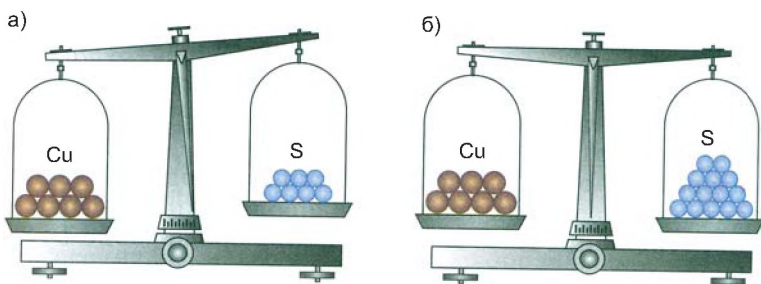
На практиці ці значення заокруглюють, як правило, до цілих чисел, наприклад: $A_r(\text{Al}) = 27$; $A_r(\text{Si}) = 28$; $A_r(\text{P}) = 31$. Відносну атомну масу хлору заокруглюють до десятих: $A_r(\text{Cl}) = 35,5$.

Атомні маси деяких хімічних елементів вперше визначив Д. Дальтон на початку XIX. Він, звичайно, не зважував окремі атоми. Дальтон визначив, у скільки разів одні атоми важчі чи легші за інші.

Відомо, наприклад, що мідь у реакції з сіркою утворює речовину, у якій на один атом Купруму припадає один атом Сульфуру. (Забігаючи трохи наперед, зазначимо, що речовина мідь складається з атомів хімічного елемента Купруму, а речовина сірка — з атомів хімічного елемента Сульфуру). Дослідним шляхом було встановлено, що маса міді у цій сполуці у два рази більша, ніж маса сірки. Отже, кожний атом Купруму у два рази важчий за атом Сульфуру (мал. 63).

Якби атоми можна було зважувати на терезах, то ми б помітили, що атоми Купруму важчі за атоми Сульфуру: a — сім атомів Купруму важчі, ніж сім атомів Сульфуру; b — сім атомів Купруму ($A_r(\text{Cu}) = 64$) мають таку ж масу, як і чотирнадцять атомів Сульфуру ($A_r(\text{S}) = 32$).

Аналогічно було визначено, що атом Купруму у 4 рази важчий за атом Оксигену. Виявилось, що найлегший атом — це атом Гідрогену, тому тривалий час його масу вважали одиницею виміру. Згодом маси інших атомів стали порівнювати з 1/16 маси атома Оксигену, а з 1961 року — з 1/12 маси атома Карбону.



Мал. 63. Порівняння мас атомів

ВИСНОВКИ

- Оскільки атоми мають дуже малу масу, то під час обчислень користуються значенням відносної атомної маси.
- Відносна атомна маса елемента — це відношення маси його атома до $1/12$ маси атома Карбону, яку називають атомною одиницею маси (а. о. м.).
- $1 \text{ а. о. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$
- Відносні атомні маси пропорційні масам атомів.
- Значення відносної атомної маси і маси атома, вираженої в а. о. м., чисельно збігаються.
- Значення відносних атомних мас хімічних елементів подано в періодичній системі хімічних елементів Д.І. Менделєєва.



Початковий рівень

1. Дайте визначення поняття «відносна атомна маса».
2. Що означає запис $A_r(\text{C}) = 12$?
3. Знайдіть за періодичною системою значення відносних атомних мас таких хімічних елементів:
А) Натрію; Б) Магнію; В) Броду.
4. Укажіть назви хімічних елементів, що мають такі значення відносних атомних мас:
А) 27; Б) 40; В) 127.

Середній рівень

5. Розмістіть хімічні елементи у порядку зростання їхніх відносних атомних мас: Ва, Р, Сu, В, Li.
6. У скільки разів маси атомів Карбону, Оксигену і Магнію більші за масу атома Гелію?
7. Вкажіть відносну атомну масу хімічних елементів, заряд ядра яких дорівнює:
А) +24; Б) +56; В) +19.

Достатній рівень

8. Вкажіть назву хімічного елемента і його відносну атомну масу, якщо він розміщений:
А) в головній підгрупі II групи 2 періоду;
Б) у побічній підгрупі VI групи 5 періоду;
В) в головній підгрупі V групи 6 періоду.

Високий рівень

9. У якій групі, підгрупі та періоді розміщено хімічний елемент, відносна атомна маса якого в два рази більша за відносну атомну масу Кальцію?

Додаткове завдання

10. Маса атома Нітрогену становить $2,32 \cdot 10^{-26}$ кг. Обчисліть його відносну атомну масу.
11. Що легше: два атоми Алюмінію чи три атоми Сульфуру?
12. Чи може до складу будь-якої молекули входити Оксиген масою:
А) 16 а. о. м.;
Б) 8 а. о. м.;
В) 64 а. о. м.;
Г) 4 а. о. м.?
Відповідь обґрунтуйте.

§ 13. ХІМІЧНІ ФОРМУЛИ РЕЧОВИН

Із цього параграфа ви дізнаєтеся:

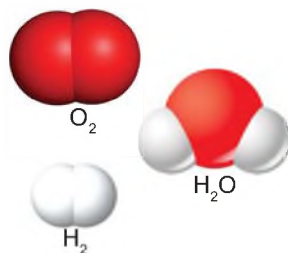
- як можна записати склад речовини за допомогою символів хімічних елементів;
- як читати хімічні формули;
- яку інформацію про речовину дає хімічна формула.

Склад речовин хіміки всього світу відображають дуже красиво і лаконічно у вигляді хімічних формул. Хімічні формули — це аналоги слів, які записують за допомогою букв — символів хімічних елементів.

Виразимо за допомогою хімічних символів склад найпоширенішої речовини на Землі — води. Молекула води складається з двох атомів Гідрогену і одного атома Оксигену. Тепер запишемо це речення хімічною формулою, використовуючи хімічні символи (Гідрогену — H і Оксигену — O).

Число атомів у формулі запишемо за допомогою індексів — цифр, які розташовані внизу справа від хімічного символу (індекс 1 для атомів у формулах речовин не пишуть, тому після символу Оксигену 1 не записуємо): H_2O (читають «аш-два-о»).

Формули водню і кисню, молекули яких складаються з двох однакових атомів, записують так: H_2 (читають «аш-два») і O_2 (читають «о-два») (мал. 64).



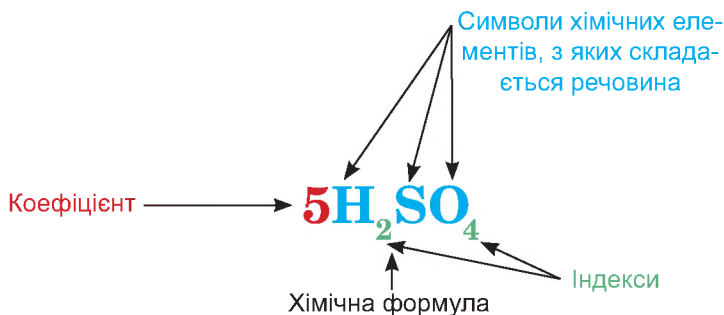
Мал. 64. Моделі молекул та формули кисню, водню і води

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

Щоб відобразити число молекул, використовують коефіцієнти, які пишуть перед хімічними формулами: наприклад, запис $2CO_2$

(читають «два-це-о-два») означає: дві молекули вуглекислого газу, кожна з яких складається з одного атома Карбону і двох атомів Оксигену.

Аналогічно записують коефіцієнти, коли вказують число вільних атомів хімічного елемента. Наприклад, нам потрібно записати вираз: п'ять атомів Карбону і сім атомів Хлору. Роблять це таким чином: 5C і 7Cl . Якщо записують одну молекулу речовини чи один атом, то коефіцієнт 1 перед формулою не пишуть.



Мал. 65. Хімічні формули записують за допомогою символів хімічних елементів та індексів, а число молекул указують за допомогою коефіцієнтів

Кожна хімічна формула дає інформацію про якісний і кількісний склад речовини. Наприклад, формула природного газу метану CH_4 . Що ж означає ця формула? Насамперед, те, що молекула метану складається з атомів двох хімічних елементів — Карбону і Гідрогену (це якісний склад молекули). До складу молекули входить один атом Карбону і чотири атоми Гідрогену (це кількісний склад молекули).

На мал. 65 зображено запис, що позначає 5 молекул сульфатної кислоти H_2SO_4 . Кожна молекула складається з двох атомів Гідрогену, одного атома Сульфуру і чотирьох атомів Оксигену.



Проте не всі речовини складаються з молекул. У деяких речовинах атоми сполучено один з одним у нескінченні шари та каркаси. В такому разі можна виокремити лише структурний фрагмент, який безконечно повторюється. Речовин немолекулярної будови дуже багато — метали, алмаз, графіт,

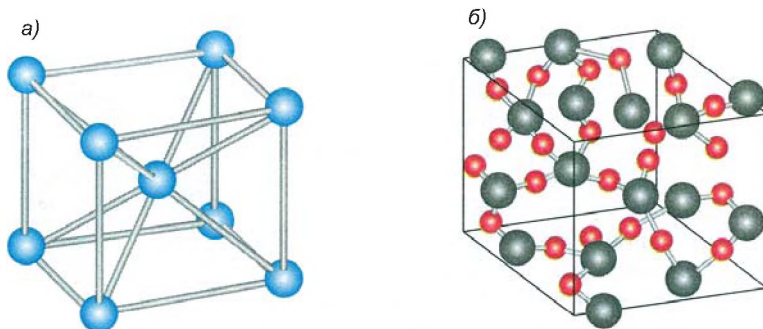
кварц, слюда, польовий шпат, мармур, кухонна сіль. Для них теж записують хімічні формули, але не молекули, а формульної одиниці, тобто найменшого повторюваного фрагмента. Наприклад, залізо, як і інші метали, складається з атомів (*мал. 66, а*), тому найменший повторюваний фрагмент (структурна одиниця) цієї речовини — атом. Отже, формула заліза — Fe. Кварц складається з хімічно зв'язаних атомів Силіцію і Оксигену, причому на один атом Силіцію припадає два атоми Оксигену (*мал. 66, б*), тому формула кварцу — SiO_2 .

Якщо до складу речовини входить група атомів, яка повторюється два чи більше разів, то цю групу беруть у дужки і зазначають число груп за допомогою індексу, наприклад: $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Індекс 2 стосується усіх атомів у дужках, тому формульна одиниця кальцій гідроксиду $\text{Ca}(\text{OH})_2$ складається із одного атома Кальцію, двох атомів Оксигену і двох атомів Гідрогену. Формула $\text{Ca}(\text{OH})_2$ читається: кальцій-о-аш-двічі; формула $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ читається: барій-ен-о-три — двічі, а формула $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ — кальцій-три-пе-о-чотири-двічі.

Якщо літерою n позначити число атомів, то співвідношення атомів Кальцію $n(\text{Ca})$, атомів Оксигену $n(\text{O})$ і атомів Гідрогену $n(\text{H})$ у кальцій гідроксиді $\text{Ca}(\text{OH})_2$ становитиме:

$$n(\text{Ca}) : n(\text{O}) : n(\text{H}) = 1 : 2 : 2.$$

За хімічною формулою речовини можна обчислювати масове співвідношення елементів у речовині.



Мал. 66. Будова деяких речовин: а — заліза; б — кварцу

Масове співвідношення хімічних елементів у речовині дорівнює відношенню їхніх відносних атомних мас, помножених на кількість атомів кожного елемента у складі формульної одиниці речовини. Знайдемо, наприклад, масове співвідношення хімічних елементів у кальцій карбонаті CaCO_3 . Маса Кальцію, Карбону і Оксигену позначимо як $m(\text{Ca})$, $m(\text{C})$ і $m(\text{O})$. Тоді:

$$m(\text{Ca}) : m(\text{C}) : m(\text{O}) = [A_r(\text{Ca}) \cdot n(\text{Ca})] : [A_r(\text{C}) \cdot n(\text{C})] : [A_r(\text{O}) \times n(\text{O})] = [40 \cdot 1] : [12 \cdot 1] : [16 \cdot 3] = 40 : 12 : 48 = 10 : 3 : 12.$$

Щороку вчені синтезують тисячі нових речовин, кожна з яких має свою назву, тому хімічна мова розвивається так само стрімко, як і наука.

ВИСНОВКИ

- Хімічна формула — це позначення атома, молекули або речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів. Хімічна формула відображає кількісний і якісний склад речовини.
- Індекси — числа, які вказують на кількість атомів або груп атомів у формулі речовини.
- Коефіцієнт — число, яке записують перед формулою або хімічним символом; воно означає кількість молекул, окремих атомів або груп атомів.
- За хімічною формулою можна визначити співвідношення атомів у молекулі чи формульній одиниці, а також обчислити їхнє масове співвідношення.

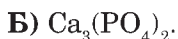


Початковий рівень

1. Прочитайте формули речовин і охарактеризуйте їхній якісний і кількісний склад: N_2 , SO_3 , HPO_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.
2. Що означають такі записи: 3NO_2 , 4HCl , 8Zn , $7\text{H}_2\text{S}$?

Середній рівень

3. Напишіть формули речовин, які читають так: пе-два-о-три, ен-два-о-п'ять, аш-два-силіцій-о-три, аш-три-пе-о-чотири, хром-ен-о-три-тричі.
4. Встановіть співвідношення атомів у таких речовинах:



Достатній рівень

5. Напишіть формули:

А) озону (молекула складається з трьох атомів Оксигену);

Б) карбонатної кислоти (молекула складається з двох атомів Гідрогену, одного атома Карбону і трьох атомів Оксигену);

В) натрій ортофосфату, формульна одиниця якого складається з трьох атомів Натрію, одного атома Фосфору і трьох атомів Оксигену. Знайдіть співвідношення атомів хімічних елементів в останніх двох речовинах.

6. Порівняйте склад чадного газу CO і вуглекислого газу CO₂.

Високий рівень

7. Визначте масове співвідношення елементів в алюміній сульфаті Al₂(SO₄)₃.

Додаткове завдання

8. Напишіть формулу речовини, якщо співвідношення атомів:

А) Бору та Оксигену у її молекулі дорівнює 2 : 3.

Б) Хлору та Оксигену у її молекулі дорівнює 2 : 7.

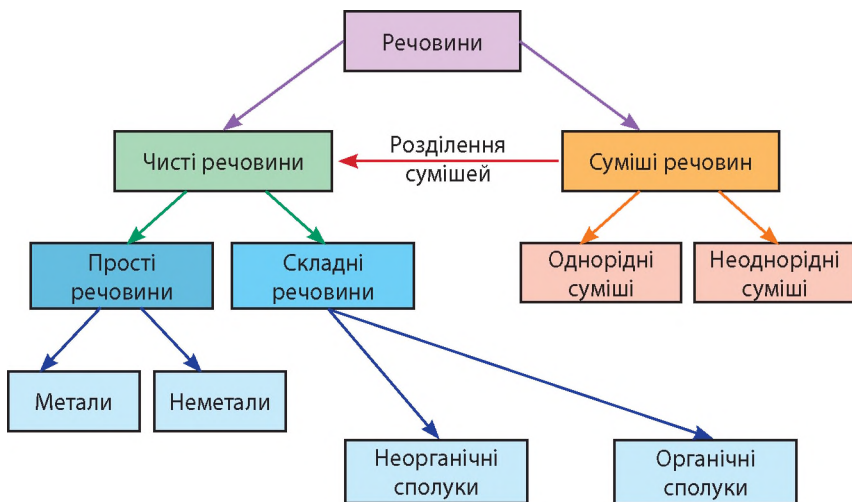
9. Напишіть формулу речовини, якщо масове співвідношення Кальцію, Сульфору і Оксигену у її формульній одиниці становить 5 : 4 : 8.

§ 14. БАГАТОМАНІТНІСТЬ РЕЧОВИН

Із цього параграфа ви:

- дізнаєтеся про класифікацію речовин;
- навчитеся розпізнавати прості та складні речовини;
- ознайомитеся зі складом органічних та неорганічних сполук;
- зможете розрізнити речовини-метали і речовини-неметали, а також металічні та неметалічні елементи.

На сьогодні відомо близько 50 мільйонів речовин, і їхня кількість постійно збільшується. Щоб орієнтуватися серед такої величезної кількості речовин, їх розподіляють на окремі класи, тобто класифікують.



Досліджуючи нову речовину, вчені не лише визначають її склад, але й встановлюють належність до певного класу. Насамперед з'ясовують, чи є це речовина чи суміш. Як ви пам'ятаєте, суміші бувають однорідні та неоднорідні. Пригадайте, що, використовуючи фізичні методи (відстоювання, фільтрування, випарювання тощо), із суміші можна виділити речовини, які її утворюють.



Чисті речовини за складом поділяються на прості та складні.

Прості речовини утворені атомами одного хімічного елемента.

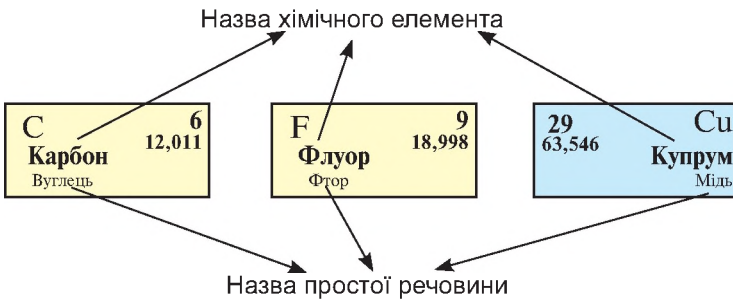
Наприклад, речовина залізо складається лише з атомів Феруму Fe. Із окремих ізольованих атомів складаються такі речовини, як гелій He, неон Ne, аргон Ar, криптон Kr, ксенон Xe, радон Rn. Їх ще називають благородними або інертними газами, тому що

їхні атоми не утворюють сполук один з одним і майже не утворюють сполук з атомами інших хімічних елементів.

Газ кисень O_2 утворений молекулами, які складаються лише з атомів Оксигену, а молекули водню H_2 складаються лише з атомів Гідрогену. Зверніть увагу на те, що прості речовини не завжди називають так само, як і хімічні елементи, з атомів яких вони утворені.

Назва простої речовини	Назва відповідного хімічного елемента
Азот	Нітроген
Хлор	Хлор
Водень	Гідроген
Кальцій	Кальцій
Кисень	Оксиген
Алюміній	Алюміній
Залізо	Ферум
Фосфор	Фосфор

Якщо назви простої речовини і хімічного елемента відрізняється, то назву простої речовини подано у періодичній системі під назвою відповідного елемента (мал. 67).



Мал. 67. Назви простих речовин, які відрізняються від назв хімічних елементів, з атомів яких вони утворені

Потрібно завжди пам'ятати, що хімічний елемент — це вид атомів; проста речовина — це сукупність атомів, з'єднаних між собою хімічними зв'язками. Коли ми говоримо, що хлор — це газ жовто-зеленого кольору, то маємо на увазі просту речовину. А коли зазначаємо, що Хлор входить до складу кухонної солі, то маємо на увазі хімічний елемент.



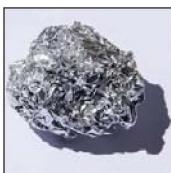
Багато хімічних елементів утворюють не одну, а декілька простих речовин. Наприклад, Оксиген існує в природі не лише у вигляді молекул кисню O_2 , але й у вигляді трьохатомних молекул O_3 . Просту речовину O_3 називають озоном. Велика кількість озону міститься в атмосфері. Хімічний елемент Карбон утворює декілька простих речовин: алмаз, графіт та ін.; хімічний елемент Фосфор утворює прості речовини — білий та червоний Фосфор.

Прості речовини поділяють на метали і неметали (*мал. 68*).

Метали (залізо Fe, мідь Cu, цинк Zn, олово Sn, срібло Ag, золото Au, натрій Na, свинець Pb, ванадій V, молібден Mo, платина Pt, хром Cr, стронцій Sr, кадмій Cd, кобальт Co) відрізняються від неметалів характерним металічним блиском, добре проводять теплоту та електричний струм. У звичайних умовах всі метали (крім ртуті) — тверді речовини, переважна більшість металів має високу температуру плавлення. Метали пластичні: їх можна кувати і витягувати з них дрiт. Метали мають немолекулярну будову.



а)



б)



в)



з)



д)

Мал. 68. Зразки простих речовин: а — мідь; б — алюміній; в — цинк; з — сірка; д — вуглець

Хімічні елементи, яким відповідають прості речовини — метали, належать до металічних елементів.

Багато неметалів за кімнатної температури — гази (кисень O_2 , водень H_2 , азот N_2 , хлор Cl_2 , гелій He), є серед них рідина (бром Br_2) і тверді речовини (вуглець C , сірка S , фосфор P , йод I_2). Неметали погано проводять тепло і електричний струм (за винятком графіту), а в твердому стані від удару розсипаються. Неметали мають атомну (алмаз, графіт, інертні гази) або молекулярну (кисень, водень, хлор тощо) будову.

Хімічні елементи, яким відповідають прості речовини — неметали, належать до неметалічних елементів. До неметалічних елементів належать: Гідроген H , Гелій He , Бор B , Карбон C , Нітроген N , Оксиген O , Флуор F , Неон Ne , Силіцій Si , Фосфор P , Сульфур S , Хлор Cl , Аргон Ar , Арсен As , Селен Se , Бром Br , Криптон Kr , Телур Te , Іод I , Ксенон Xe , Астат At і Радон Rn (всього 22 хімічні елементи).

Якщо число відомих простих речовин у декілька разів перевищує число хімічних елементів, то складних речовин набагато більше.

Складні речовини складаються з атомів різних хімічних елементів.

Складні речовини ще називають хімічними сполуками. Вони також утворюють дві великі групи — органічні та неорганічні сполуки.

До складу органічних речовин обов'язково входять атоми Карбону, тому під час нагрівання деякі з них можуть обвуглюватися. Слово «органічні» нагадує про те, що колись ці речовини виділяли з рослин і тварин. Так, до цього часу одержують цукор $C_{12}H_{22}O_{11}$. До відомих вам органічних речовин належать етиловий спирт C_2H_5OH , оцтова кислота CH_3COOH , аспірин, крохмаль ($C_6H_{10}O_5$)_n, целюлоза ($C_6H_{10}O_5$)_n, глюкоза $C_6H_{12}O_6$, білки, пластмаси (формули органічних речовин подано не для запам'ятовування). Органічних речовин значно більше, ніж неорганічних.



Мал. 69. Пірит

До неорганічних сполук належать не лише сполуки всіх хімічних елементів, крім Карбону, але й найпростіші сполуки Карбону (наприклад, вуглекислий газ CO_2). Кварц SiO_2 , кисень O_2 , вода H_2O , сульфатна кислота H_2SO_4 , харчова сода NaHCO_3 , кухонна сіль NaCl — неорганічні речовини. До неорганічних належать

також прості речовини — метали і неметали. У шкільному курсі хімії ви насамперед будете вивчати неорганічні речовини.

Треба чітко розрізняти поняття «суміш» і «складна речовина».

Якщо змішати порошок сірки S і заліза Fe, то в суміші можна чітко побачити жовті крупинки сірки і темно-сірі частинки заліза. Пригадайте, що цю суміш можна розділити за допомогою магніту (мал. 50). Зверніть увагу, що під час приготування суміші порошки заліза і сірки можна змішувати у будь-якому співвідношенні.

Розглянемо тепер природну сполуку Феруму Fe і Сульфуру S — пірит FeS_2 (мал. 69).

Пірит — солом'яно-жовтого кольору, виділити залізо з піриту дією магніту, відстоюванням або іншим фізичним методом не вдається. Це можна зробити лише хімічними методами. У піриті на один атом Феруму припадає два атоми Сульфуру, тобто хімічна сполука має визначений, а не довільний, кількісний і якісний склад.

Хімічні речовини та суміші відрізняються	Хімічні речовини	Суміші
за складом	постійний	змінний
за властивостями	постійні	залежать від складу
за можливістю розділення	фізично неподільні	можна розділити фізичними способами

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 2

Ознайомлення зі зразками простих і складних речовин.

Обладнання та реактиви: шматочки крейди CaCO_3 , сірка S, графіт C, цукор $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, мідний дріт Cu, залізні ошурки Fe, кухонна сіль NaCl, крохмаль $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, харчова сода NaHCO_3 у хімічних склянках.

Уважно прочитайте «Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії».

1. Розгляньте видані вам речовини. На основі хімічної формули визначте належність речовини до складних чи простих. Використовуючи попередні знання з біології, визначте, до органічних чи неорганічних належить пропонована речовина. Намалюйте наведену таблицю в зошиті та заповніть її за поданим прикладом.

Назва речовини	Проста речовина		Складна речовина	Органічна речовина	Неорганічна речовина
	Метал	Неметал			
вода	–	–	+	–	+

2. На основі яких ознак можна відрізнити сірку і кухонну сіль?

3. Як можна відрізнити цукор від крохмалю?

➔ ...у Біблії згадують відомі на той час метали: «... золото й срібло, мідь, залізо, цинк та олово...».

➔ ...неметали, про які йде мова у Біблії, — це сірка і вуглець.

ВИСНОВКИ

- Речовини поділяють на чисті речовини та суміші речовин.
- Чисті речовини за складом бувають простими і складними.
- Прості речовини утворені атомами одного хімічного елемента.
- Прості речовини поділяють на метали і неметали.

- Складні речовини складаються з атомів різних хімічних елементів.
- Складні речовини поділяють на неорганічні та органічні сполуки.
- Майже всі сполуки Карбону — це органічні сполуки. Сполуки інших хімічних елементів, а також прості речовини належать до неорганічних речовин.



Початковий рівень

1. Наведіть приклади відомих вам металів. До яких речовин вони належать — простих чи складних? Органічних чи неорганічних?
2. Які відмінності у фізичних властивостях металів і неметалів?

Середній рівень

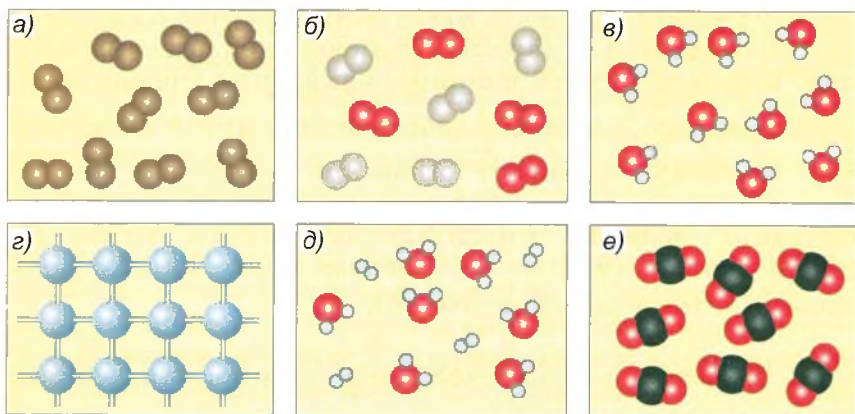
3. Поясніть різницю між поняттям «хімічний елемент» і «проста речовина», «проста речовина» і «складна речовина».
4. Із поданого переліку хімічних формул випишіть окремо формули простих та складних речовин: O_2 , O_3 , S_8 , H_3PO_4 , Cl_2 , He, NH_3 , P_4 , K_2SO_4 , SO_2 , Si, CO_2 , H_2O_2 , N_2O , N_2 .

Достатній рівень

5. Розгляньте *мал. 70*. Вкажіть моделі простих речовин, складних речовин, сумішей речовин.
6. Визначте, де про магній говориться як про хімічний елемент, а де — як про просту речовину:
А) Магній згоряє сліпучим полум'ям.
Б) Магній входить до складу солей, що розчинені у морській воді.
В) Магній розміщено у 3 періоді періодичної системи.

Високий рівень

7. Випишіть із поданого переліку органічні речовини: калійна селітра, спирт, глюкоза, азот, жир, білок, вапняк, залізна руда, крохмаль, лимонна кислота, поташ, аргон, мідь, сірка, мурашина кислота.
8. Із поданого переліку випишіть окремо речовини-метали і речовини-неметали: хлор, срібло, азот, водень, мідь, залізо, кисень, алюміній, натрій, силіцій, літій, хром, фосфор, кальцій, цинк, графіт, барій, фтор, магній, золото, йод.



Мал. 70. Моделі деяких речовин і сумішей

Додаткове завдання

9. Які хімічні елементи утворюють такі складні речовини:

- А) калій фосфід;
- Б) алюміній карбід;
- В) магній хлорид;
- Г) барій сульфід?

§ 15. ВАЛЕНТНІСТЬ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Із цього параграфа ви:

- зрозумієте, що таке «валентність»;
- навчитеся визначати валентність хімічного елемента за його розміщенням у періодичній системі;
- зможете визначати валентність хімічних елементів за формулами бінарних сполук;
- навчитеся складати формули бінарних сполук за валентністю хімічних елементів, з атомів яких їх утворено.

Дотепер ви користувалися формулами речовин, які подано у підручнику, або вам їх називав учитель. А як складають хімічні формули?

Хімічну формулу виводять на основі даних про якісний і кількісний склад речовини.

Речовин є дуже багато, і якби довелось запам'ятовувати їхні формули, вивчати хімію було б дуже важко. Очевидно, можна зробити висновок про склад речовини і написати її формулу, знаючи закономірності сполучення атомів. Для цього потрібно ознайомитися із властивістю атомів, яку називають валентністю.

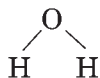
Що ж таке валентність? Слово «валентність» у перекладі з латинської означає «сила», «здатність».

У XIX ст. вчені висловили припущення, що атоми різних елементів мають неоднакову здатність приєднувати до себе інші атоми.

На сьогодні відомо, що атоми, які утворюють молекулу, з'єднані між собою хімічними зв'язками в певній послідовності. Щоб відобразити це, використовують *структурні* (або їх ще називають *графічні*) *формули*, які вказують не лише на число атомів, але й на послідовність їхнього сполучення. Хімічні зв'язки між атомами в молекулах прийнято позначати рисками.

Число зв'язків, які даний атом утворює з іншими атомами, називають **валентністю**.

Зобразимо структурну формулу води:

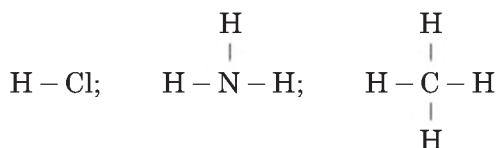


Зверніть увагу на те, що атоми Гідрогену в молекулі води не зв'язані один з одним, а сполучені лише з атомом Оксигену. Кожен атом Гідрогену утворює один хімічний зв'язок (від символу Н відходить одна риска) — він одновалентний. Атом Оксигену утворює два зв'язки, він двовалентний. Число рисок, які відходять від символу хімічного елемента у структурній формулі, і є валентність цього атома.

Встановлено, що і в інших сполуках Гідроген завжди одновалентний, тобто атоми Гідрогену утворюють лише один зв'язок. Валентність Оксигену завжди дорівнює двом.

У молекулі вуглекислого газу CO_2 атом Карбону утворює з кожним атомом Оксигену два подвійні зв'язки, які рівноцінні чотирьом одинарним (чотири риси у структурній формулі). Отже, Карбон у цій речовині чотиривалентний $\text{O} = \text{C} = \text{O}$.

Знаючи валентність одного хімічного елемента у бінарній сполуці (тобто сполуці, яка складається з атомів двох хімічних елементів), можна визначити валентність іншого. Так, Хлор у хлороводні HCl одновалентний, Нітроген в амоніаку NH_3 — тривалентний, а валентність Карбону у метані CH_4 дорівнює чотирьом:



Для позначення валентності зазвичай використовують римські цифри, які записують у формулі над символом хімічного елемента: $\overset{\text{I}}{\text{H}}\overset{\text{I}}{\text{Cl}}$, $\overset{\text{I}}{\text{H}}\overset{\text{II}}{\text{N}}\overset{\text{III}}{\text{H}}\overset{\text{I}}{\text{H}}$, $\overset{\text{IV}}{\text{C}}\overset{\text{I}}{\text{H}}\overset{\text{IV}}{\text{O}}\overset{\text{II}}{\text{O}}$. (Під час математичних обчислень, а також для позначення валентності у тексті використовують арабські цифри.)

Щоб визначити валентність, немає необхідності щоразу зображувати структурні формули. Легко помітити, що у сполуці загальне число одиниць валентності всіх атомів одного елемента завжди дорівнює загальному числу одиниць валентності всіх атомів іншого елемента.

Добуток числа атомів одного елемента на його валентність у бінарній сполуці дорівнює добутку числа атомів іншого елемента на його валентність.

Наприклад: $\overset{\text{IV}}{\text{C}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_2$.

Для Карбону (число атомів дорівнює 1): $4 \cdot 1 = 4$

Для Оксигену (число атомів дорівнює 2): $2 \cdot 2 = 4$

Щоб визначити валентність елемента у сполуці за її формулою, необхідно здійснити такі математичні обчислення:

Послідовність дій	Визначення валентності	
Укажіть валентність Оксигену	$\text{Fe}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}_3$	$\text{C}\overset{\text{II}}{\text{O}}_2$
Помножте число атомів Оксигену на числове значення його валентності (II)	$3 \cdot 2 = 6$	$2 \cdot 2 = 4$
Поділіть одержане значення на індекс, який вказує на число атомів іншого елемента	$6 : 2 = 3$	$4 : 1 = 4$
Напишіть значення валентності над символом цього елемента	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}_3$	$\overset{\text{IV}}{\text{C}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_2$

Деякі хімічні елементи виявляють у сполуках постійну валентність, інші — змінну.

Значення змінної валентності прийнято зазначати в дужках у назвах сполук, наприклад: $\overset{\text{IV}}{\text{C}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_2$ — карбон(IV) оксид;

$\overset{\text{II}}{\text{C}}\overset{\text{II}}{\text{O}}$ — карбон(II) оксид.

Валентність деяких елементів у хімічних сполуках

Валентність	Хімічні елементи	Приклади хімічних сполук
	Із сталою валентністю	
I	H, Na, K, Li	H_2O , Na_2O
II	O, Be, Mg, Ca, Ba, Zn	MgO , CaO
III	Al, B	Al_2O_3 , B_2O_3
	Із змінною валентністю	
I і II	Cu	Cu_2O , CuO
II і III	Fe, Co, Ni	FeO , Fe_2O_3
II і IV	Sn, Pb	SnO , SnO_2
III і V	P	PH_3 , P_2O_5
II, III і VI	Cr	CrO , Cr_2O_3 , CrO_3
II, IV і VI	S	H_2S , SO_2 , SO_3

Розглянемо, як можна скласти формули хімічних сполук за їхніми назвами.

Послідовність дій	Складання формули	
Записуємо символи хімічних елементів (Оксиген на другому місці) і вказуємо їхню валентність (Оксиген дво-валентний, валентність іншого елемента або вказано у назві, або визначаємо її за періодичною системою)	Алюміній оксид $\begin{array}{c} \text{III} \quad \text{II} \\ \text{AlO} \end{array}$	Карбон (IV) оксид $\begin{array}{c} \text{IV} \quad \text{II} \\ \text{CO} \end{array}$
Знаходимо найменше спільне кратне двох числових значень валентності	$3 \cdot 2 = 6$	$4 \cdot 2 = 4$
Знаходимо індекси, розділивши найменше спільне кратне на числові значення валентності елемента	$6 : 3 = 2 \text{ (Al)}$ $6 : 2 = 3 \text{ (O)}$	$4 : 4 = 1 \text{ (C)}$ $4 : 2 = 2 \text{ (O)}$
Записуємо індекси після символів хімічних елементів	Al_2O_3	CO_2

Поняття про валентність виникло на світанку сучасної хімії, тому його використання на сьогодні викликає багато питань. Як, наприклад, визначити валентність атомів у простих речовинах? У залізі при кімнатній температурі у кожного атома Феруму вісім найближчих сусідів (*мал. 66*). Чи означає це, що атом Феруму виявляє валентність VIII? Як бути з іншими речовинами немoleкулярної будови? Так, Оксиген з металічними елементами не утворює молекул. Тому завжди необхідно пам'ятати, що валентність має реальне значення лише для сполук молекулярної будови.

Якщо хочете знати хімію глибше...

1. Значення валентностей хімічних елементів головних підгруп I–III груп періодичної системи чисельно дорівнює номеру

групи; ці елементи мають постійну валентність. $\overset{\text{III}}{\text{Al}}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}_3$, $\overset{\text{III}}{\text{Al}}_2\overset{\text{II}}{\text{S}}_3$, $\overset{\text{II}}{\text{Be}}\overset{\text{II}}{\text{O}}$,
 $\overset{\text{II}}{\text{Be}}\overset{\text{II}}{\text{S}}$, $\overset{\text{III}}{\text{B}}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}_3$, $\overset{\text{III}}{\text{B}}\overset{\text{I}}{\text{Cl}}_3$.

2. Оксиген завжди двовалентний, а Гідроген — одновалентний. $\overset{\text{III}}{\text{Fe}}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}_3$, $\overset{\text{VI}}{\text{Cr}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_3$, $\overset{\text{IV}}{\text{Si}}\overset{\text{I}}{\text{H}}_4$, $\overset{\text{IV}}{\text{As}}\overset{\text{I}}{\text{H}}_3$.

3. Хімічні елементи IV–VIII груп мають змінну валентність. Наприклад: $\overset{\text{II}}{\text{C}}\text{O}$, $\overset{\text{IV}}{\text{C}}\text{O}_2$; $\overset{\text{I}}{\text{Cl}}_2\text{O}$, $\overset{\text{VII}}{\text{Cl}}_2\text{O}_7$.

4. Максимальне значення валентності хімічних елементів IV–VIII груп чисельно дорівнює номеру групи, у якій вони розміщені (виняток: Флуор завжди одновалентний, Оксиген — двовалентний, а Нітроген — чотиривалентний). $\overset{\text{IV}}{\text{Si}}\text{O}_2$, $\overset{\text{VII}}{\text{Mn}}_2\overset{\text{II}}{\text{O}}_7$, $\overset{\text{VI}}{\text{S}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_3$, $\overset{\text{V}}{\text{P}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_5$.

5. Значення валентності неметалічних елементів у сполуках із Гідроґеном або з металічними елементами (це значення валентності називають мінімальним) дорівнює різниці між числом 8 і номером групи, у якій розміщено елемент, тому:

- Хлор, Бром і Йод з Гідроґеном і металічними елементами завжди одновалентні. Наприклад: $\overset{\text{I}}{\text{H}}\overset{\text{I}}{\text{Cl}}$, $\overset{\text{I}}{\text{H}}\overset{\text{I}}{\text{Br}}$, $\overset{\text{I}}{\text{H}}\overset{\text{I}}{\text{I}}$.

- Сульфур у сполуках із Гідроґеном і металічними елементами завжди виявляє валентність II: $\overset{\text{I}}{\text{H}}_2\overset{\text{II}}{\text{S}}$, $\overset{\text{II}}{\text{Fe}}\overset{\text{II}}{\text{S}}$, $\overset{\text{III}}{\text{Cr}}_2\overset{\text{II}}{\text{S}}_3$.

- Нітроген і Фосфор у сполуках із Гідроґеном і металічними елементами виявляють валентність III: $\overset{\text{III}}{\text{N}}\overset{\text{I}}{\text{H}}_3$, $\overset{\text{III}}{\text{P}}\overset{\text{I}}{\text{H}}_3$, $\overset{\text{III}}{\text{Cr}}\overset{\text{III}}{\text{N}}$, $\overset{\text{III}}{\text{Al}}\overset{\text{III}}{\text{P}}$.

ВИСНОВКИ

- Число зв'язків, які певний атом утворює з іншими атомами, називають валентністю.
- Існують елементи з постійною та змінною валентністю.
- Гідроґен і Флуор завжди одновалентні, Оксиген — двовалентний.
- Валентність елемента можна визначити за його розміщенням у періодичній системі.

- Добуток числа атомів одного елемента на його валентність у бінарній сполуці дорівнює добутку числа атомів іншого елемента на його валентність.



Початковий рівень

1. Дайте визначення поняття «валентність».
2. Яку валентність виявляють у хімічних сполуках Оксиген і Гідроген?
3. Чи всі хімічні елементи мають сталі значення валентності?

Середній рівень

4. Визначте валентність хімічних елементів за формулами сполук: H_2Se , SeO_2 , OF_2 , Cl_2O_5 .
5. Визначте валентність елементів за формулами їхніх сполук з Оксигеном: P_2O_5 , SO_2 , SO_3 , NO , NO_2 , SnO , SnO_2 , V_2O_5 .

Достатній рівень

6. Напишіть формули бінарних сполук з Оксигеном таких хімічних елементів: Магнію, Фосфору(III), Калію, Хлору(IV), Феруму(III), Купруму(II), Силіцію(IV), Цинку, Алюмінію, Гідрогену, Плюмбуму(II), Плюмбуму(IV).
7. У сполуках з Оксигеном Манган виявляє валентності II, III, IV, VII. Складіть формули цих сполук.

Високий рівень

8. Установіть відповідність між хімічним елементом і значеннями валентності, які він виявляє у хімічних сполуках:

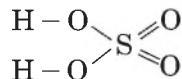
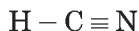
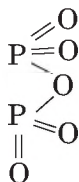
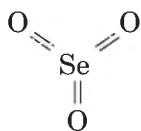
<i>Хімічний елемент</i>	<i>Значення валентності</i>
1. P	А) 2 і 3
2. Fe	Б) 2 і 4
3. C	В) 1 і 7
	Г) 3 і 5

9. Розташуйте хімічні сполуки у порядку зростання значення валентності Нітрогену:

А) NO_2 ; Б) NO ; В) N_2O_3 ; Г) N_2O .

Додаткове завдання

10. Визначте валентність хімічних елементів за графічними формулами їхніх молекул:



11. За розміщенням у періодичній системі визначте максимальне значення валентності таких хімічних елементів: Be, P, Si, Al, C, Te, S, B, Se, Cl.

§ 16. ВІДНОСНА МОЛЕКУЛЯРНА МАСА

Із цього параграфа ви:

- дізнаєтеся, що таке «відносна молекулярна маса» («відносна формульна маса»);
- навчитеся обчислювати відносні молекулярні (формульні) маси за хімічною формулою речовин.

Оскільки маси молекул дуже малі, оперувати такими числами важко, то на практиці використовують поняття «відносна молекулярна маса».

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

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

M_r (молекули) — відносна молекулярна маса молекули;

m_a (C) — маса атома Карбону;

m (молекули) — маса молекули.

ЗАДАЧА 1. Обчисліть відносну молекулярну масу води, якщо маса молекули води дорівнює $3 \cdot 10^{-23}$ г, а маса атома Карбону становить $2 \cdot 10^{-23}$ г.

Дано:

$$\begin{aligned} m_{\text{мол.}}(\text{H}_2\text{O}) &= 3 \cdot 10^{-23} \text{ г} \\ m_{\text{а}}(\text{C}) &= 2 \cdot 10^{-23} \text{ г} \end{aligned}$$

$$M_{\text{r}}(\text{H}_2\text{O}) \text{ — ?}$$

Розв'язання.

$$M_{\text{r}}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\frac{1}{12} m_{\text{а}}(\text{C})} = \frac{3 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{\frac{1}{12} \cdot 2 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 18$$

Відповідь: $M_{\text{r}}(\text{H}_2\text{O}) = 18$.

Для знаходження відносної молекулярної маси не обов'язково знати масу молекули. Простіше розрахувати відносну молекулярну масу, приймаючи до уваги, що маса молекули дорівнює сумі мас атомів, з яких вона складається. Отже, відносна молекулярна маса дорівнює сумі відносних атомних мас хімічних елементів, які утворюють сполуку, з урахуванням числа атомів кожного елемента. Наприклад, відносна молекулярна маса води дорівнює сумі двох відносних атомних мас Гідрогену та однієї відносної атомної маси Оксигену:

$$M_{\text{r}}(\text{H}_2\text{O}) = 2A_{\text{r}}(\text{H}) + A_{\text{r}}(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$$

Аналогічно, відносна молекулярна маса газу азоту, який складається з молекул N_2 , дорівнює 28, а газу водню H_2 дорівнює 2:

$$M_{\text{r}}(\text{N}_2) = 2A_{\text{r}}(\text{N}) = 2 \cdot 14 = 28.$$

$$M_{\text{r}}(\text{H}_2) = 2A_{\text{r}}(\text{H}) = 2 \cdot 1 = 2.$$

Порівнюючи ці значення, можна помітити, що водень у 14 разів легший за азот. Водень — найлегший із газів.

ЗАДАЧА 2. Обчисліть відносну молекулярну масу ортофосфатної кислоти H_3PO_4 .

Дано:



$$M_{\text{r}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \text{ — ?}$$

Розв'язання.

$$M_{\text{r}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3A_{\text{r}}(\text{H}) + A_{\text{r}}(\text{P}) + 4A_{\text{r}}(\text{O})$$

$$M_{\text{r}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot 1 + 31 + 4 \cdot 16 = 98.$$

Відповідь: $M_{\text{r}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98$.

Для простих речовин, які мають атомну будову, і для складних речовин немолекулярної будови замість терміна «відносна молекулярна маса» застосовують термін «відносна формульна маса». Розраховують і позначають відносну формульну масу так само, як і відносну молекулярну масу.

ЗАДАЧА 3. Обчисліть відносну формульну масу магній нітрату $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

<i>Дано:</i>	<i>Розв'язання.</i>
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	$M_r(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = A_r(\text{Mg}) + 2 \cdot (A_r(\text{N}) + 3 \cdot A_r(\text{O}))$
$M_r(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = ?$	$M_r(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 24 + 2 \cdot (14 + 3 \cdot 16) = 148$

Відповідь: $M_r(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 148$.

ЗАДАЧА 4. Обчисліть відносну формульну масу ферум(III) сульфату $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

<i>Дано:</i>	<i>Розв'язання.</i>
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	$M_r(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 2 \cdot A_r(\text{Fe}) + 3 \cdot (A_r(\text{S}) + 4 \cdot A_r(\text{O}))$
$M_r(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = ?$	$M_r(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot (32 + 4 \cdot 16) = 400$

Відповідь: $M_r(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 400$.

ВИСНОВКИ

- Відносна молекулярна маса (M_r) показує, у скільки разів маса молекули більша за $1/12$ маси атома Карбону.
- Для речовин немолекулярної будови використовують термін «відносна формульна маса».
- Відносна молекулярна маса (чи відносна формульна маса) дорівнює сумі відносних атомних мас хімічних елементів, які містяться у молекулі (чи формульній одиниці), з урахуванням числа атомів кожного елемента.



Початковий рівень

1. Дайте визначення понять «відносна молекулярна маса», «відносна формульна маса».
2. Як обчислюють відносну молекулярну масу (відносну формульну масу) за хімічною формулою речовини?

Середній рівень

3. Обчисліть відносну молекулярну масу:
 - а) хлору Cl_2 ;
 - б) гідроген сульфід H_2S ;
 - в) нітратної кислоти HNO_3 .
4. Молекула глюкози складається із 6 томів Карбону, 12 атомів Гідрогену та 6 атомів Оксигену. Напишіть її формулу й обчисліть її відносну молекулярну масу.

Достатній рівень

5. У скільки разів молекула вуглекислого газу CO_2 важча за молекулу водню H_2 ?
6. Обчисліть відносну формульну масу кальцій ортофосфату $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Високий рівень

7. У гідроген пероксиді на один атом Оксигену припадає один атом Гідрогену. Встановіть формулу гідроген пероксиду, якщо відомо, що його відносна молекулярна маса становить 34.
8. Відносна молекулярна маса сполуки Алюмінію із Сульфуром становить 150. Відомо, що в молекулі речовини міститься два атоми Алюмінію. Яка формула невідомої сполуки?
9. Не виконуючи обчислень, розмістіть речовини у порядку зростання їхніх відносних молекулярних мас: K_2SO_3 , K_2S , K_2SO_4 . Відповідь поясніть.

Додаткові завдання

10. Напишіть формулу сульфатної кислоти, якщо відомо, що її відносна молекулярна маса становить 98, а відношення мас

атомів Гідрогену, Сульфуру та Оксигену у її молекулі дорівнює 1 : 16 : 32.

11. Відносна формульна маса сполуки із Оксигеном елемента другої групи головної підгрупи дорівнює 56. Встановіть формулу невідомої сполуки.

§ 17. МАСОВА ЧАСТКА ЕЛЕМЕНТА У СКЛАДНІЙ РЕЧОВИНІ

Із цього параграфа ви:

- дізнаєтеся, що таке масова частка елемента у речовині;
- навчитеся обчислювати масову частку елемента у речовині за її формулою;
- зможете розв'язувати задачі з використанням масової частки елемента у речовині.

За хімічною формулою можна розрахувати масові частки хімічних елементів у сполуці. Масова частка хімічного елемента показує, яка частина відносної молекулярної маси речовини припадає на цей елемент.

Масова частка елемента $w(\text{E})$ у сполуці — це відношення маси елемента у сполуці до відповідної маси сполуки.

(w — читається «дубль ве»).

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

або:

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

$w(E)$ — масова частка елемента у речовині;

$m(E)$ — маса елемента у речовині;

$m(\text{сполуки})$ — маса сполуки.

Масова частка елемента — величина безрозмірна.

ЗАДАЧА 1. 200 г кальцій карбонату CaCO_3 містять 80 г Кальцію.
Обчисліть масову частку Кальцію у цій сполуці.

<p><i>Дано:</i></p> <p>$m(\text{CaCO}_3) = 200 \text{ г}$</p> <p>$m(\text{Ca}) = 80 \text{ г}$</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>$w(\text{Ca}) = ?$</p>	<p style="text-align: center;"><i>Розв'язання.</i></p> $w(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{m(\text{CaCO}_3)} = \frac{80 \text{ г}}{200 \text{ г}} = 0,4$ <p>або $0,4 \cdot 100\% = 40\%$</p>
--	---

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

Масові частки хімічних елементів використовують, коли характеризують склад мінеральних добрив, наприклад: натрієва селітра містить 15–16% Нітрогену; рідкий (безводний) амоніак — 82,3% Нітрогену.

На харчових продуктах, зазначаючи вміст поживних речовин, також використовують масові частки. Наприклад, смажене насіння соняшника містить 20,7% білків, 52,9% жирів, 3,4% вуглеводів. Йогурт «Галичина» містить 2,9% білків, 2,5% жирів, 10,9% вуглеводів, 0,001% вітамінів, від 0,014% до 0,14% мінеральних речовин.

Масову частку хімічного елемента у речовині можна також обчислювати за формулою:

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

або

$$w(E) = \frac{n(E) \cdot A_r(E)}{M_r(\text{сполуки})} \cdot 100\%$$

$n(E)$ — кількість атомів хімічного елемента E у молекулі чи формульній одиниці;

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

$M_r(\text{сполуки})$ — відносна молекулярна (або формульна) маса хімічної речовини.

ЗАДАЧА 2. Обчисліть масові частки хімічних елементів у воді H_2O .

Дано:

H_2O

$w(\text{H})$ — ?

$w(\text{O})$ — ?

Розв'язання.

1. Оскільки:

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

то масова частка Гідрогену становить:

$$w(\text{H}) = \frac{n(\text{H}) \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{H}_2\text{O})}$$

а масова частка Оксигену:

$$w(\text{O}) = \frac{n(\text{O}) \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{H}_2\text{O})}$$

2. Визначаємо відносну молекулярну масу води:
 $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$.

3. Обчислюємо масову частку Гідрогену у воді:

$$w(\text{H}) = \frac{1 \cdot 2}{18} = 0,1111 \text{ або } 0,1111 \cdot 100\% = 11,11\%$$

4. Обчислюємо масову частку Оксигену у воді:

$$w(\text{O}) = \frac{1 \cdot 16}{18} = 0,8889 \text{ або } 0,8889 \cdot 100\% = 88,89\%$$

5. Сума масових часток хімічних елементів у речовині дорівнює 1, або 100%.

Тобто:

$$w(\text{H}) + w(\text{O}) = 0,1111 + 0,8889 = 1,0000.$$

(Або: $w(\text{H}) + w(\text{O}) = 11,11\% + 88,89\% = 100,00\%$).

Відповідь: $w(\text{H}) = 11,11\%$; $w(\text{O}) = 88,89\%$.

ЗАДАЧА 3. Обчисліть масові частки хімічних елементів у кальцій ортофосфаті $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Дано:



$w(\text{Ca}) \text{ — ?}$

$w(\text{P}) \text{ — ?}$

$w(\text{O}) \text{ — ?}$

Розв'язання.

1. Знаходимо відносну формульну масу кальцій ортофосфату:

$$M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 3 \cdot 40 + 2 \cdot (31 + 4 \cdot 16) = 310$$

2. Обчислюємо масову частку Кальцію:

$$w(\text{Ca}) = \frac{n(\text{Ca}) \cdot A_r(\text{Ca})}{M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} \cdot 100\% = \frac{3 \cdot 40}{310} \cdot 100\% = 38,71\%$$

3. Обчислюємо масову частку Фосфору:

$$w(\text{P}) = \frac{n(\text{P}) \cdot A_r(\text{P})}{M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 31}{310} \cdot 100\% = 20\%$$

4. Обчислюємо масову частку Оксигену:

$$w(\text{O}) = \frac{n(\text{O}) \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} \cdot 100\% = \frac{8 \cdot 16}{310} \cdot 100\% = 41,29\%$$

5. Здійснюємо перевірку.

$$w(\text{Ca}) + w(\text{P}) + w(\text{O}) = 38,71\% + 20\% + 41,29\% = 100\%.$$

Відповідь: $w(\text{Ca}) = 38,71\%$; $w(\text{P}) = 20\%$; $w(\text{O}) = 41,29\%$.

Використовуючи масову частку хімічного елемента у сполуці, можна розв'язувати й інші задачі.

ЗАДАЧА 4. Масова частка Сульфуру у деякій сполуці становить 40%. Яка маса сполуки, що містить 96 г Сульфуру?

Дано:

$w(\text{S}) = 40\% = 0,4;$

$m(\text{S}) = 96 \text{ г};$

$m(\text{сполуки}) \text{ — ?}$

Розв'язання.

Оскільки $w(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{m(\text{сполуки})}$, то:

$$m(\text{сполуки}) = \frac{m(\text{S})}{w(\text{S})} = \frac{96 \text{ г}}{0,4} = 240 \text{ г}$$

Відповідь: $m(\text{сполуки}) = 240 \text{ г}$.

Якщо хочете знати хімію глибше...

ЗАДАЧА 5. Обчисліть масу міді, яку можна одержати із 6 т мідної руди, яка містить 2,9% купрум(I) сульфідом Cu_2S .

Дано:

$$m(\text{руди}) = 6 \text{ т}$$

$$w(\text{Cu}_2\text{S}) = 2,9\%$$

$$m(\text{Cu}) \text{ — ?}$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу купрум(I) сульфідом Cu_2S у руді:

$$w(\text{Cu}_2\text{S}) = \frac{m(\text{Cu}_2\text{S})}{m(\text{руди})} \cdot 100\% \text{ звідки:}$$

$$m(\text{Cu}_2\text{S}) = \frac{m(\text{руди}) \cdot w(\text{Cu}_2\text{S})}{100\%} = \frac{6 \text{ т} \cdot 2,9\%}{100\%} = 0,174 \text{ т}$$

2. Обчислюємо масову частку Купруму у купрум(I) сульфідом Cu_2S :

$$w(\text{Cu}) = \frac{n(\text{Cu}) \cdot A_r(\text{Cu})}{M_r(\text{Cu}_2\text{S})} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 64}{160} \times$$

$$\times 100\% = 80\%$$

$$M_r(\text{Cu}_2\text{S}) = 160.$$

3. Знаходимо масу міді. Оскільки:

$$w(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{Cu}_2\text{S})} \cdot 100\%$$

то:

$$m(\text{Cu}) = m(\text{Cu}_2\text{S}) \cdot w(\text{Cu}) = \frac{0,174 \text{ т} \cdot 80\%}{100\%} = 0,14 \text{ т}$$

Відповідь: $m(\text{Cu}) = 0,14 \text{ т}$.

За відомими масовими частками хімічних елементів, що утворюють сполуку, можна встановити хімічну формулу цієї сполуки.

ЗАДАЧА 6. Речовина складається із 24% Магнію, 28% Силіцію і 48% Оксигену. Встановіть хімічну формулу речовини.

Дано:

$$w(\text{Mg}) = 40\%;$$

$$w(\text{Si}) = 12\%;$$

$$w(\text{O}) = 48\%;$$

$$\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z \text{ — ?}$$

Розв'язання.

1. Позначимо число атомів у речовині Магнію x , число атомів Силіцію — y , а число атомів Оксигену — z . Тоді формула невідомої речовини матиме вигляд $\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z$.

2. Співвідношення атомів Магнію, Силіцію і Оксигену дорівнює:

$$n(\text{Mg}) : n(\text{Si}) : n(\text{O}) = x : y : z.$$

3. Запишемо формулу для визначення масової частки Магнію.

$$w(\text{Mg}) = \frac{x \cdot A_r(\text{Mg})}{M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)}$$

4. Із цієї формули визначимо число атомів Магнію x .

$$x = \frac{w(\text{Mg}) \cdot M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)}{A_r(\text{Mg})}$$

5. Запишемо формулу для визначення масової частки Силіцію.

$$w(\text{Si}) = \frac{y \cdot A_r(\text{Si})}{M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)}$$

6. Із цієї формули визначимо число атомів Силіцію y .

$$y = \frac{w(\text{Si}) \cdot M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)}{A_r(\text{Si})}$$

7. Запишемо формулу для визначення масової частки Оксигену.

$$w(\text{O}) = \frac{z \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)}$$

8. Із цієї формули визначимо число атомів Оксигену z .

$$z = \frac{w(\text{O}) \cdot M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)}{A_r(\text{O})}$$

9. Виразимо співвідношення атомів Магнію, Силіцію і Оксигену через їхні масові частки.

$$x : y : z = \frac{w(\text{Mg}) \cdot M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)}{A_r(\text{Mg})} : \frac{w(\text{Si}) \cdot M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)}{A_r(\text{Si})} : \frac{w(\text{O}) \cdot M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)}{A_r(\text{O})}$$

10. Одержане співвідношення поділимо на $M_r(\text{Mg}_x\text{Si}_y\text{O}_z)$. (Пригадайте з курсу математики: якщо співвідношення чисел поділити на одне й те саме число, то співвідношення не зміниться). Тому:

$$x : y : z = \frac{w(\text{Mg})}{A_r(\text{Mg})} : \frac{w(\text{Si})}{A_r(\text{Si})} : \frac{w(\text{O})}{A_r(\text{O})}$$

11. В одержаний вираз підставимо значення масових часток і відносних атомних мас хімічних елементів, отримаємо:

$$x : y : z = \frac{24}{24} : \frac{28}{28} : \frac{48}{16} = 1 : 1 : 3$$

12. Отже, формула невідомої речовини — MgSiO_3 .

Відповідь: MgSiO_3 .

ЗАДАЧА 7. Встановіть хімічну формулу сполуки, яка складається із 70% Феруму і 30% Оксигену.

Дано:

$$w(\text{Fe}) = 70\%;$$

$$w(\text{O}) = 30\%;$$

$$\text{Fe}_x\text{O}_y \text{ — ?}$$

Розв'язання.

1. Число атомів Феруму у сполуці позначимо x , число атомів Оксигену — y , тоді формулу сполуки можна записати як Fe_xO_y .

2. Знаходимо співвідношення атомів Феруму і Оксигену у сполуці:

$$x : y = \frac{w(\text{Fe})}{A_r(\text{Fe})} : \frac{w(\text{O})}{A_r(\text{O})} = \frac{70}{56} : \frac{30}{16} =$$

$$= 1,25 : 1,875.$$

3. Оскільки число атомів у сполуці не може бути дробовим числом, то одержане співвідношення поділимо на найменше з чисел (на 1,25), одержимо: $x : y = 1 : 1,5$.

4. Виконана математична операція не дала бажаного результату, одержане співвідношення не є співвідношенням цілих чисел. Помножимо одержані числа на 2, отримаємо: $x : y = 2 : 3$. Формула сполуки Fe_2O_3 .

Відповідь: Fe_2O_3 .

ВИСНОВКИ

- Масова частка елемента у сполуці — це величина, що показує відношення маси елемента до відповідної маси сполуки.
- Масова частка елемента — величина безрозмірна.
- Масову частку елемента у сполуці можна обчислити за її хімічною формулою.
- Сума масових часток хімічних елементів у речовині дорівнює 1, або 100%.
- За масовою часткою елемента можна знайти його масу, яка міститься в масі його сполуки.
- За відомими масовими частками хімічних елементів у речовині можна встановити хімічну формулу речовини.



Початковий рівень

1. Що називають масовою часткою хімічного елемента у сполуці?
2. Запишіть формули для обчислення масової частки елемента у речовині.

Середній рівень

- Визначте масові частки хімічних елементів у молекулі SO_2 .
- 184 г мінералу доломіту містить 24 г Магнію та 40 г Кальцію. Які масові частки цих елементів в доломіті?

Достатній рівень

- Обчисліть масові частки елементів у таких речовинах:
 - калій нітраті KNO_3 ;
 - натрій гідрогенсульфаті NaHSO_4 .
 - барій карбонаті BaCO_3 .
- Певна кількість силікатної кислоти H_2SiO_3 складається з 1 г Гідрогену, 14 г Силіцію і 24 г Оксигену. Обчисліть масові частки хімічних елементів у силікатній кислоті.

Високий рівень

- Розташуйте формули речовин, не здійснюючи обчислень, в порядку зменшення масової частки Калію: KClO_3 , KClO , KCl , KClO_4 .
- Яка маса Магнію міститься в 300 г магній оксиду MgO , якщо масова частка Магнію в цій сполуці становить 60%?

Додаткове завдання

- У зразку залізної руди масова частка Феруму у вигляді мінералу магнетиту Fe_3O_4 становить 60%. Яка масова частка магнетиту у цій руді?
- Обчисліть масу мангану, який можна добути із 20 т руди, що містить 14% манган(IV) оксиду MnO_2 .
- Установіть хімічну формулу речовини, яка складається із 40% Кальцію, 12% Карбону і 48% Оксигену.

§ 18. ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ ЯВИЩА

Із цього параграфа ви:

- зрозумієте, чим відрізняються фізичні та хімічні явища;
- дізнаєтеся, які зовнішні ефекти є ознаками хімічних реакцій.

Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:

— які явища вам відомі?

У казці Шарля Перро «Спляча красуня» фея наслала сон на все королівство. Своєю паличкою вона доторкнулася до всього, що було в замку. Чарівна паличка примусила заснути ключниць, фрейлін, пажів, слуг, кухарів, варту, лакеїв. Також заснули всі коні у стайні і всі конюхи, великі замкові пси... Ущух вітер, не стало чутно запаху троянд, течія в річці зупинилася, перестав палахкотіти вогонь, замовкли птахи, а всі люди завмерли в тих позах, в яких їх застав сон. У королівстві нічого не відбувалося! Тут зупинилося життя.

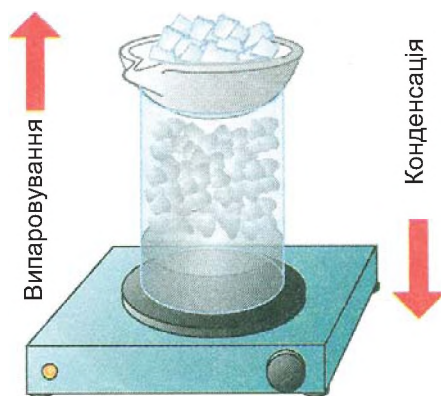
Проте у світі, що нас оточує, постійно відбуваються зміни. Кипіння води у каструлі, зміна дня і ночі, рух поїзда, поява комети, рух Землі навколо Сонця — все це приклади процесів, які відбуваються у матеріальному світі, або, інакше, — явищ.

Явища, які відбуваються з речовинами, умовно поділяють на фізичні та хімічні.

Явища, під час яких змінюється форма предмета чи агрегатний стан речовини, але не змінюється її склад, називають **фізичними**.

Фізичні явища вивчають у курсі фізики.

Виконаємо простий дослід. На дно великої хімічної склянки наллємо трохи етилового спирту і нагріємо його на електричній плитці (*мал. 71*).



Мал. 71. Випаровування і конденсація етилового спирту

Коли рідина закипить і вся склянка заповниться невидимою, але з характерним запахом паром спирту, зніmemo склянку із плитки і поставимо на неї порцелянову чашку з льодом. У верхній частині склянки одразу ж утвориться туман, який поступово почне конденсуватися у краплини рідини. Ми спостерігали процеси випаровування і конденсації спирту. Це фізичні явища, їх можна повторювати багато разів, використовуючи одну і ту ж порцію спирту. Утворення криги під час замерзання річок, прокатка алюмінієвої фольги, переміщення розчину, виливання виробів із розплавленої сталі, подрібнення каменю, проходження електричного струму по металевому провіднику — все це фізичні процеси.

Проте багато явищ супроводжуються перетворенням одних речовин на інші з новими властивостями. Повернемося до дослід з спиртом. Переллємо спирт у суху порцелянову чашку і підпалимо. Він горить синьо-фіолетовим полум'ям з виділенням великої кількості теплоти. Спирт вступає у взаємодію з киснем повітря і перетворюється на воду та вуглекислий газ.

Нагріємо в пробірці шматочок цукру. Спочатку він плавиться (фізичне явище), а потім починає розкладатися — стає бурим,

на стінках пробірки утворюються краплини рідини. З'являється їдучий запах. При подальшому нагріванні цукор перетворюється на чорну аморфну масу. Це — вугілля.

Хімічними називають явища, під час перебігу яких одні речовини перетворюються на інші.

Горіння спирту і обвуглювання цукру — приклади хімічних явищ. Зазвичай їх називають *хімічними реакціями*, або хімічними перетвореннями.

Щосекунди в природі відбувається величезна кількість хімічних реакцій, унаслідок яких одні речовини перетворюються на інші. Ми вдихнули повітря, і в організмі розпочалися реакції окиснення органічних речовин. Ми видихаємо в повітря вуглекислий газ, який у рослинах перетворюється на вуглеводи. Деякі хімічні перетворення можна спостерігати безпосередньо, наприклад, іржавіння заліза або згортання крові. Одночасно велика кількість хімічних реакцій відбувається непомітно для нас.

Про речовини, які вступають у хімічну реакцію, кажуть, що вони реагують, взаємодіють між собою (спирт реагує з киснем повітря), або одні речовини перетворюються на інші (цукор перетворюється на вугілля).



Під час перебігу хімічної реакції утворюються нові речовини з новими властивостями — кольором, смаком, запахом. Наприклад, про скисання молока свідчить зміна його смаку, а про пригорання жирної їжі — поява неприємного запаху продукту розкладу жирів — акролеїну. Якщо утворюється речовина, що погано розчиняється у воді, то про перебіг хімічної реакції свідчить утворення осаду. Так, при пропусканні вуглекислого газу через вапняну воду випадає білий осад крейди. Виділення газу також часто є результатом хімічного перетворення: гасіння харчової соди оцтом або лимонною кислотою супроводжується характерним шипінням — утворюється вуглекислий газ. Цю реакцію використовують під час випічки кондитерських



Мал. 72. Кислотний вогнегасник у дії

виробів — завдяки виділенню вуглекислого газу тісто «піднімається» і стає пухким.

Хімічна реакція між содою і кислотою лежить в основі дії кислотних вогнегасників (мал. 72).

Металічний корпус такого вогнегасника наповнюють розчином соди, біля його горловини розміщена скляна колба з кислотою. Щоб привести вогнегасник у дію, необхідно повернути важіль і перевернути вогнегасник догори дном. При цьому

відкривається клапан, і кислота змішується з розчином соди. Розпочинається хімічна реакція, що супроводжується утворенням вуглекислого газу. Газ виділяється під високим тиском, захоплюючи із собою частину розчину й утворюючи піну. Відпрацьований вогнегасник знову заповнюють розчином соди і поміщають в нього нову колбу з кислотою.

Часто про хімічне перетворення свідчить зміна забарвлення. Якщо долити до розчину калій перманганату (в побуті — марганцівка) трохи сульфатної кислоти і додати гідроген пероксид (у побуті — перекис водню), то фіолетове забарвлення зникне, розчин стане безбарвним, буде спостерігатись виділення бульбашок газу.

Багато хімічних реакцій, наприклад горіння, супроводжуються виділенням енергії зазвичай у формі теплоти і світла. Якщо підпалити магнієву стрічку у полум'ї спиртівки, вона згоряє, випромінюючи теплоту та яскраве світло. Пригадайте горіння природного газу метану в газових плитках. Деякі хімічні процеси супроводжуються, навпаки, поглинанням енергії.

Зміна забарвлення, поява запаху, утворення газу, випадання або розчинення осаду, виділення чи поглинання енергії — це ознаки, які свідчать про перебіг хімічної реакції, про перетворення одних речовин на інші.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 3

Проведення хімічних реакцій.

Обладнання та реактиви: штатив із пробірками, тримач для пробірок, спиртівка, сірники, шпатель; розчини натрій гідроксиду NaOH , купрум(II) сульфату CuSO_4 , сульфатної кислоти H_2SO_4 , фенолфталеїну; кристалічний амоній сульфат $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, подрібнена крейда CaCO_3 , хлоридна кислота HCl .

Уважно прочитайте «Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії».

1. Чи мають забарвлення розчини натрій гідроксиду і фенолфталеїну? Опишіть їхній зовнішній вигляд.

2. У пробірку обережно налейте 1 мл натрій гідроксиду NaOH і додайте 1–2 краплі розчину фенолфталеїну. Що спостерігаєте?

3. Опишіть зовнішній вигляд розчину купрум(II) сульфату CuSO_4 .

4. Налийте у пробірку 1 мл розчину купрум(II) сульфату CuSO_4 і додайте 1 мл розчину натрій гідроксиду NaOH . Що спостерігаєте?

5. У цю саму пробірку додайте 2 мл сульфатної кислоти H_2SO_4 . Опишіть ваші спостереження.

6. Насипте шпателем у пробірку приблизно $\frac{1}{4}$ чайної ложки подрібненої крейди CaCO_3 і додайте 1 мл хлоридної кислоти HCl . Що спостерігаєте?

7. Насипте шпателем у пробірку приблизно $\frac{1}{4}$ чайної ложки амоній сульфату $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, у цю ж пробірку додайте 2–3 мл розчину натрій гідроксиду NaOH . Візьміть пробірку тримачем і обережно нагрівайте 1–2 хвилини у полум'ї спиртівки. Що спостерігаєте?

8. Обережно понюхайте газ, що виділяється (як правильно це зробити?)

9. На основі життєвого досвіду висловіть припущення про назву газу.

Властивості, які характерні для речовин під час хімічних перетворень, називають *хімічними*. Їх вивчення — одне з основних завдань хімії.

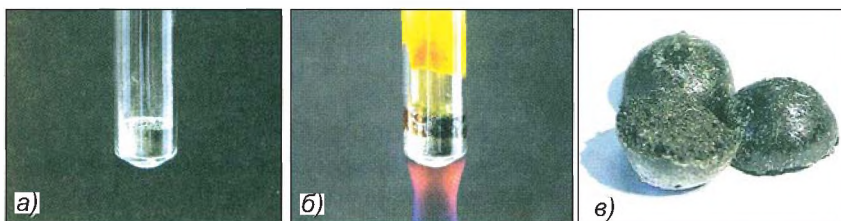
На початку параграфа ми класифікували всі процеси на фізичні та хімічні. Проте лише найпростіші явища можна однозначно віднести до тієї чи іншої групи. Складніші процеси є сукупністю багатьох окремих явищ — фізичних і хімічних.

Які умови необхідні для того, щоб відбулась хімічна реакція? Не завжди хімічна взаємодія розпочинається одразу ж після змішування двох речовин. Для здійснення багатьох хімічних реакцій потрібне нагрівання.

Прикладом може бути взаємодія заліза із сіркою. Приготуємо суміш порошку сірки та залізних ошурок. Таку суміш можна зберігати тривалий час, не боячись того, що речовини прореагують між собою (*мал. 73, а*).

Покладемо цю суміш у пробірку і у витяжній шафі обережно нагріємо її у полум'ї спиртівки. Через деякий час суміш починає розжарюватись (*мал. 73, б*), тоді ми припинимо нагрівання. Суміш продовжує розжарюватись, це свідчить про те, що між сіркою та залізом відбувається хімічна реакція. Коли пробірка охолоне, з неї можна дістати сіру речовину — ферум(II) сульфід FeS (*мал. 73, в*).

Деякі реакції відбуваються під дією світла. Світло необхідне для фотосинтезу — складного ланцюга хімічних перетворень, внаслідок яких зелені рослини, поглинаючи вуглекислий газ



Мал. 73. Взаємодія заліза із сіркою: а — вихідна суміш; б — реакція відбувається під час нагрівання; в — продукт реакції — ферум(II) сульфід FeS

і воду, утворюють глюкозу і виділяють кисень. Багато речовин розкладаються під дією електричного струму. Відомі нестійкі речовини, які розкладаються при терті або ударі.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

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

Налийте в одну склянку 2–3 столові ложки соку квашеної капусти, в другу насипте 1/3 чайної ложки лимонної кислоти і додайте 2–3 столові ложки води, у третю налейте 1–2 столові ложки кефіру. У кожну склянку насипте по 1/4 чайної ложки харчової соди і старанно перемішайте. Що спостерігаєте? У якій зі склянок реакція відбувається найінтенсивніше?

- ➔ ...у Біблії описують хімічні процеси: явлення Мойсеєві ангела в полум'ї куца (самозаймання ефірних сполук); перетворення Мойсеєм гіркої води на солодку.
- ➔ ...природними явищами є: грім, блискавка, гроза, кульова блискавка, вітер, вихор, дощ, веселка, туман, мороз, ожеледь, сніг, град, полярне сяйво, припливи і відпливи; стихійними природними явищами – пилова буря, піщана буря, землетрус, вулкан, посуха, повінь, смерч, шторм тощо.
- ➔ ...астрономічні явища: сонячне і місячне затемнення, падіння метеоритів, поява комети, парад планет;
- ➔ ...історичні явища: війна, революція, зміна одного суспільного ладу іншим;
- ➔ ...соціальні явища: перепис населення, громадська думка, змагання, конфлікт;
- ➔ ...фізичні явища поділяють на: механічні (явища, які відбуваються з фізичними тілами під час їхнього руху), електричні (явища, що відбуваються під час руху електричних зарядів), магнітні (виникнення у фізичних тіл магнітних властивостей), оптичні (відбуваються при поширенні світ-

ла), теплові (явища, які відбуваються при нагріванні і охолодження фізичних тіл) тощо.

ВИСНОВКИ

- Зміни, що відбуваються навколо нас, називають явищами.
- Явища поділяють на фізичні та хімічні. Під час фізичних явищ не відбувається перетворення одних речовин на інші. Під час хімічних явищ одні речовини перетворюються на інші. Хімічні явища називають хімічними реакціями.
- Ознаки хімічних реакцій: зміна забарвлення, поява запаху, утворення газу, випадання або розчинення осаду, виділення чи поглинання енергії.

Виконайте навчальні проекти:

№2 «Хімічні явища в природному довкіллі».

№3 «Хімічні явища в побуті».

№4 «Використання хімічних явищ у художній творчості й народних ремеслах».

№5 «Речовини і хімічні явища в літературних творах і народній творчості».



Початковий рівень

1. Що розуміють під: а) фізичним явищем? б) хімічною реакцією?
2. Назвіть ознаки хімічних реакцій.

Середній рівень

3. Наведіть приклади: а) фізичних явищ; б) хімічних явищ.

Достатній рівень

4. Які явища з даного переліку належать до фізичних, а які — до хімічних:

а) утворення інею на деревах; б) випаровування води; в) витягування сталюого дроту; г) пожовтіння листя на деревах; д) плавлення алюмінію; е) танення снігу; є) згіркнення масла;

ж) вибух петарди; з) кристалізація солі; і) відбілювання тканини; і) іржавіння леза ножа; й) очистка леза ножа від іржі наждачним папером.

За якими ознаками ви відрізняєте хімічні явища?

Високий рівень

5. Чи зберігаються молекули під час: а) фізичних явищ; б) хімічних явищ? Відповідь поясніть.

Додаткове завдання

6. Опишіть процеси, які відбуваються під час горіння парафінової свічки. До яких явищ — фізичних чи хімічних — вони належать?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Дослідження фізичних і хімічних явищ.

Обладнання та реактиви: штатив із пробірками, порцелянова чашка, спиртівка, сірники, парафін, шпатель, дерев'яна скіпка, цукор-пісок; розчини соди Na_2CO_3 , кальцій хлориду CaCl_2 , мідного купоросу CuSO_4 , натрій гідроксиду NaOH ; хлоридна кислота.

Уважно прочитайте «Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії».

1. Нагрійте в порцеляновій чашці шматочок парафіну. Що ви спостерігаєте? Як тільки парафін перетвориться на рідину, загасіть спиртівку. Що відбувається з розплавленим парафіном? Чи змінились властивості парафіну? Яке це явище?

2. Насипте в пробірку чайну ложку цукру-піску і нагривайте у полум'ї спиртівки. Що ви спостерігаєте? За якими ознаками можна зробити висновок про перебіг хімічної реакції?

3. Додайте до розчину соди Na_2CO_3 розчин кальцій хлориду CaCl_2 . Що спостерігаєте?

4. До осаду, отриманого в попередньому досліді, додайте хлоридну кислоту. Що ви спостерігаєте? Внесіть у пробірку палаючу скіпку, не доторкаючись нею до рідини. Що відбувається зі скіпкою? Про утворення якого газу це свідчить?

5. Налийте в пробірку розчин мідного купоросу CuSO_4 . Додайте розчин натрій гідроксиду NaOH . Що спостерігаєте?

На основі виконаних дослідів зробіть висновок про те, чим фізичні явища відрізняються від хімічних реакцій. Назвіть ознаки хімічних реакцій.

Розділ II

Кисень

- Повітря
- Оксиген. Кисень
- Закон збереження маси речовин під час хімічних реакцій



§ 19. ПОВІТРЯ

Із цього параграфу ви дізнаєтеся:

- про об'ємний склад повітря;
- хто з учених дослідив склад повітря;
- як розв'язують проблему чистого повітря.

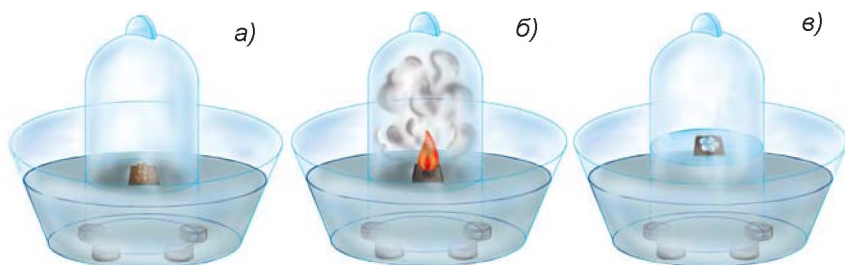
Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:

— які гази входять до складу повітря?

Тривалий час повітря вважали особливою невидимою стихією, яку, на відміну від води, не можна втримати в руках. У XVII–XVIII ст. словом «повітря» називали різні гази: вуглекислий газ називали «задушливим повітрям» (він не підтримував дихання), а водень — «горючим повітрям». Вагомий внесок у вивчення повітря, безперечно, зробив А.Л. Лавуазьє, проте остаточно склад повітря було визначено лише в XX ст.

Фізичні властивості повітря відомі кожному. Воно не має смаку, кольору та запаху, малорозчинне у воді, за кімнатної температури в 100 об'ємах води розчиняється лише близько 3-х об'ємів повітря. А от визначеної температури плавлення та кипіння, а також хімічної формули воно немає, оскільки повітря — однорідна, добре перемішана суміш різних газів.

У цьому легко переконатися на досліді (мал. 74).



Мал. 74. Визначення складу повітря: а — перед дослідом; б — фосфор горить; в — дослід закінчено

На стальну пластину, закріплену на шматку корка, покладемо трішки червоного фосфору і помістимо її у скляну посудину — кристалізатор, заповнений водою. Палаючою скіпкою запалимо фосфор і опустимо скляний ковпак. Фосфор згоряє, заповнюючи простір під ковпаком густим білим димом. Вода піднімається приблизно на $1/5$ того об'єму, котрий спочатку займало повітря, — рівно стільки в повітрі було кисню. Після того, як фосфор згорить, а ковпак охолоне, виймемо з горловини ковпака корок і дослідимо газ, який у ньому залишився. Він не підтримує горіння: внесена в нього палаюча скіпка одразу ж гасне. Газ, зібраний під ковпаком, не викликає помутніння вапняної води, отже, це не вуглекислий газ. Лавуазьє, здійснивши низку таких дослідів, назвав цей газ азотом, що в перекладі з грецької означає «безжиттєвий». Отже, на частку азоту припадає приблизно $4/5$ об'єму повітря.

Крім азоту і кисню, які є основними складниками повітря, до його складу в невеликій кількості входить вуглекислий газ, водяна пара, а також інертні гази, переважно аргон.

До родини інертних елементів належать шість хімічних елементів — неметалів: Гелій He, Неон Ne, Аргон Ar, Криптон Kr, Ксенон Xe, Радон Rn. Відповідні їм прості речовини, на відміну від кисню та азоту, складаються з одноатомних молекул. За кімнатної температури вони є безколірними газами, що малорозчинні у воді.

Тривалий час вважали, що інертні гази не вступають у хімічні реакції, але майже 40 років тому вченим вдалося одержати хімічні сполуки Криптону, Ксенону і Радону. Проте всі вони нестійкі та не витримують сильного нагрівання.

Із хімічною інертністю пов'язано використання цих газів у техніці. Аргоном наповнюють електричні лампочки. Всередині лампи міститься вольфрамова спіраль, яка розжарюється електричним струмом до високої температури і випромінює світло. Якщо всередину лампи потрапить повітря, вольфрам згорить. Щоб уникнути цього, лампу заповнюють аргонем.

Останнім часом замість аргону для наповнення ламп використовують криптон. Такі лампи при тій самій потужності дають

більш яскраве світло через додаткове свічення (люмінесценції) атомів Криптону.



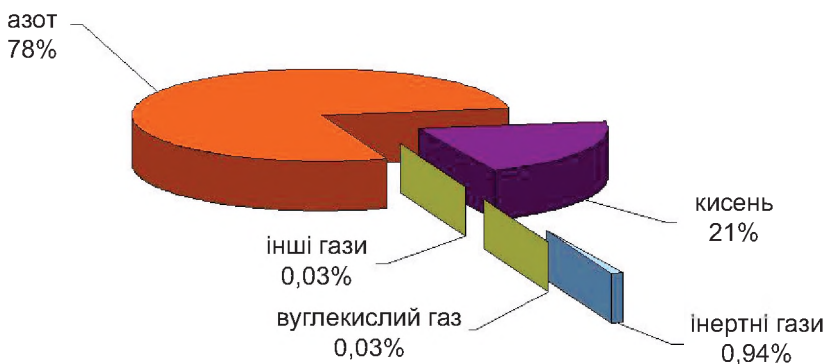
Вчені виявили, що при проходженні через розріджений інертний газ електричного розряду спостерігається яскраве світіння. На основі цього створено люмінесцентні лампи, в яких світиться не металева нитка, а сам газ, крізь який проходить електричний струм. Лампи, наповнені аргоном, дають яскраво-синій колір, неон — оранжево-червоний, криптоном — зелений. Неоновими лампами великої потужності обладнано маяки.

Найлегший з інертних газів (гелій) використовують для заповнення метеорологічних куль — зондів, аеростатів, дирижаблів. У повітрі гелію мало, його добувають з природного газу, де він міститься у вигляді домішок.

Склад сухого, тобто без домішок водяної пари, повітря подано на діаграмі (мал. 75).

Водяна пара зумовлює вологість повітря. У сиру та теплу погоду її більше, в суху і холодну — менше.

Вуглекислий газ утворюється під час горіння та дихання, тому в повітрі великих міст його більше, ніж над лісами та морями. Особливо багато вуглекислого газу в закритих, погано вентильованих приміщеннях, місцях великого скупчення людей. Повітря, яке містить більш ніж 0,1% вуглекислого газу, гнітюче діє на людину.



Мал. 75. Об'ємний склад сухого повітря

У повітрі промислових центрів є сполуки Нітрогену, чадний газ СО та інші шкідливі домішки. Вони утворюються при неповному згорянні автомобільного пального, їх також викидають в атмосферу хімічні та металургійні комбінати, теплоелектростанції. У таких містах повітря завжди містить багато пилу — дрібних часточок сажі та інших речовин. Пил міститься в повітрі у завислому стані, на зразок каламуті у воді. Великі частинки пилу видно неозброєним оком у сонячному промінні.

Збереження чистого повітря в містах — серйозна екологічна проблема, над якою працюють спеціалісти. Один зі шляхів розв'язання цієї проблеми — це створення двигунів, які працюють на екологічно чистому пальному (наприклад, водні); встановлення більш досконалих фільтрів і очисних споруд на заводах та комбінатах; створення технологій із замкненим циклом, які виключають викиди в атмосферу. Важливу роль має збільшення площі зелених насаджень і збереження існуючих на теперішній час.

- ➔ *...повітря під час свого руху (тобто вітер) може дати енергію, яка в кілька разів перевищує загальну кількість усіх інших енергетичних запасів.*
- ➔ *Для нормальної життєдіяльності середньостатистична доросла людина пропускає через свої легені близько 20 кілограмів повітря за добу. Для цього вона робить 22000 вдихів і видихів. З усього отриманого при цьому кисню чверть споживається мозком.*
- ➔ *Давно помічено, що повітря, яке вдихає людина на великій висоті або глибині, має здатність приводити людину в стан, що нагадує сп'яніння алкоголем або наркотиками. Причиною цього є особливий хімічний склад повітря в цих екстремальних умовах. Кисень взаємодіє з молекулами азоту, при цьому утворюючи речовину, яка має характеристики «сміхового газу».*
- ➔ *Колосальне забруднення атмосфери погано позначаються не тільки на людях, але навіть на морських мешканцях. Встановлено, що дельфіни, що мешкають біля узбережжя території, населених людьми, часто гинуть від шкідливо-*

го впливу великих кількостей хімічних домішок у повітрі. Вчені, дослідивши таких дельфінів, виявили схожість їхніх легень з легеньми шахтарів.

ВИСНОВКИ

- Повітря — суміш різних речовин: азоту, кисню, вуглекислого та інертних газів, водяної пари.
- Як домішки у повітрі присутні інші речовини, які утворюються під час згоряння пального, викидів хімічних та металургійних комбінатів.

Виконайте навчальні проекти:

№6 «Проблема забруднення повітря та шляхи розв'язування її».

№7 «Дослідження зміни концентрації вуглекислого газу у класній кімнаті під час занять».



Початковий рівень

1. Назвіть основні складники повітря.
2. Який вчений досліджував склад повітря?

Середній рівень

3. Які речовини належать до інертних газів? Де вони використовуються?
4. Як змінюється склад повітря у закритому кабінеті під час уроку хімії?

Достатній рівень

5. Чому повітря не має хімічної формули?
6. У якому повітрі — вологому чи сухому — більший вміст азоту?

Високий рівень

7. Наведіть формули речовин, які входять до складу повітря.
8. До простих чи складних речовин належать основні складники повітря?

Додаткове завдання

9. Підготуйте коротку розповідь про історію відкриття інертних газів.

§ 20. Оксиген. Кисень

Із цього параграфа ви дізнаєтеся про:

- розміщення хімічного елемента Оксигену у періодичній системі;
- поширеність Оксигену у природі;
- прості речовини, які утворює Оксиген;
- фізичні властивості кисню.

Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:

— який газ підтримує дихання і горіння?

У періодичній системі хімічних елементів Д.І. Менделєєва Оксиген має порядковий номер 8. Він розміщений у головній підгрупі VI групи 2 періоду. Відносна атомна маса Оксигену дорівнює 16. Оксиген належить до неметалічних елементів. У хімічних сполуках цей елемент завжди виявляє валентність 2.

Оксиген — найпоширеніший хімічний елемент на Землі. Атоми Оксигену містяться у більшості мінералів та гірських порід, що утворюють земну кору і мантію. Прикладами таких мінералів є гематит (червоний залізняк), магнетит (магнітний залізняк), кварц, гіпс, польовий шпат. На частку атомів Оксигену припадає близько половини (47%) маси земної кори, а також майже 90% маси Світового океану. Оксиген входить до складу білків, жирів та вуглеводів. Приблизно 3/5 маси людини припадає на атоми Оксигену. Найбільш поширена на планеті сполука Оксигену — вода H_2O . У вигляді простої речовини кисню O_2 Оксиген міститься у повітрі, а у вигляді озону O_3 — у верхніх шарах атмосфери. (Пригадайте, що проста речовина озон O_3 є алотропною модифікацією Оксигену.)

Знайомство зі світом речовин зазвичай розпочинають з кисню — газу, що необхідний для дихання. Горіння пального та інших речовин на повітрі також відбувається за участі кисню.

Проста речовина кисень складається з двоатомних молекул O_2 . За звичайних умов кисень — це безколірний газ без запаху.

Він трохи важчий за повітря: 1 л повітря за температури 0 °С і нормальному тиску важить 1,29 г, а 1 л кисню — 1,43 г.

Кисень погано розчиняється у воді — при кімнатній температурі та нормальному тиску в 100 об'ємах води розчиняється 3 об'єми кисню. Киснем, розчиненим у воді, дихають риби та рослини водоїм. При зниженні температури розчинність кисню збільшується — у 100 об'ємах води при 4 °С розчиняється вже майже 5 об'ємів газу. Але навіть такої кількості кисню може не вистачити мешканцям водоїм на всю зиму, оскільки запаси цього газу в скутих кригою ріках та озерах не поповнюються за рахунок повітря кисню.

При температурі -183 °С кисень зріджується — переходить у рідкий стан. Рідкий кисень — рухлива рідина блакитного кольору, що притягується магнітом. При -219 °С рідина твердне, утворюючи сині кристали твердого кисню.

- ➔ *...першість відкриття кисню належить китайському вченому VIII ст. Мао-хоа, який за 1000 років до А. Лавуазьє встановив, що у повітрі є газ, який підтримує дихання і горіння.*
- ➔ *Людина змогла сформуватись як біологічний вид, коли концентрація кисню в атмосфері землі досягла 38–40 %.*
- ➔ *У великих містах кількість кисню може зменшуватись до 17–18 %. Неприємні відчуття людина може відчувати вже при 18 %, а смертельним для неї є зниження до 7 %.*
- ➔ *За добу здорова людина переганяє через легені 7200 л повітря, витрачаючи при цьому 720 л кисню.*
- ➔ *Пригнічені емоції здатні стати причиною нестачі кисню в організмі.*
- ➔ *Усі рослини Землі за рік виробляють близько 300 мільярдів тонн кисню.*

ВИСНОВКИ

- Оксиген належить до неметалічних елементів, він найбільш поширений хімічний елемент на Землі. Утворює прості речовини — кисень та озон.
- Кисень — газ без запаху та смаку, малорозчинний у воді, важчий від повітря, підтримує дихання і горіння.



Початковий рівень

1. У складі яких речовин міститься Оксиген у земній корі та повітрі?
2. До яких явищ — фізичних чи хімічних — належить перетворення рідкого кисню в газоподібний?
3. Для чого працівники рибних господарств взимку прорубують ополонки на ріках та озерах?
4. Шведський вчений Карл Шеєле, який отримав кисень одночасно з Прістлі, назвав його «райським повітрям». Що він хотів цим сказати?

Середній рівень

5. У якій групі, підгрупі та періоді розміщено Оксиген?
6. До яких елементів — металічних чи неметалічних — належить Оксиген?
7. У скільки разів атом Оксигену важчий за атом Гідрогену?

Достатній рівень

8. Обчисліть відносну молекулярну масу кисню та озону.

Високий рівень

9. Оксиген міститься у складі гематиту (червоного залізняка) Fe_2O_3 , кварцу SiO_2 , піролузиту MnO_2 . Визначте масові частки Оксигену у цих мінералах. Який із них містить найбільше Оксигену?

Додаткове завдання

10. Учень сьомого класу важить 50 кг. Розрахуйте масу і кількість всіх атомів Оксигену в його організмі, якщо відомо, що масова частка Оксигену дорівнює 61%, а маса одного атома Оксигену становить $2,66 \cdot 10^{-26}$ кг.

§ 21. ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ МАСИ РЕЧОВИН ПІД ЧАС ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

У цьому параграфі ви:

- ознайомитеся з фундаментальним законом природи;
- навчитесь записувати схеми і складати рівняння хімічних реакцій.



БОЙЛЬ Роберт
(1627–1691).
Англійський фізик і хімік, першим сформулював наукове визначення хімічного елемента; відкрив один із газових законів (закон Бойля-Маріотта)

Видатний англійський хімік Р. Бойль, прожарюючи у відкритій реторті (мал. 76) різні метали та зважуючи їх до і після нагрівання, виявив, що маса металів збільшується. Беручи за основу ці досліді, він зробив неправильний висновок, що маса речовин у результаті хімічних реакцій змінюється.

Р. Бойль твердив: існує якась «вогняна матерія», яка під час нагрівання металу сполучається з іншим металом, збільшуючи його масу.

М.В. Ломоносов, на відміну від Р. Бойля, прожарював метали не на відкритому повітрі, а в запаяних ретортах і також зважував їх до та після прожарювання. Він довів, що маса речовин до і після реакції залишається без змін, і що під час

прожарювання до металу приєднується якась частина повітря. (Кисень на той час ще не був відкритий).

У XVIII ст. на основі численних експериментів французький хімік Антуан Лоран Лавуазьє і незалежно від нього російський вчений Михайло Васильович Ломоносов встановили:



Мал. 76. Реторта

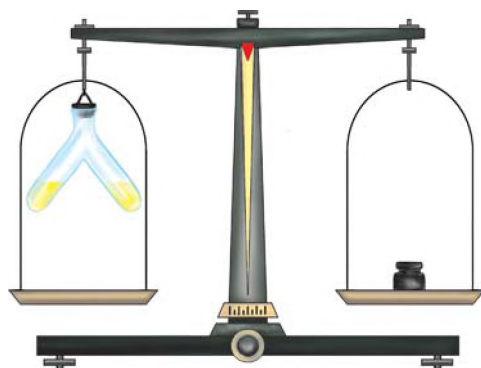
під час хімічних перетворень маса речовин залишається незмінною — загальна маса усіх вихідних речовин дорівнює загальній масі усіх продуктів реакції.

Це твердження має назву **закону збереження маси речовин** під час перебігу хімічних реакцій. Сьогодні воно здається очевидним. Дійсно, під час хімічних реакцій одні речовини перетворюються на інші, але при цьому атоми не зникають, не з'являються і не перетворюються з одного виду на інший.

Проте на той час, коли вчення про атоми і молекули ще не мало загального визнання, багато фактів, як здавалося, суперечили закону збереження маси речовин. Наприклад, коли свічка поступово згоряє, її маса зменшується. Як це пояснити? Горіння свічки — це хімічна реакція парафіну з киснем повітря, яка відбувається з утворенням вуглекислого газу і води. Продукти цієї реакції (вуглекислий газ та водяна пара) — газоподібні речовини, які вивітрюються. Тому нам і здається, що відбувається втрата маси.

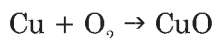
Закон збереження маси речовин можна експериментально перевірити у шкільній лабораторії за допомогою двоколінної пробірки. В одне коліно пробірки потрібно налити прозорий безбарвний розчин барій нітрату $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, а в друге — прозорий безбарвний розчин калій сульфату K_2SO_4 і пробірку зрівноважити на лабораторних терезах (мал. 77).

Якщо пробірку обережно нахилити і злити розчини, то спостерігатимемо появу білого осаду, що є ознакою хімічної реакції. Рівновага терезів після закінчення реакції не порушилася. А це означає, що загальна маса речовин до реакції дорівнює загальній масі речовин після реакції.



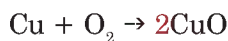
Мал. 77. Доведення закону збереження маси речовин під час хімічних реакцій

Хімічні реакції звичайно записують у вигляді рівнянь. У лівій частині рівняння хімічної реакції записують формули вихідних речовин (реагентів), а в правій — продуктів. Розглянемо на прикладі, як скласти таке рівняння. При прожарюванні на повітрі мідної пластинки на її поверхні утворюється чорний наліт купрум(II) оксиду — сполуки Купруму і Оксигену. Мідь Cu сполучається з киснем повітря (кисень складається з двоатомних молекул O_2), утворюючи купрум(II) оксид CuO :



Цей запис читають так: Купрум плюс о-два утворюється купрум-о.

Це схема реакції. Щоб її перетворити на рівняння, потрібно урівняти число атомів кожного хімічного елемента в лівій і правій частинах (до і після стрілки). Для цього добирають коефіцієнти — цифри перед формулами речовин, які вказують на число частинок, що вступили у взаємодію. Легко помітити, що число атомів Оксигену в лівій і правій частинах схеми різне: зліва два атоми Оксигену, справа — один, а це суперечить закону збереження маси речовин. Тому перед формулою купрум(II) оксиду CuO поставимо коефіцієнт 2:



Тепер зліва і справа від стрілки записано однакове число атомів Оксигену. Проте, поставивши коефіцієнт 2 перед формулою CuO , ми одночасно збільшили і число атомів Купруму у правій частині схеми — їх стало два. Для того, щоб урівняти число атомів Купруму в обох частинах схеми, потрібно поставити ще один коефіцієнт, цього разу перед формулою міді Cu :



Тепер число атомів кожного хімічного елемента в лівій та правій частинах схеми однакові. Щоб зазначити, що коефіцієнти дібрано, стрілку між формулами реагентів та продуктів у рівнянні хімічної реакції заміняють знаком «дорівнює»:

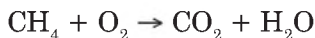


Це хімічне рівняння читається так: два-купрум плюс о-два дорівнює два-купрум-о.

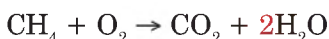
Як ви вже помітили, коефіцієнт 1, аналогічно до індексу 1 у формулі речовини, не ставлять.

Розглянемо ще один приклад. Основна складова частина природного газу — метан CH_4 . Напишемо рівняння реакції горіння метану, знаючи, що продуктами реакції є вуглекислий газ CO_2 і вода H_2O (мал. 78).

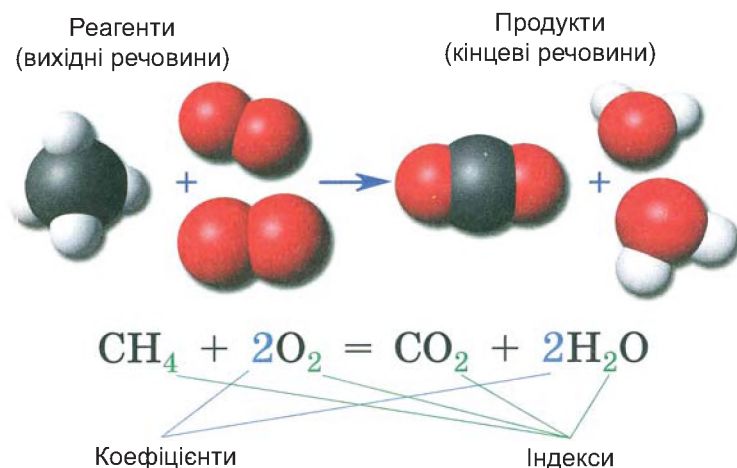
Спочатку напишемо схему реакції:



Урівняємо число атомів кожного хімічного елемента зліва і справа від стрілки, тобто доберемо коефіцієнти. Розпочнемо з атомів Карбону — в обох частинах їх по одному. Потім підрахуємо число атомів Гідрогену: у лівій частині схеми їх чотири, а в правій — два. Урівняємо їхнє число, поставивши коефіцієнт 2 перед формулою H_2O :

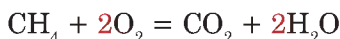


Залишилося урівняти число атомів Оксигену. У лівій частині лише два атоми Оксигену в молекулі O_2 , а у правій — чотири (два атоми у складі молекули CO_2 і по одному у складі двох молекул



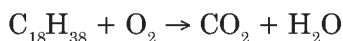
Мал. 78. Рівняння реакції горіння метану і його зображення за допомогою моделей

H_2O). Очевидно, що перед формулою O_2 у лівій частині потрібно поставити коефіцієнт 2:



Перерахуємо ще раз число атомів кожного хімічного елемента у лівій і правій частинах рівняння хімічної реакції та переконаємося, що коефіцієнти дібрано правильно.

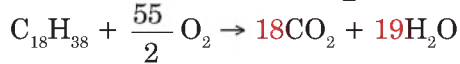
Коефіцієнти у рівняннях хімічних реакцій іноді бувають досить великими числами. Наведемо приклад. Свічка складається з парафіну, який є сумішшю близьких за складом і будовою сполук Карбону і Гідрогену. Складемо рівняння реакції горіння одного з них — октадекану $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$, вважаючи, що весь Карбон, який входить до його складу, перетворюється на вуглекислий газ:



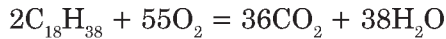
Спочатку урівняємо число атомів Карбону і Гідрогену, для цього перед формулою CO_2 поставимо коефіцієнт 18, а перед формулою H_2O — 19:



Тепер залишилося урівняти число атомів Оксигену. Зліва їх два, а справа — $18 \cdot 2 + 19 = 55$. У такому випадку число молекул O_2 у лівій частині рівняння є дробом — $\frac{55}{2}$:



Але що означає дробове число молекул кисню? Адже молекула — найдрібніша частинка речовини, і поняття «частина молекули» не має сенсу. Щоб усі коефіцієнти були цілими числами, збільшимо кожен з них у два рази:



За рівнянням реакції можна здійснювати різноманітні розрахунки. Але це ви навчитесь робити у восьмому класі.

- ➔ *Закон збереження маси речовини відомий з давніх часів. Перші формулювання цього закону зустрічаємо, наприклад у відомій роботі Лукреція Тіма Кара «Про природу речей» (лат. De rerum natura).*
- ➔ *У нові часи (пізнь середньовіччя) закон збереження маси речовини у різних формах подається рядом вчених. Так, у Києво-Могилянській академії його вперше формулює Інокентій Гізель — професор академії і її ректор.*
- ➔ *Виходячи з існуючої традиції тягlosti у лекційному матеріалі, який існував у Києво-Могилянській академії, український історик Олена Компан висунула гіпотезу, що саме тут принцип збереження маси речовини у фізичних і хімічних перетвореннях вперше на лекціях почув Михайло Ломоносов, — згодом відомий російський вчений, — який вчився тут у юнацькі роки.*
- ➔ *Михайло Ломоносов у 1748 році дав своє формулювання Закону збереження маси речовини такими словами: «... всі зміни, що трапляються в природі, такого суть стану, що скільки чого в одного тіла відніметься, стільки дода-*

ється до іншого, так, якщо де трохи зменшиться матерії, то збільшиться в іншому місці...»

ВИСНОВКИ

- Маса речовин, які вступають у хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, що утворюються унаслідок реакції.
- Хімічні реакції записують за допомогою хімічних рівнянь. У лівій і правій частинах хімічного рівняння число атомів кожного хімічного елемента має бути однаковим.



Початковий рівень

1. Сформулюйте закон збереження маси речовин.
2. Хто відкрив закон збереження маси речовин?
3. Чому під час горіння спиртівки маса спирту постійно зменшується? Чи не порушується при цьому закон збереження маси речовин?

Середній рівень

4. Як ви поясните збільшення маси залізної деталі при іржавінні?
5. Що означає індекс у формулі речовини і коефіцієнт у рівнянні реакції?
6. Що означає «дібрати коефіцієнти» у рівнянні хімічної реакції?

Достатній рівень

7. При згорянні вуглецю С утворюється вуглекислий газ. Напишіть рівняння цієї реакції.
8. При взаємодії двох газів — кисню і водню — утворюється вода. Напишіть рівняння цієї реакції.
9. Під час розкладу малахіту $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ утворюється оксид Купруму(II) CuO , вуглекислий газ і вода. Напишіть рівняння цієї реакції.

Високий рівень

10. Доберіть коефіцієнти у таких схемах реакцій:

- а) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$;
 $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$;
 $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + \text{H}_2$;
 $\text{P} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{PBr}_5$;
- б) $\text{Al} + \text{F}_2 \rightarrow \text{AlF}_3$;
 $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$;
 $\text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$;
 $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3$;
- в) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$;
 $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$;
 $\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl}$;
 $\text{BaO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{BaO}_2$;
- г) $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$;
 $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$;
 $\text{FeBr}_3 \rightarrow \text{FeBr}_2 + \text{Br}_2$;
 $\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + \text{NaCl}$;
- д) $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{Ag} + \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$;
- е) $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$;
 $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{CuOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$.

Додаткове завдання

11. У природному газі міститься невелика кількість етану C_2H_6 . На повітрі він згоряє подібно до метану. Складіть рівняння цієї реакції.
12. Перетворіть подані напівсхеми реакцій на хімічні рівняння:
- а) $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow$
 б) $\text{Al} + \text{S} \rightarrow$
 в) $\text{K} + \text{N}_2 \rightarrow$
 г) $\text{Na} + \text{S} \rightarrow$
 д) $\text{Ba} + \text{Br}_2 \rightarrow$
 е) $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow$

Під час написання формул продуктів реакції врахуйте валентність хімічних елементів.

§ 22. ДОБУВАННЯ КИСНЮ У ЛАБОРАТОРІЇ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

Із цього параграфа ви дізнаєтеся:

- як добувають кисень у лабораторії та промисловості;
- якими способами можна зібрати кисень;
- як можна довести наявність кисню;
- що таке каталізатори;
- які реакції називають реакція ми розкладу.



ПРИСТЛІ Джозеф
(1733–1804).

Англійський священик, філософ, громадський діяч. Увійшов до історії перш за все як видатний хімік, який відкрив кисень і вуглекислий газ. Сконструював прилади для одержання і дослідження газів

Вважають, що чистий кисень вперше отримав англійський учений Д. Пристлі.

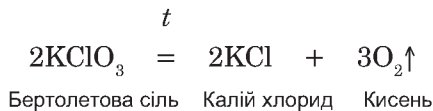
У 1774 р. вчений вивчав вплив променів світла, сфокусованих великою скляною лінзою, на різні речовини. За допомогою такої лінзи йому вдавалось нагрівати сполуки до температури у декілька сотень градусів, що зумовлювало їхній розклад. В одному з дослідів Пристлі використав меркурій(II) оксид HgO , отриманий під час прожарювання ртуті на повітрі. Нагріваючи червоний порошок меркурій(II) оксиду, який містився у перевернутому догори дном циліндрі, опущеному в посудину зі ртуттю (*мал. 79*), вчений помітив виділення газу.

Жевріюча скіпка спалахнула у ньому яскравим полум'ям і горіла яскравіше, ніж на повітрі. Миші у посудині, наповненій цим газом, дихали легко, але швидко гинули. Сам учений теж вдихнув його і зазначив, що він «допомагає легеням дихати». «Свічка згоряє в ньому швидко, а людина, напевно, в ньому швидко постаріє... Можливо, чисте ... повітря стане коли-небудь модним предметом розкошів... а поки що лише дві миші і я сам мали можливість дихати ним», — за-

значив він у своєму щоденнику. Завдяки дивовижній властивості підтримувати горіння отриманий газ назвали «вогняним повітрям», а пізніше — киснем.

У лабораторії кисень одержують при нагріванні деяких оксигеновмісних речовин, які легко розкладаються. До них належить бертолетова сіль KClO_3 , названа на честь французького хіміка К. Бертолле, сучасника Прістлі, який вперше отримав її.

Якщо покласти в чисту суху пробірку декілька кристалів бертолетової солі та нагріти її в полум'ї спиртівки, то сіль спочатку розплавиться ($357\text{ }^\circ\text{C}$), а потім «закипить» ($400\text{ }^\circ\text{C}$) — розпочався розклад з виділенням газу. Дослідимо газ жевріючою скіпкою. Скіпка в ньому яскраво загориться. Отже, це кисень. Коли реакція припиниться, на дні пробірки залишиться білий порошок калій хлориду KCl :

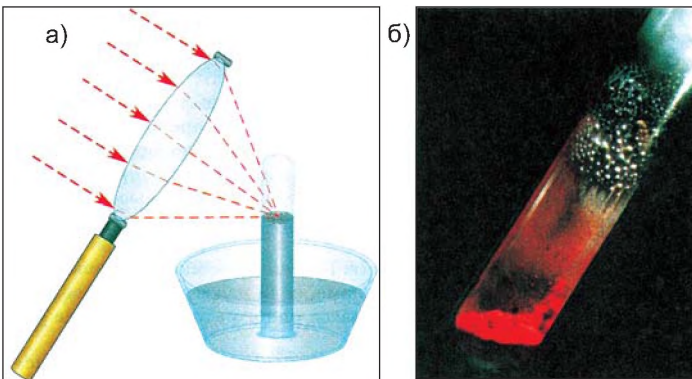


БЕРТОЛЛЕ

Клод Луї

(1748–1822).

Французький хімік



Мал. 79. Дослід Прістлі. Розклад меркурій(II) оксиду: а — за допомогою лінзи; б — при нагріванні у пробірці

Направлена вверх стрілка після формули кисню означає, що ця речовина — газ.

Як видно з рівняння реакції, під час розкладу бертолетової солі утворюється калій хлорид і кисень, тобто з однієї речовини утворюються дві. Ця реакція належить до реакцій розкладу.

Реакціями розкладу називають реакції, під час перебігу яких з однієї речовини утворюються декілька нових.

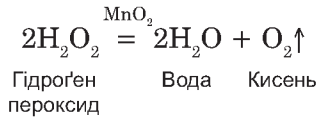
Щоб прискорити розклад, до бертолетової солі додають трохи порошку манган(IV) оксиду MnO_2 . За його наявності виділення кисню розпочинається при слабшому нагріванні — температурі близько $200\text{ }^\circ\text{C}$, навіть нижчій за температуру плавлення. Манган(IV) оксид лише прискорює реакцію, але не витрачається в ній. Такі речовини називають *каталізаторами*. Відповідно реакції, які відбуваються у присутності каталізатора, називають *каталітичними*. Для різних реакцій використовують різні каталізатори. Явище прискорення реакцій за допомогою деяких речовин, які після закінчення реакції залишаються незмінними і не входять до складу продуктів реакції, ми будемо спостерігати досить часто.

Кисень важчий за повітря і малорозчинний у воді, тому його можна збирати двома способами — витісненням повітря і над водою (*мал. 80, б, в*).

У першому випадку кисень, який потрапляє у посудину по скляній трубці, поступово витісняє повітря. Для запобігання перемішуванню кисню з атмосферним повітрям, отвір посудини нещільно закривають шматком вати або фільтрувальним папером. Щоб переконатись, чи посудина заповнена, до її отвору підносять жевріючу скіпку. Якщо посудина заповнена, то скіпка спалахує відразу біля отвору.

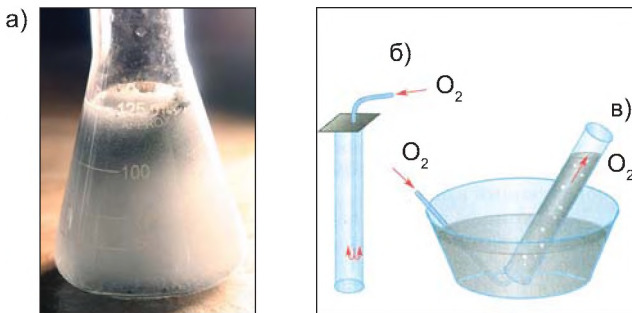
Коли зібрати кисень над водою, він поступово витіснить воду з циліндра, попередньо заповненого водою. Якщо газ повністю витіснить воду з циліндра, його отвір закривають склом, а потім витягують із води і перевертають.

Для одержання кисню можна використовувати й інші сполуки, наприклад, гідроген пероксид H_2O_2 (у побуті «перекис водню»). Якщо внести в розчин гідроген пероксиду дрібку каталізатора — манган(IV) оксиду MnO_2 , то рідина сильно спінюється, «закипає» (мал. 80, а) — це виділяється кисень:



Після закінчення реакції в пробірці залишається суміш, що складається з манган(IV) оксиду та води. Її легко можна розділити фільтруванням. Відфільтрований манган(IV) оксид можна використати для розкладу нової порції гідроген пероксиду чи бертолетової солі.

Хімічні реакції, що відбуваються у живих організмах, прискорюють ферменти — біологічні каталізатори. Якщо гідроген пероксид нанести на зріз сирої картоплини, яблука чи сирого м'яса, то спостерігатимемо виділення бульбашок газу — це виділяється кисень унаслідок розкладу гідроген пероксиду під дією ферментів. Коли картоплю, яблуко і м'ясо зварити, то внаслідок нагрівання ферменти руйнуються, тому при нанесенні гідроген пероксиду на варені овочі, фрукти та м'ясо виділення кисню не спостерігається.



Мал. 80. Отримання кисню розкладом гідроген пероксиду (а) і його збирання витісненням повітря (б) і над водою (в)

Розклад гідроген пероксиду прискорюється і в присутності деяких інших сполук, наприклад, гемоглобіну крові. Саме на цій властивості ґрунтується використання слабкого розчину гідроген пероксиду в медицині. Під час контакту з кров'ю гідроген пероксид починає розкладатись, а кисень, що виділяється, не лише вбиває хвороботворні бактерії, але й прискорює згортання крові, тим самим зупиняючи кровотечу.

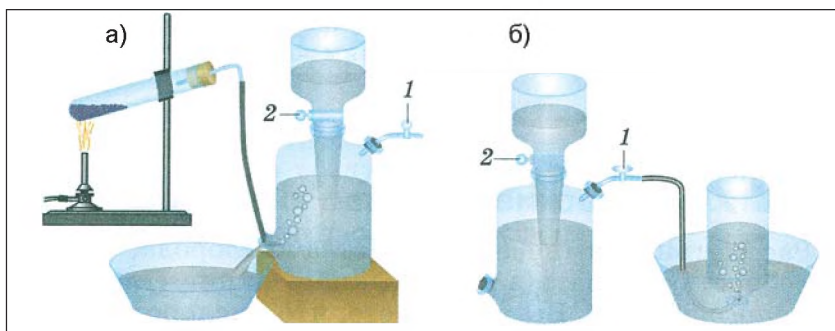
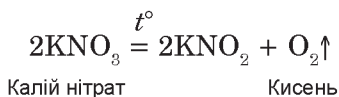
У лабораторіях кисень часто отримують в результаті розкладу калій перманганату KMnO_4 (в побуті цю речовину називають марганцівка, і вона зазвичай є у домашніх аптечках). Реакція розпочинається при температурі близько 230°C :



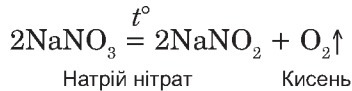
Крім кисню, утворюється калій манганат K_2MnO_4 — речовина, що утворює нестійкі зелені розчини і вже відомий вам манган(IV) оксид MnO_2 . Його можна виділити, додавши воду до порошку, що залишився у пробірці після розкладу калій перманганату, після чого відфільтрувати.



Кисень у лабораторії також можна одержати розкладом деяких солей, наприклад, калій нітрату або натрій нітрату:



Мал. 81. Газометр: а — заповнення газометра киснем (крани 1, 2 закриті); б — наповнення посудини киснем із газометра (крани 1, 2 відкриті)



Під час пропускання через воду постійного електричного струму відбувається розклад води на водень і кисень (електроліз води):



У промисловості кисень добувають з рідкого повітря, попередньо очищеного від пилу, водяної пари та вуглекислого газу. При високому тиску й охолодженні приблизно до -200°C повітря переходить у рідкий стан. Рідке повітря — це блакитна рідина, що складається зі зріджених газів, переважно з азоту і кисню. Кисень кипить при вищій температурі (-183°C), ніж азот (-196°C), тому при повільному нагріванні рідкого повітря азот випаровується раніше. Багаторазово повторюючи процеси випаровування і конденсації, вдається повністю розділити рідке повітря на азот і кисень.

Для зберігання невеликих кількостей кисню в лабораторіях використовують газометри (мал. 81).

Їх заповнюють киснем методом витіснення води.

Останнім часом замість газометрів використовують балони, в яких кисень міститься під тиском у 15 МПа (мал. 82).

Балони з киснем пофарбовано у блакитний колір.



Мал. 82. Балони з киснем

ВИСНОВКИ

- Кисень у лабораторії одержують під час розкладу деяких оксигеновмісних речовин, а у промисловості — зі зрідженого повітря.
- Реакціями розкладу називають реакції, під час перебігу яких з однієї речовини утворюються декілька нових речовин.



Початковий рівень

1. Як отримують кисень у промисловості?
2. Які способи збирання газу в лабораторії вам відомі? Опишіть їх.

Середній рівень

3. На чому ґрунтується використання гідроген пероксиду для зупинки кровотеч і дезінфекції ран?
4. Як виділити манган(IV) оксид із суміші, що утворюється після прожарювання бертолетової солі?
5. Чому у промисловості не добувають кисень із гідроген пероксиду чи калій перманганату?

Достатній рівень

6. Прокоментуйте дослід Прістлі. Напишіть рівняння реакції розкладу ртутної(II) оксиду HgO на прості речовини.
7. Які речовини називають каталізаторами? Наведіть приклади каталітичних реакцій.
8. Якими способами можна отримати кисень в лабораторії? Напишіть рівняння реакцій. До якого типу вони належать?

Високий рівень

9. Під час електролізу 36 г води утворилося 4 г водню і кисень. Обчисліть масу кисню, який виділився внаслідок електролізу води.

Додаткове завдання

10. У природі кисень утворюється під час фотосинтезу. Спрощено процес фотосинтезу можна уявити так: рослина поглинає з повітря вуглекислий газ, засвоює з ґрунту воду, внаслідок складних біохімічних реакцій під впливом сонячного світла у листках рослин утворюються вуглеводи, зокрема глюкоза (молекула якої складається з шести атомів Карбону, дванадцяти атомів Гідрогену і шести атомів Оксигену) та виділяється кисень. Напишіть рівняння реакції фотосинтезу.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Добування кисню з гідроґен пероксиду, збирання, доведення його наявності.

Обладнання та реактиви: штатив із пробірками, шпатель, дерев'яна скіпка, корок, газовивідна трубка з корком, розчин гідроґен пероксиду, манґан(IV) оксид.

Уважно прочитайте «Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії».

1. Налийте у пробірку 3–4 мл розчину гідроґен пероксиду і поставте її у штатив для пробірок.

2. Внесіть у рідину на кінчику шпателя кілька дрібних кристалів манґан(IV) оксиду. Що спостерігаєте?

3. Обережно закрийте пробірку корком із газовивідною трубкою, кінець якої опустіть в іншу пробірку майже до дна.

4. Рівень наповнення пробірки киснем періодично перевіряйте жевріючою скіпкою. Коли пробірка наповниться киснем, закрийте корком.

5. Поясніть спостереження і роль манґан(IV) оксиду у цій реакції.

§ 23. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КИСНЮ

Із цього параграфа ви дізнаєтеся:

- як взаємодіє кисень із простими та складними речовинами;
- які речовини називають оксидами;
- які реакції називають реакціями сполучення.

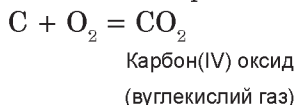
Пригадайте з вивченого на уроках хімії:

— які сполуки називають бінарними?

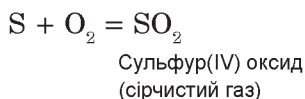
Розглянемо хімічні властивості кисню, тобто його здатність вступати в хімічні реакції (реакційну здатність). Ви вже знаєте,

що кисень підтримує горіння: в ньому спалахує жевріюча скіпка. Багато речовин згоряють у кисні з утворенням яскравого полум'я (мал. 83).

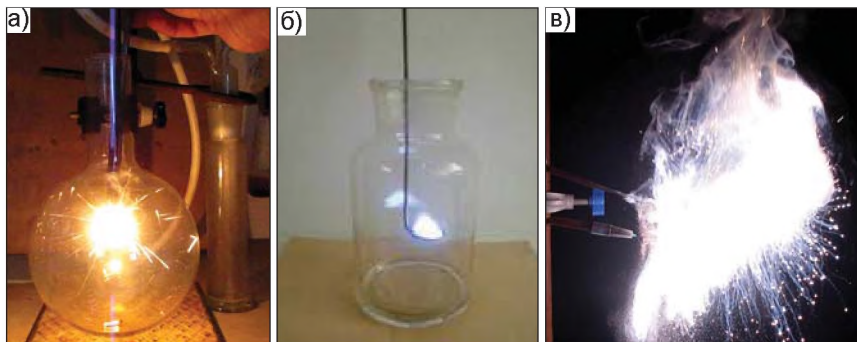
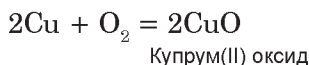
Якщо розжарити в полум'ї спиртівки шматочок деревного вугілля до появи полум'я і внести його в посудину з киснем, то вугілля продовжує горіти набагато яскравіше, ніж на повітрі. Внаслідок реакції утворюється вуглекислий газ (карбон(IV) оксид) CO_2 :



Покладемо у сталю ложку для спалювання речовин шматочок сірки розміром з горошину. Внесемо її у полум'я спиртівки та почекаємо, доки сірка розплавиться і загориться. На повітрі сірка горить ледь помітним синюватим полум'ям. При внесенні сірки в кисень синьо-фіолетове полум'я стає яскравим та інтенсивним, появляється задушливий запах сірчистого газу SO_2 (сульфур(IV) оксиду), що утворюється внаслідок реакції:

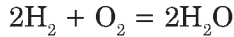


Кисень реагує з багатьма іншими простими речовинами — воднем, натрієм, магнієм, алюмінієм, міддю:

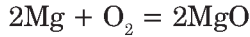


Мал. 83. Горіння речовин у кисні: а — порошку заліза; б — сірки; в — алюмінієвої пудри

Якщо запалити водень і трубку з воднем, що горить, опустити в посудину з киснем, то на стінках посудини утворюються крапельки води:



Магній згорає у кисні, випромінюючи сліпуче сяйво. Унаслідок реакції утворюється білий порошок — магній оксид:



Магній оксид

Навіть залізо, яке, як відомо, не горить на повітрі, в кисні згорає, розкидаючи сліпучі іскри. Продуктом цієї реакції є залізна окалина Fe_3O_4 :



Залізна окалина

(ферум(II, III) оксид)

Якщо визначати валентність Феруму в залізній окалині звичним для нас способом, то отримаємо дробове число — $\frac{8}{3}$, що суперечить поняттю валентності як кількості хімічних зв'язків, що утворює атом. Це пояснюється тим, що атоми Феруму в залізній окалині мають різне значення валентності. Один з атомів Феруму має валентність 2, а два інших — валентність 3: $\text{Fe}_3\text{O}_4 = \overset{\text{II}}{\text{Fe}}\text{O} \cdot \overset{\text{III}}{\text{Fe}}_2\text{O}_3$. Залізну окалину розглядають як подвійний оксид Феруму, тому хімічна назва цієї сполуки — ферум(II, III) оксид.

Як бачимо, в усіх наведених реакціях із двох речовин утворюється одна нова речовина. Ці реакції належать до реакцій сполучення.

Реакції, під час перебігу яких із кількох речовин утворюється одна речовина, називають **реакціями сполучення**.

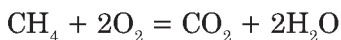


Ми розглянули реакції кисню з деякими простими речовинами, внаслідок яких утворюються бінарні сполуки, до складу яких обов'язково входить Оксиген. Такі сполуки називають *оксидами*.

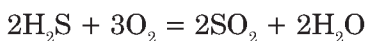
Оксиди — складні речовини, які складаються з двох хімічних елементів, одним із яких є Оксиген.

Наприклад, вуглекислий газ CO_2 — це оксид Карбону, залізна окалина Fe_2O_3 — оксид Феруму, а вода H_2O — оксид Гідрогену. У формулах оксидів символ Оксигену завжди записують на другому місці. Назва оксиду складається з назви хімічного елемента та слова «оксид». Якщо хімічний елемент має змінну валентність і може утворювати декілька оксидів, то після назви хімічного елемента в дужках римською цифрою зазначають значення його валентності, наприклад: SO_2 — сульфур(IV) оксид; SO_3 — сульфур(VI) оксид; CO — карбон(II) оксид; CO_2 — карбон(IV) оксид.

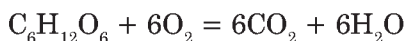
У кисні згорають і деякі складні речовини, при цьому також утворюються оксиди. Так, продуктами згоряння природного газу метану CH_4 є вуглекислий газ і вода:



Сірководень H_2S — газ із запахом тухлих яєць — згоряє у кисні з утворенням сірчастого газу SO_2 і води:



Унаслідок повного окиснення глюкози утворюються вуглекислий газ і вода:



Зауважте, що під час згоряння складних речовин, як правило, утворюються оксиди тих хімічних елементів, які містяться у складі вихідної речовини.

Взаємодію кисню з простими та складними речовинами називають *окисненням*, а сам кисень — *окисником*.

ВИСНОВКИ

- Кисень — хімічно активна речовина. Він реагує з простими і складними речовинами. Внаслідок реакцій речовин із киснем утворюються оксиди.
- Оксиди — це складні речовини, утворені двома хімічними елементами, одним із яких є Оксиген.



Початковий рівень

1. Як можна визначити, в якій із двох посудин знаходиться кисень, а в якій — повітря?
2. Які речовини називають оксидами? Наведіть приклади відомих вам оксидів.

Середній рівень

3. Під час згоряння вуглецю за нестачі кисню утворюється чадний газ CO. Напишіть рівняння цієї реакції. Яку хімічну назву має чадний газ?

Достатній рівень

4. Охарактеризуйте хімічні властивості кисню. Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій, дайте назви продуктам реакції.

Високий рівень

5. Сірковуглець CS_2 — легка отруйна рідина, яку використовують у виробництві деяких штучних волокон (віскози). При його згорянні в кисні утворюється сірчистий та вуглекислий гази. Напишіть рівняння цієї реакції.
6. При згорянні магнію, цинку та алюмінію в кисні утворюються їхні оксиди. Складіть формули цих сполук, напишіть рівняння реакцій, дайте назви продуктам реакцій.

Додаткове завдання

7. Якщо у лампу розжарювання потрапить повітря, то вольфрамова спіраль згоряє і на склі утворюється жовтий осад Вольфрам(VI) оксиду. Напишіть рівняння цієї реакції.
8. Ксенон(VIII) оксид — дуже нестійка сполука. При незначному нагріванні він розкладається з вибухом на прості речовини. Напишіть рівняння цієї реакції.

§ 24. УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ТА ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ

Із цього параграфа ви зрозумієте:

- за яких умов виникає та припиняється горіння;
- відмінність між горінням і повільним окисненням.

Пригадайте з вивченого на уроках основ здоров'я:

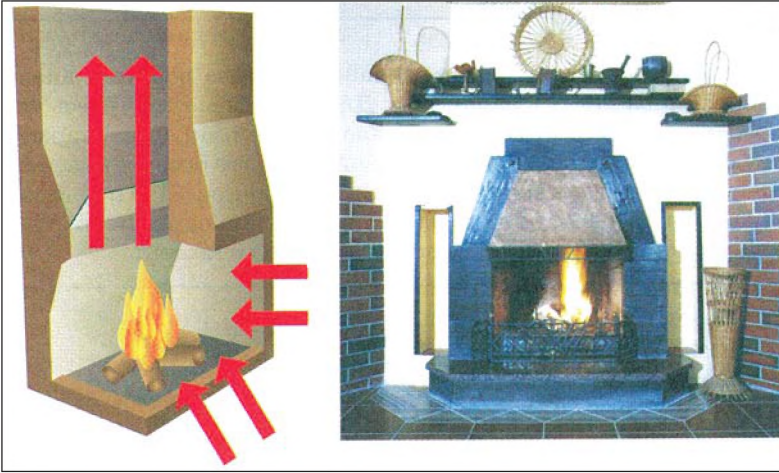
— як можна загасити палаючий предмет?

Горіння — це хімічна реакція, яка відбувається з виділенням теплоти та світла. Часто горіння супроводжується полум'ям.

Яскравість полум'я залежить від наявності в ньому дрібних твердих частинок або випарів, що утворюються під час взаємодії речовини з киснем. Якщо серед продуктів горіння є тверді частинки, то утворюється світне полум'я. Так, залізо та фосфор згоряють у кисні з утворенням яскравого полум'я. При згорянні водню утворюється лише водяна пара, тому полум'я практично безколірне. Горіння природного газу метану також супроводжується утворенням ледь помітного блакитного полум'я. Це пов'язано з тим, що весь Карбон, який є у складі метану, окиснюється до вуглекислого газу.

Під час згоряння речовин із більшим вмістом Карбону порівняно з метаном, наприклад, бензину, гасу, парафіну, вугілля, Карбон згоряє не повністю і частково переходить у сажу. Саме розжарені до високої температури дрібні частинки сажі роблять полум'я яскравим. Проте якщо забезпечити додатковий доступ повітря чи кисню до пального, як, наприклад, у каміні (*мал. 84*), то частинки сажі згоряють, і полум'я стає майже непомітним. Таке полум'я має вищу температуру і залишає мало кіптяви.

Горіння може відбуватися не лише в кисні та на повітрі, але й в інших газах, наприклад, у фторі F_2 , хлорі Cl_2 , нітроген(I) оксиді N_2O .



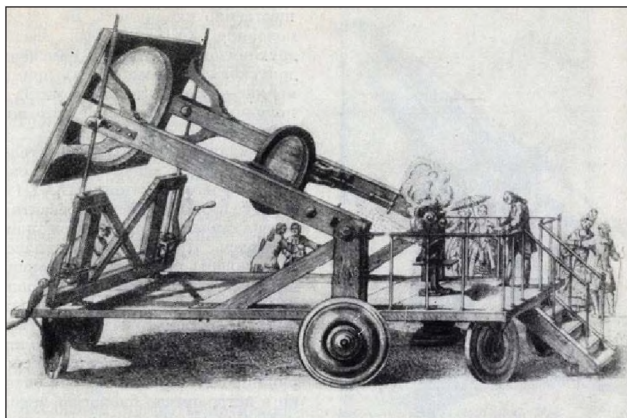
Мал. 84. Камера згоряння каміна. Під час будівництва печей і камінів завжди намагаються створити тягу

На повітрі горіння відбувається менш інтенсивно, ніж у чистому кисні, оскільки наявний у повітрі азот не підтримує горіння. Ми спостерігали, як швидко згорає у кисні залізний дріт. На повітрі запалити його не вдається.

Першим ученим, який правильно пояснив процес горіння взаємодією речовини з киснем повітря, був французький хімік А.Л. Лавуазьє. Досліди зі спалювання речовин вчений проводив на відкритому повітрі, використовуючи в ролі нагрівного приладу систему з двох великих лінз (*мал. 85*).

Кожна лінза діаметром більш ніж 1 м складалася з двох тонких увігнуто-опуклих скляних поверхонь, простір між якими заповнений етиловим спиртом. В сонячний день такі лінзи давали змогу нагрівати тіла до температури вище 1500 °С. У такий спосіб можна було розплавити золото та залізо. Лавуазьє також вдалося спалити декілька алмазів.

Ви, очевидно, помічали, що одні речовини загоряються на повітрі легше, а деякі важче. Внесемо у полум'я спиртівки одночасно маґнієву стрічку та шматок картону. Першим загоряється картон, а маґній спалахне лише через декілька секунд. Адже



Мал. 85. Досліди Лавуазьє зі спалювання речовин

для того, щоб розпочалася реакція магнію з киснем, необхідна вища температура. Отже, речовина загоряється лише при нагріванні вище від певної температури. Її називають *температурою займання*. Папір загоряється на повітрі приблизно при $230\text{ }^{\circ}\text{C}$, а магній — при $600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Бензин спалахує при температурі близько $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, а медичний ефір — при $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Речовина, що загорілась, продовжує горіти і поза полум'ям, оскільки теплота, що виділяється під час горіння, поступово нагріває наступні ділянки речовини до температури займання.

Взаємодія речовин із киснем повітря може відбуватись і повільно, у цьому випадку горіння не спостерігається. Такі процеси називають *повільним окисненням*. До них належить, наприклад, іржавіння заліза. У вугільних шахтах спостерігається підвищений вміст вуглекислого газу. Це пояснюється повільним окисненням вуглецю, який міститься у складі вугілля. Блискуча оцинкована бляха, яку використовують для покрівель будинків, із часом тьмяніє. Причиною цього є повільне окиснення цинку.

При повільному окисненні виділяється значно менше теплоти, ніж при горінні. Це явище використовують у теплицях: під час гниття органічних решток (тобто повільного окиснення) виділяється теплота, яка й дозволяє підтримувати у теплицях потрібний мікроклімат.

Іноді теплоти, що виділяється при повільному окисненні речовин, є достатньо для самозаймання. Відомі випадки самозаймання ганчір'я, просоченого мастилом, яке використовували для витирання станків на заводах та в майстернях.

Предмет, що горить, можна загасити, або припинивши доступ повітря до нього, або охолодивши його нижче від температури займання. Часто вогонь гасять водою, яка не лише охолоджує палаючий предмет, але й перешкоджає його контакту з повітрям. Проте не всі речовини можна гасити водою. Деякі метали взаємодіють з нею набагато активніше, ніж з киснем повітря. У цьому разі використання води лише посилить горіння.

Не можна гасити водою і бензин. Він легший за воду і продовжує горіти. Доведемо це на досліді. Наллємо у порцелянову чашку бензин і підпалимо його сірником. Потім палаючий бензин заллємо водою. При цьому він продовжує горіти. Накриємо чашку шматком картону чи цупкої тканини. Горіння припиниться.

Найбільш ефективний спосіб припинити горіння — ізолювати речовину від доступу кисню.

У домашніх умовах загасити полум'я на людині можна, накинувши на нього ковдру, килим, простирadlo і щільно загорнувши потерпілого, щоби повністю припинити доступ повітря до палаючої одяжі. В хімічних лабораторіях палаючий предмет засипають піском або використовують вогнегасники. У них зазвичай міститься (або утворюється внаслідок взаємодії деяких речовин) вуглекислий газ, який не підтримує горіння та ізолює палаючий предмет від повітря.

Легкозаймісті речовини, такі як спирт, ефір чи бензин, називають *вогнебезпечними*. З ними потрібно поводитись дуже обережно, в жодному разі не працювати поблизу відкритого полум'я. Адже пара спалахує і викликає пожежу, а іноді й сильний вибух. Ефір у відкритій посудині може самозайматись, навіть на віддалі декількох метрів від полум'я, про це необхідно пам'ятати. До вогнебезпечних речовин належать засоби для виведення плям, полірування, препарати для догляду за виробами зі шкіри, засоби для чищення, а також препарати в аерозольній упаковці.



Мал. 86. Маркування небезпечних речовин

На упаковці вогнебезпечних товарів повинні бути попереджувальні написи: «Вогнебезпечно», «Берегти від вогню», «Не розпилювати біля відкритого вогню» тощо, а також інформація про правила та умови безпечного їх використання (мал. 86).

→ ...у Біблії описано необхідність обережного поводження з вогнем та певним чином зауважено про відповідальність за спричинення пожежі: «Коли вийде огонь і попаде на тернину, і буде спалена скирта, або збіжжя стояче, або поле, — конче відшкодує той, хто запалив пожежу».

ВИСНОВКИ

- Горіння — це реакція окиснення з виділенням теплоти та появою полум'я.
- Під час повільного окиснення полум'я немає.
- Умовами початку горіння є наявність кисню і досягнення речовиною температури займання. Щоб припинити горіння, треба або охолодити речовину нижче температури займання, або припинити доступ до неї повітря.



Початковий рівень

1. Чому на повітрі горіння відбувається менш інтенсивно, ніж у кисні?
2. Поясніть, що означають поняття: а) «горіння»; б) «повільне окиснення»; в) «температура займання».

Середній рівень

3. Пріле листя, сіно, деревна тирса при тривалому зберіганні на повітрі можуть самозайматися. Як це пояснити?
4. Чим пояснити той факт, що полум'я природного газу практично безколірне, а полум'я свічки — світне?

Достатній рівень

5. Назвіть умови, необхідні для виникнення і припинення горіння.

Високий рівень

6. При горінні на повітрі спирту C_2H_6O , безводної оцтової кислоти $C_2H_4O_2$ і ефіру $C_4H_{10}O$ утворюється вуглекислий газ та вода. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Додаткове завдання

7. При горінні магнію на повітрі, крім оксиду, утворюється також магній нітрид — продукт взаємодії магнію з азотом N_2 . Напишіть формулу магній нітриду і рівняння реакції його утворення, якщо відомо, що у сполуках з металами Нітроген тривалентний.

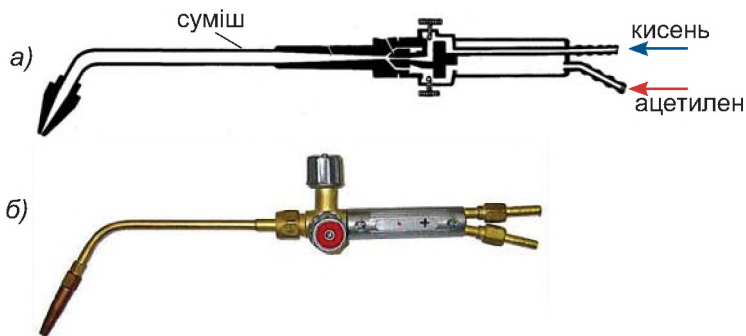
§ 25. ЗАСТОСУВАННЯ ТА БІОЛОГІЧНА РОЛЬ КИСНЮ

Із цього параграфа ви:

- дізнаєтеся про застосування кисню;
- поглибите свої знання про біологічну роль кисню;
- зрозумієте колообіг Оксигену у природі.

Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:
— яку роль відіграє кисень у житті живих організмів?

Застосування кисню визначається його здатністю підтримувати горіння і дихання. Процеси горіння у кисні відбуваються



Мал. 87. Ацетилено-кисневий пальник: а — будова (схема); б — зовнішній вигляд

інтенсивніше, ніж на повітрі. Основна маса кисню, який виробляється, йде на прискорення процесів окиснення.

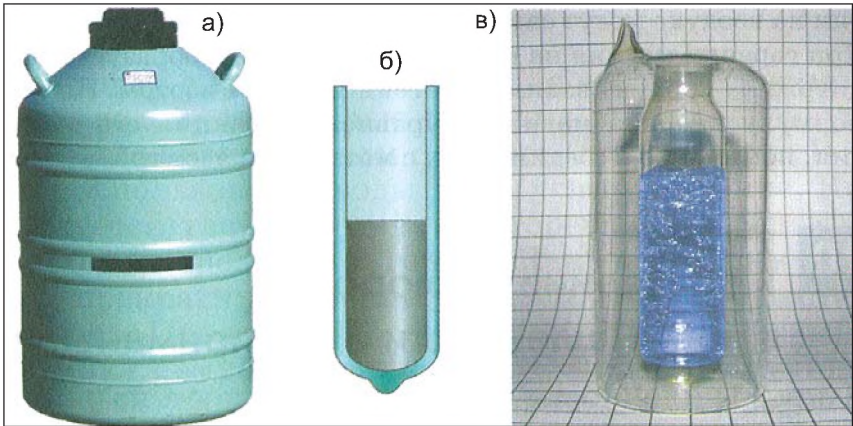
Величезну кількість кисню використовують у хімічній промисловості під час виробництва оксидів і кислот — сульфатної, нітратної, оцтової, в металургії — під час виплавляння чавуну і сталі. Щоби прискорити перебіг процесів і підвищити температуру, до повітря, яке надходить у доменні та сталеплавильні печі, додають кисень.

Газ ацетилен C_2H_2 горить у кисні білим яскравим полум'ям, температура якого сягає $3000\text{ }^\circ\text{C}$. При такій температурі плавиться багато металів, сталь та інші сплави. Тому ацетилено-кисневі пальники використовують для зварювання металів, тобто для сплавлення металевих частин (мал. 87). У пальник по різних трубках подають ацетилен і кисень. Біля виходу з пальника обидва гази змішуються, де їх і підпалюють.

У техніці також застосовують і рідкий кисень. Він набагато сильніший окисник, ніж газоподібний кисень.

Для зберігання рідкого кисню та інших зріджених газів використовують спеціальні скляні посудини з подвійними стінками (посудини Дьюара), що схожі на термоси (мал. 88).

Стінки таких посудин вкриті тонким шаром срібла, а між стінками немає повітря — там вакуум.



Мал. 88. а — посудина Дьюара для зберігання великої кількості рідкого кисню; б — розріз лабораторної посудини Дьюара; в — прозора посудина Дьюара з рідким киснем

Наприклад, вата, просякнута рідким киснем, при підпалюванні згорає з вибухом. Тому рідкий кисень використовують для виготовлення вибухових сумішей — оксиліквітів. Спеціальні патрони наповнюють подрібненою деревною корою і просочують її рідким киснем. При підпалюванні такої суміші реакція відбувається миттєво і супроводжується виділенням великого об'єму газів. Відбувається вибух. Тиск газів може призвести до руйнування скель, викиду великої кількості землі. Оксиліквіти незамінні під час будівництва тунелів, каналів, видобутку корисних копалин.

Кисень необхідний для дихання. У чистому кисні дихати набагато легше, ніж на повітрі, проте тривале вдихання кисню, не розбавленого азотом, може зашкодити організмові людини. Чистий кисень використовують для дихання лише в особливих випадках. У лікарнях його дають вдихати при ослабленому диханні, серцевій недостатності, після отруєння чадним газом. У санаторіях хворим пропонують кисневий коктейль, який готують пропусканням сильного струменя кисню через фруктові соки. Людина при диханні протягом 1 хв у середньому споживає 0,5 л кисню,



Мал. 89. Використання кисню

упродовж доби — 720 л, а за рік — 262,8 м³. Можна обчислити, що всі мешканці земної кулі (приблизно 7 млрд) протягом року для дихання використовують 18 396 млрд м³ кисню. Якщо такий об'єм кисню при нормальному тиску вмістити у залізничні цистерни, то поїзд був би довжиною, що дорівнює подвоєній відстані від Землі до Сонця.

Треба зауважити, що для дихання кисень необхідний не лише людям та тваринам, а також і рослинам.

Кисневими апаратами користуються льотчики під час висотних польотів, водолази і пожежники.

Рідкий кисень використовують як окисник у ракетних двигунах.

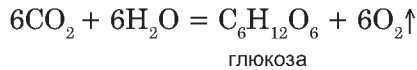
Чимало кисню потрібно також для спалювання палива.

Отже, багато кисню використовується у різноманітній людській діяльності (мал. 89), витрачається на процеси дихання людей, тварин, рослин, а також на процеси гниття.

Проте загальна маса кисню в повітрі помітно не змінюється. Це пояснюється процесом фотосинтезу, який відбувається в зе-

лених рослинах на світлі. У результаті цього процесу кількість кисню в повітрі поповнюється.

Атоми Оксигену, з яких складається молекула кисню, внаслідок процесів дихання, горіння тощо переходять до молекул вуглекислого газу. Під час фотосинтезу рослина поглинає вуглекислий газ і воду, у зелених листках за участі хлорофілу утворюються вуглеводи (серед них — глюкоза) та в повітрі виділяється кисень:



Так у природі відбувається безперервний колообіг Оксигену.

З метою збереження кисню у повітрі навколо міст і великих промислових центрів створюють зони зелених насаджень.

Озон — безколірний газ із запахом. Він утворюється в повітрі при електричних розрядах, а також під час роботи копіювальних пристроїв, трансформаторів високої напруги. Велика кількість озону міститься у верхніх шарах атмосфери на висоті 10–20 км. Цей озоновий шар захищає Землю від агресивного ультрафіолетового випромінювання Сонця.

Озон набагато сильніший окисник, ніж кисень. Його використовують для знезараження питної води. Необхідну для цього кількість озону отримують із кисню на водоочисних станціях, пропускаючи через повітря електричні розряди.

➔ *...пасажирський літак упродовж польоту 9 год витрачає 50–75 т кисню. За такий самий час і приблизно стільки ж кисню виділяється у процесі фотосинтезу 25 000–50 000 га лісу. Для ракетних двигунів кисню треба більше, ніж для літаків.*

ВИСНОВКИ

- Кисень широко використовують у промисловості, техніці, медицині.
- Завдяки фотосинтезу загальна кількість кисню у повітрі не змінюється.
- У природі відбувається колообіг Оксигену.



Початковий рівень

1. На якій властивості кисню ґрунтується його використання?
2. Яка біологічна роль кисню?

Середній рівень

3. Створіть схему «Колообіг Оксигену у природі».

Достатній рівень

4. Розгляньте *мал. 89* і складіть розповідь про використання кисню.

Високий рівень

5. Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються під час зварювання і різки заліза з використанням ацетилено-кисневого пальника, якщо відомо, що під час згоряння ацетилену утворюється вуглекислий газ і вода.

Додаткове завдання

6. Як пальне у деяких ракетних двигунах використовують диметилгідразин $C_2H_8N_2$. Напишіть рівняння реакції горіння цієї речовини у кисні, якщо відомо, що внаслідок реакції утворюються вуглекислий газ, вода та азот.

Розділ III

Вода

- Вода
- Розчин
- Кількісний склад розчину



§ 26. Вода



У цьому параграфі ви:

- ознайомитеся з поширенням води у природі;
- пригадаєте фізичні властивості води;
- дізнаєтеся, які речовини називають кристалогідратами.

Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:

— яка роль води у живій природі?

Майже $\frac{3}{4}$ поверхні Землі вкрито водою. Вона наповнює моря та океани, ріки та озера, у вигляді льоду та снігу покриває гірські вершини, входить до складу мінералів та гірських порід, є у ґрунті. Щоденно з земної поверхні випаровуються мільйони тонн води, які згодом випадають у вигляді дощу та снігу. Без води неможливе життя — адже вода міститься у кожному живому організмі. Вміст води у тілі людини сягає 68%, а деякі морські губки майже повністю складаються з води.

Багато сухих на перший погляд речовин у порах і на поверхні містять досить багато води, наприклад, висушена на повітрі деревина містить до 15% води. Для її видалення речовини витримують протягом кількох годин при температурі майже 100 °С. Висушені речовини рекомендують зберігати у щільно закритих банках, пакетах з поліетилену чи цупкого паперу. Речовини, які поглинають вологу з повітря, називають гігроскопічними. До них належать, наприклад, кухонна сіль та цукор. Якщо поруч із мішком сухого цукру поставити відро води, то через деякий час частину її поглине цукор, він стане вологим. Кухонна сіль в сонці при тривалому зберіганні злежується — збирається у тверді грудки, це пояснюється її гігроскопічністю.

Формула води (оксиду Гідрогену) відома кожному — H_2O . За кімнатної температури вода — безколірна рідина, при атмосферному тиску і температурі 0 °С вона перетворюється на лід, а при

100 °С — кипить. Густина води дорівнює 1 г/см³ (при 4 °С). Чиста вода практично не проводить електричного струму і погано проводить теплоту, вона має високу теплоємність, тобто повільно нагрівається та повільно охолоджується. Тому поблизу морів та океанів клімат значно м'якший, ніж у центрі континенту: вдень вода поглинає сонячне тепло, а вночі повільно його віддає, нагріваючи сушу.

На відміну від більшості інших речовин, вода розширюється при замерзанні, і густина льоду менша від густини рідкої води. Тому взимку водойми покриваються шаром льоду, а не промерзають наскрізь; внизу під шаром льоду залишається вода у рідкому стані. Навесні під час льодоходу крижини не тонуть, а пливуть по поверхні води.

Природну воду з хімічної точки зору не можна назвати чистою, оскільки вона містить розчинені речовини, переважно солі. Саме тому морська вода солоня, а дощова за смаком відрізняється від річкової. У тому, що природна вода містить солі, можна переконатися на досліді. У порцеляновій чашці випаруємо трохи річкової чи водопровідної води. Коли вона вся випарується, на дні чашки залишиться твердий наліт. Це і є солі, які містились у воді. При випаровуванні морської води виділяється більше солей. Таким чином можна переконатися, що найчистішою у природі є дощова вода — при її випаровуванні майже не залишається твердого залишку.

Подекуди на поверхню землі виходять води, багаті на солі, котрих мало в річковій чи джерельній воді.

Воду, в 1 л якої міститься понад 1 г розчинених солей, називають мінеральною. Склад мінеральних вод різноманітний, багато з них мають лікувальні властивості. У деяких містах України (Моршин, Трускавець, Гусятин, Сатанів) налагоджено їх спеціалізоване виробництво.

Якщо хочете знати хімію глибше...

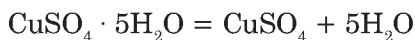
Молекули води можуть входити до складу кристалогідратів.

Кристалогідрати — це речовини, що містять у своєму складі кристалізаційну воду.

До кристалогідратів належать, наприклад:

- мідний купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
- залізний купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;
- гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
- глауберова сіль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;
- кристалічна сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;
- гірка сіль, або англійська сіль $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Кристалогідрати за звичайних умов — тверді кристалічні речовини, які під час нагрівання втрачають кристалізаційну воду і перетворюються на безводні солі, наприклад:



- ...якби всю воду Землі розподілити рівномірним шаром по її поверхні, то утворився б Світовий океан глибиною 4 км.
- ...у Старому Заповіті описано агрегатні стани води: газоподібний: «І пара з Землі підіймалась, і напувала всю Землю» та твердий: «Як камінь, тужавіють води».

ВИСНОВКИ

- Хімічна формула води — H_2O .
- Вода — найбільш поширена на Землі речовина.
- Чиста вода — безбарвна рідина, без смаку і запаху, кипить при температурі $100\text{ }^\circ\text{C}$, а замерзає при $0\text{ }^\circ\text{C}$.
- При $4\text{ }^\circ\text{C}$ густина води становить 1 г/см^3 .



Початковий рівень

1. Напишіть хімічну формулу води.
2. До простих чи складних речовин належить вода?
3. Опишіть фізичні властивості води.

Середній рівень

4. Чому річкова, джерельна і тала вода має різний смак? Яка з них найчистіша з хімічної точки зору?

Достатній рівень

5. Якщо скляну пляшку, заповнену водою, виставити на мороз, вона трісне. Чому?

Високий рівень

6. Якщо заповнену водою пробірку нагрівати лише у її верхній частині так, щоб вода закипіла, то нижня частина буде ледь теплою. Який висновок можна зробити про теплопровідність води?
7. Визначте масове відношення хімічних елементів у воді.

Додаткове завдання

8. Напишіть рівняння хімічних реакцій, серед продуктів яких є вода.

§ 27. Розчин

Із цього параграфа ви дізнаєтеся:

- що таке розчини;
- що називають розчинником, а що — розчиненою речовиною;
- як класифікують розчини;
- як поділяють речовини за розчинністю;
- від чого залежить розчинність твердих речовин, рідин і газів;
- як можна вирощувати кристали.

Пригадайте з вивченого на уроках природознавства:

— які речовини розчиняються у воді, а які — не розчиняються?

Вода розчиняє багато речовин. Потрапляючи у воду, речовина під дією молекул води розпадається на окремі частинки, наприклад, цукор (сахароза) $C_{12}H_{22}O_{11}$ та етиловий спирт C_2H_6O у водних розчинах розпадаються на окремі молекули.

Приготуємо розчин мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Для цього на дно колби помістимо декілька грамів речовини та доллемо дистильованої води. При перемішуванні кристали розчиняться, а рідина у колбі набуде блакитного кольору.

Розчин може мати забарвлення (як у разі з мідним купоросом) або бути безбарвним (розчин кухонної солі), але при цьому він завжди прозорий, і в закритій посудині може зберігатись як завгодно довго, якщо розчинена речовина не вступає з водою у хімічну реакцію і не розкладається.

Якщо на дно високого циліндра з водою помістити великий кристал калій перманганату KMnO_4 , то можна спостерігати, як відбувається розчинення. На дні циліндра довкола кристала рідина забарвлюється в темно-фіолетовий колір, і досить швидко від кристала вгору потягнеться фіолетова цівка розчину. Лише згодом завдяки дифузії забарвлення стане рівномірним у всьому циліндрі.

Розчини — це однорідні суміші речовин.

Як і інші суміші, розчини не мають постійного складу.

Розчини бувають тверді, рідкі та газоподібні. Прикладами твердих розчинів є деякі сплави, наприклад, «електрон» — сплав срібла з золотом. Повітря можна розглядати як газоподібний розчин.

Речовину, що міститься в суміші в надлишку і в тому ж агрегатному стані, що й розчин, називають *розчинником*, а решту компонентів — *розчиненими речовинами*. У водних розчинах розчинником є вода. Крім води, розчинниками є інші рідини: етиловий спирт, гас тощо. Йодна настоянка, яку використовують для дезінфекції ран, є спиртовим розчином йоду. Змити фарбу з руки або одяжі можна за допомогою шматочка вати, змоченої ацетоном або бензином. Ці речовини також є хорошими розчинниками.

В хімії умовно розрізняють розбавлені та концентровані розчини. Розчин, у якому міститься багато розчиненої речовини і, відповідно, мало розчинника, називають *концентрованим*. Роз-

сіл — це концентрований розчин кухонної солі, а цукровий сироп — концентрований розчин цукру. В розбавленому розчині міститься мало розчиненої речовини. Підсолений суп та чай із цукром є прикладом розбавлених розчинів.

Зазвичай розчин розглядають як суміш розчинника та розчиненої речовини, оскільки розчини не мають постійного хімічного складу (*мал. 90*).

Проте при утворенні розчинів спостерігають деякі ознаки, які зазвичай супроводжують хімічні реакції. Наприклад, виділення або поглинання теплоти. Якщо додати до води сульфатну кислоту, температура розчину підвищується настільки сильно, що часто вода закипає. Розчинення кухонної солі або калійної селітри, навпаки, супроводжується охолодженням.

Властивості розчину також відрізняються від властивостей індивідуальних речовин. Водні розчини закипають при температурі понад $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, а замерзають — менше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. На цій властивості ґрунтується використання солі для боротьби з ожеледицею: сіль, попадаючи на сніг та розчиняючись в ньому, утворює розчин, який замерзає лише при сильному морозі. Тверді солі, як і чиста вода, не проводять електричного струму, проте розчини солей електропровідні.

Отже, за деякими ознаками розчини нагадують суміші, а за іншими вони подібні до хімічних сполук. Тому *процес розчинення вважають фізико-хімічним явищем*.

а)

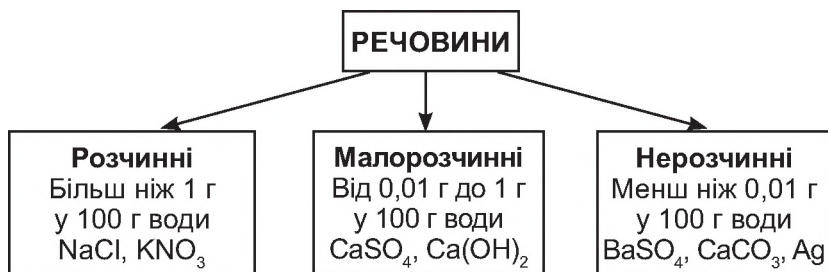


б)



Мал. 90. Нікель хлорид (а) і його водний розчин (б).

Здатність речовини розчинятись у воді називають розчинністю. За розчинністю речовини умовно поділяють на добре розчинні, малорозчинні та практично нерозчинні.



Помістимо в різні пробірки приблизно однакові кількості калійної селітри (калій нітрату) KNO_3 , кухонної солі (натрій хлориду) NaCl , гіпсу (кальцій сульфату, дигідрату) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і крейди (кальцій карбонату) CaCO_3 . Доллемо до них дистильованої води і розмішаємо скляною паличкою. Селітра та кухонна сіль розчиняються повністю — вони добре розчинні у воді. В пробірках з гіпсом і крейдою залишаться білі осади. Відфільтруємо їх, а фільтрати випаруємо в порцелянових чашках. При випарюванні розчину гіпсу на дні чашки залишиться білий порошок, тоді як наліт крейди в другому випадку практично непомітний. Це означає, що гіпс трохи розчиняється у воді, проте і не так добре, як кухонна сіль чи селітра. Крейда у воді практично нерозчинна.

Якщо внаслідок хімічної реакції утворюється речовина, малорозчинна або практично нерозчинна у воді, то вона виділяється з розчину у вигляді осаду — розчин стає каламутним.

Дані про розчинність деяких неорганічних речовин подано у таблиці розчинності (*див. форзац підручника*).

У таблиці літерою «р» позначено речовину, яка добре розчиняється у воді; літерою «м» — малорозчинну речовину, «н» — нерозчинну. У деяких клітинках таблиці стоїть прочерк. Це означає, що ця речовина або вступає з водою у хімічну реакцію та не може існувати у водному розчині, або таку речовину взагалі не вдається отримати.

Усі тверді речовини лише обмежено розчинні у воді. Їх розчинність виражають числом. Воно показує найбільшу масу речовини, яка може розчинитися у 100 г води за певних умов.

РОЗЧИННІСТЬ ДЕЯКИХ РЕЧОВИН У ВОДІ ПРИ 20 °С

Речовина	Розчинність, г на 100 г води
Кухонна сіль NaCl	36
Цукор	203
Кристалічна сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	58
Харчова сода NaHCO_3	10
Мідний купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	32
Ляпіс	228
Калій перманганат KMnO_4	6,4
Аспірин	0,25
Лимонна кислота	133
Крейда CaCO_3	0,007
Барій сульфат BaSO_4	0,00024

Наприклад, у 100 г води при 20 °С можна розчинити не більше 32 г KNO_3 , 36 г NaCl, 0,25 г $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, і 0,007 г CaCO_3 . Ці показники можна знайти в довідниках.

Зверніть увагу: навіть крейда, яку вважають практично нерозчинною, насправді незначною мірою переходить у розчин. *Абсолютно нерозчинних речовин немає!* Навіть благородні метали, наприклад срібло, здатні незначною мірою розчинятися. Недаремно вода, яку зберігають у срібному посуді, має цілющі властивості. Раніше її використовували для промивання ран.

Розчинність речовин залежить від температури. Для більшості твердих речовин з підвищенням температури вона помітно

збільшується. Кухонна сіль розчиняється однаково як у холодній, так і в гарячій воді. А вапно і гіпс краще розчиняються у холодній воді.

Дослідним шляхом встановлено, що при температурі 0 °C у 100 г води можна розчинити не більш ніж 13 г калійної селітри KNO_3 , при 20 °C — 32 г, при 40 °C — 64 г, при 60 °C — 110 г, а при 100 °C — 246 г.

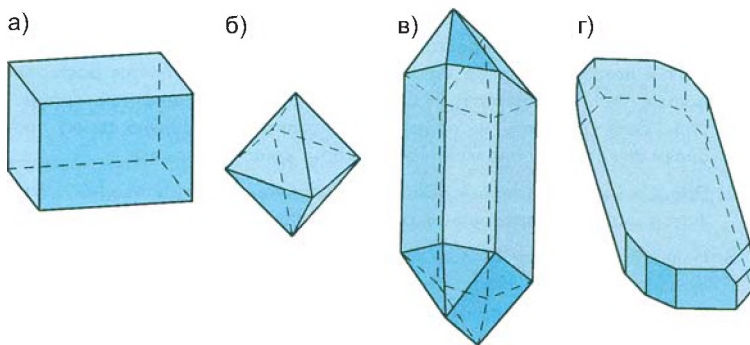
Розчин, у якому речовина ще може розчинитись при певній температурі, називають *ненасиченим*. Ненасиченим, наприклад, є розчин, отриманий додаванням 5 г кухонної солі до 100 г води.

Розчин, у якому при певній температурі речовина більше не розчиняється, називають *насиченим*. Наприклад, розчинність кухонної солі за кімнатної температури становить 36 г в 100 г води. Отже, для приготування насиченого розчину потрібно розчинити 36 г солі в 100 г води. Маса розчину при цьому дорівнює 136 г.

При повільному охолодженні насичених розчинів багатьох солей або при поступовому випаровуванні води сіль виділяється з розчину у вигляді великих кристалів. Кристали різних солей відрізняються за формою. Так, кристали кухонної солі зазвичай мають кубічну форму, алюмокалійний галун $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ виділяється з розчинів у вигляді октаєдрів, калійна селітра у вигляді довгих голок, а мідний купорос утворює яскраво-сині призми (мал. 91).

Для отримання великих кристалів мідного купоросу потрібно приготувати розчин солі, насичений при підвищеній температурі. Для цього потрібно розчинити при нагріванні 44 г мідного купоросу в 100 мл дистильованої води, а потім залишити розчин повільно охолоджуватись. Наступного дня на дні посудини з'являться призматичні кристали.

Рідини та гази, як і тверді речовини, здатні розчинятися у воді. Деякі рідини, наприклад, етиловий спирт, гліцерин, ацетон, сульфатна, нітратна та оцтова кислоти, необмежено розчинні у воді — їх можна змішувати з водою у будь-яких співвідношеннях. Бензин, гас, олія, хлороформ і багато інших рідин лише незначно розчиняються у воді, а тому їх вважають практично нерозчинними. Якщо таку рідину, наприклад олію, вилити у воду і перемішати, то з часом утворюються два різні шари — верхній (олія) і нижній (вода). Про такі рідини кажуть, що вони не змішуються.



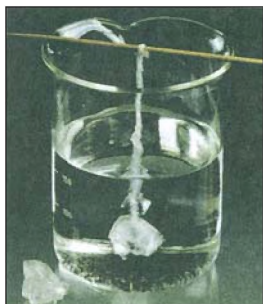
Мал. 91. Форми кристалів: а — кухонної солі; б — галуна;
в — калійної селітри; г — мідного купоросу

Гази також відрізняються за розчинністю. Найбільшу розчинність у воді мають хлороводень HCl і аміак NH_3 . При температурі 0°C і атмосферному тиску в 1 л води можна розчинити 500 л хлороводню і 1200 л аміаку. Водний розчин хлороводню називають хлоридною кислотою, а розбавлений водний розчин аміаку — нашатирним спиртом. Розчинність інших газів у воді суттєво нижча. Наприклад, у тих самих умовах в 1 л води розчиняється лише 1,7 л вуглекислого газу, 50 мл кисню, 23 мл азоту і 21,5 мл водню. Найменше з усіх газів розчинний гелій — 9,7 мл в 1 л води.

Якщо холодну водогінну воду нагріти, не доводячи її до кипіння, то на дні та стінках посудини утворюються бульбашки повітря, яке виділяється з води. Це пояснюється тим, що розчинність усіх газів зменшується з підвищенням температури.

На відміну від рідин і твердих тіл, газу значно краще розчиняються при підвищенні тиску. Вам, очевидно, доводилося відкривати пластикову пляшку з газованою водою. При виготовленні цього напою воду насичують вуглекислим газом при підвищеному тиску, а пляшку герметично закривають. Коли відкрити пляшку, тиск у ній вирівнюється з атмосферним, а надлишковий вуглекислий газ починає виділятися, інколи настільки бурхливо, що разом з ним із пляшки виливається частина рідини.

Запам'ятайте: розчинність газів зростає з пониженням температури і підвищенням тиску.



Мал. 92. Вирощування кристалів алюмінієвих галунів

- ... алхіміки вважали, що речовини не можуть вступати у хімічні реакції, якщо вони не розчинені. Тому, поряд із «філософським каменем», алхіміки шукали й універсальний розчинник «алькагест» — речовину, яка розчиняє все! Проте, досліди алхіміків з метою отримання універсального розчинника були безрезультатними.
- ...сучасні хіміки більш як 99% перетворень речовин здійснюють у розчинах.
- ...речовини розчиняються не лише у воді, а й у спирті, бензолі, сірководу-леці, ртуті та інших речовинах.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ



Вирощування кристалів

Отримайте великі кристали галунів чи кухонної солі. Для цього приготуйте насичений розчин солі, додаючи її до води доти, поки вона не перестане розчинятися, потім одержаний розчин профільтруйте, закрийте посудину шматком матерії чи фільтрувального паперу і поставте в тепле місце. Через декілька днів на дні посудини з'являться невеликі кристали. Виберіть один найбільш правильний кристал, перенесіть його в іншу посудину і залийте тим самим розчином. Кристал буде повільно рости. Щоб він ріс рівномірно, щодня пінцетом повертайте його, а також у разі необхідності доливайте розчин. Якщо у розчині з'являться нові кристали, їх потрібно видалити, користуючись пінцетом. Можна опустити в посу-

дину з розчином нитку, і коли на ній осядуть декілька кристалів, витягнути її, очистити, залишивши на ній лише один правильно сформований кристал, а потім знову занурити в розчин. У такому разі повертати кристал не треба (мал. 92). Якщо опустити в насичений розчин кухонної солі дрiт, обмотаний вовняною ниткою, можна отримати ціле намисто з дрібних кристалів.

ВИСНОВКИ

- Розчини — це однорідні суміші речовин.
- Речовину, що є в суміші в надлишку і в тому ж агрегатному стані, що й розчин, називають розчинником, а решту компонентів — розчиненими речовинами.
- Тверді речовини мають різну розчинність у воді. Розчинність більшості твердих речовин зростає з підвищенням температури. Розчинність газів зменшується при підвищенні температури розчину і збільшується при підвищенні тиску.
- Розчини поділяють на насичені та ненасичені, розбавлені та концентровані.



Початковий рівень

1. Що в хімії називають розчином? Які бувають розчини?
2. Наведіть приклади речовин, розчинність яких при нагріванні: а) збільшується, б) зменшується, в) майже не змінюється.
3. Які ви знаєте рідини і гази, добре розчинні у воді?
4. Чому акваріуми не можна заповнювати перевареною водою?

Середній рівень

5. Дайте визначення понять: «розчинник», «розчинена речовина», «розчинність», «насичений розчин», «концентрований розчин».

6. У воду випадково потрапив бензин. Як його можна відокремити від води? Чи буде вода мати запах бензину, якщо розділення проводити: а) в ділильній лійці; б) шляхом дистиляції?

Достатній рівень

7. Медичний спирт є розчином, у 100 г якого міститься 96 г спирту і 4 г води. Чи можна однозначно відповісти на питання, що у цьому разі є розчинником, а що — розчиненою речовиною? Розбавлений цей розчин чи концентрований?
8. Розчин калійної селітри, насичений при 80 °С, охолодили до кімнатної температури. Що ви будете спостерігати?
9. Які з перелічених газів — кисень, хлороводень, вуглекислий газ, азот, аміак, гелій — можна збирати: а) над водою; б) лише витісненням повітря? Чому?

Високий рівень

10. У 100 г води при 20 °С розчинили 32 г кухонної солі. Чи буде цей розчин: а) насиченим; б) концентрованим?
11. Взимку на дні затоки Кара-Богаз-Гол у Каспійському морі утворюється товстий шар мірабіліту $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, а влітку він зникає. Чому? В яку пору року вода в Кара-Богаз-Голі є насиченим розчином?
12. При атмосферному тиску і кімнатній температурі в 1 л води можна розчинити 880 мл вуглекислого газу, а при тискові, що створюється у закритій пляшці — майже 1600 мл. Який об'єм вуглекислого газу виділиться, якщо відкоркувати пляшку газованої води об'ємом 2 л? Більше чи менше газу виділиться, якщо попередньо охолодити пляшку?

Додаткове завдання

13. Яка мінімальна маса води, у якій за кімнатної температури можна розчинити 1 г кухонної солі, калійної селітри, крейди?

12. При атмосферному тиску і кімнатній температурі в 1 л води можна розчинити 880 мл вуглекислого газу, а при тискові, що створюється у закритій пляшці — майже 1600 мл. Який об'єм вуглекислого газу виділиться, якщо відкоркувати пляшку газованої води об'ємом 2 л? Більше чи менше газу виділиться, якщо попередньо охолодити пляшку?

Додаткове завдання

13. Яка мінімальна маса води, у якій за кімнатної температури можна розчинити 1 г кухонної солі, калійної селітри, крейди?
14. За кривою розчинності кухонної солі (див. мал. 91) визначте, яку масу її можна розчинити в 1 кг води при кімнатній температурі.

§ 28. Кількісний склад розчину



Із цього параграфа ви:

- дізнаєтеся, що таке масова частка розчиненої речовини;
- навчитеся обчислювати масову частку розчиненої речовини у розчині;
- зможете розв'язувати розрахункові задачі з використанням масової частки розчиненої речовини.

Пригадайте з вивченого на уроках фізики:

— що таке густина речовини?

Пригадайте з вивченого на уроках математики:

— як частину від цілого виразити у відсотках?

Характеристика розчину «насичений» чи «ненасичений», «розбавлений» чи «концентрований» не завжди є достатньою під час виконання хімічного експерименту. Під час роботи з розчинами важливо знати, скільки розчиненої речовини у ньому міститься,

тому в хімії користуються величиною, яку називають «масовою часткою розчиненої речовини» і позначають (подібно до масової частки елемента у складній речовині) w .

→ **Масова частка розчиненої речовини** — це відношення маси розчиненої речовини до маси розчину:

$$w(\text{р. р.}) = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р-ну})}, \text{ де:}$$

$w(\text{р. р.})$ — масова частка розчиненої речовини;
 $m(\text{р. р.})$ — маса розчиненої речовини;
 $m(\text{р-ну})$ — маса розчину.

Масову частку розчиненої речовини можна також виражати у відсотках:

$$w(\text{р. р.}) = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р-ну})} \cdot 100\%$$

Масова частка розчиненої речовини є безрозмірною величиною.

ЗАДАЧА 1. Яка маса калій хлориду KCl міститься у 200 г розчину з масовою часткою розчиненої речовини 10%?

<p><i>Дано:</i></p> <p>$m(\text{р-ну KCl}) = 200 \text{ г};$ $w(\text{KCl}) = 10\%;$</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/> <p>$m(\text{KCl}) = ?$</p>	<p><i>Розв'язання.</i></p> <p>Оскільки:</p> $w(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{р-ну KCl})} \cdot 100\%,$ <p>то з цієї формули визначаємо масу калій хлориду:</p> $m(\text{KCl}) = \frac{m(\text{р-ну KCl}) \cdot w(\text{KCl})}{100\%}$ $= \frac{200 \text{ г} \cdot 10\%}{100\%} = 20 \text{ г.}$
---	---

Відповідь: $m(\text{KCl}) = 20 \text{ г.}$

ЗАДАЧА 2. У 200 г води при температурі 80 °С розчинили 161,6 г натрій броміду NaBr. Визначте масову частку натрій броміду в утвореному розчині.

Дано:

$$\begin{array}{l} m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ г}; \\ m(\text{NaBr}) = 161,6 \text{ г}; \\ \hline w(\text{NaBr}) \text{ — ?} \end{array}$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу розчину:

$$\begin{aligned} m(\text{р-ну NaBr}) &= m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{NaBr}) = \\ &= 200 \text{ г} + 161,6 \text{ г} = 361,6 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Визначаємо масову частку натрій броміду:

$$\begin{aligned} w(\text{NaBr}) &= \frac{m(\text{KBr})}{m(\text{р-ну KBr})} = \frac{161,6 \text{ г}}{361,6 \text{ г}} = \\ &= 0,4469 \text{ або } 0,4469 \cdot 100\% = 44,69\%. \end{aligned}$$

Відповідь: $w(\text{NaBr}) = 0,4469$ або $44,69\%$.

ЗАДАЧА 3. Яка маса солі та яка маса води потрібні для приготування 500 г розчину з масовою часткою розчиненої речовини 15%?

Дано:

$$\begin{array}{l} m(\text{р-ну}) = 500 \text{ г}; \\ w(\text{солі}) = 15\% = 0,15; \\ \hline m(\text{солі}) \text{ — ?} \\ m(\text{H}_2\text{O}) \text{ — ?} \end{array}$$

Розв'язання.

1. Яка маса солі потрібна для приготування розчину?

$$\begin{aligned} m(\text{солі}) &= m(\text{р-ну}) \cdot w(\text{солі}) = \\ &= 500 \text{ г} \cdot 0,15 = 75 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Яка маса води необхідна для приготування розчину?

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= m(\text{р-ну}) - m(\text{солі}) = \\ &= 500 \text{ г} - 75 \text{ г} = 425 \text{ г}. \end{aligned}$$

Відповідь: $m(\text{солі}) = 75 \text{ г}$. $m(\text{H}_2\text{O}) = 425 \text{ г}$.

ЗАДАЧА 4. У розчині масова частка калій гідроксиду КОН дорівнює 25%. Обчисліть масу цього розчину, що містить 80 г калій гідроксиду.

<p><i>Дано:</i></p> $\omega(\text{KOH}) = 25\% = 0,25;$ $m(\text{KOH}) = 80 \text{ г};$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/> $m(\text{р-ну KOH}) = ?$	<p><i>Розв'язання.</i></p> $m(\text{р-ну KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{\omega(\text{KOH})} = \frac{80 \text{ г}}{0,25} =$ $= 320 \text{ г}$
--	--

Відповідь: $m(\text{р-ну KOH}) = 320 \text{ г}$.

ЗАДАЧА 5. Є 40 г розчину, у якому масова частка солі становить 5%. Скільки води потрібно додати до цього розчину, щоб отримати розчин з масовою часткою солі 2%?

<p><i>Дано:</i></p> $m_1(\text{р-ну солі}) = 40 \text{ г};$ $\omega_1(\text{солі}) = 5\% = 0,05;$ $\omega_2(\text{солі}) = 2\% = 0,02;$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/> $m(\text{H}_2\text{O}) = ?$	<p><i>Розв'язання.</i></p> <p>1. Яка маса солі міститься у розчині?</p> $m(\text{солі}) = m_1(\text{р-ну солі}) \cdot \omega_1(\text{солі}) = 40 \text{ г} \times$ $\times 0,05 = 2 \text{ г}.$ <p>2. Яка маса нового розчину?</p> $m_2(\text{р-ну солі}) = \frac{m(\text{солі})}{\omega_2(\text{солі})} = \frac{2 \text{ г}}{0,02} = 100 \text{ г}$
---	--

3. Яку масу води треба додати до першого розчину?

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_2(\text{р-ну солі}) - m_1(\text{р-ну солі}) =$$

$$= 100 \text{ г} - 40 \text{ г} = 60 \text{ г}$$

Відповідь: $m(\text{H}_2\text{O}) = 60 \text{ г}$.

ЗАДАЧА 6. Визначте масу кристалічного натрій гідроксиду NaOH і масу води, які потрібні для приготування 300 см³ розчину з масовою часткою NaOH 20%, якщо густина розчину становить 1,225 г/см³.

Дано:

$$V(\text{р-ну NaOH}) =$$

$$= 300 \text{ см}^3;$$

$$\omega(\text{NaOH}) = 20\%$$

$$= 0,2;$$

$$\rho(\text{р-ну NaOH}) =$$

$$= 1,225 \text{ г/см}^3;$$

$$m(\text{NaOH}) \text{ — ?}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) \text{ — ?}$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу розчину.

$$\begin{aligned} m(\text{р-ну NaOH}) &= V(\text{р-ну NaOH}) \times \\ &\times \rho(\text{р-ну NaOH}) = 300 \text{ см}^3 \cdot 1,225 \text{ г/см}^3 = \\ &= 367,5 \text{ г.} \end{aligned}$$

2. Визначаємо масу кристалічного натрій гідроксиду NaOH, потрібного для приготування розчину.

$$\begin{aligned} m(\text{NaOH}) &= m(\text{р-ну NaOH}) \cdot \omega(\text{NaOH}) = \\ &= 367,5 \text{ г} \cdot 0,2 = 73,5 \text{ г.} \end{aligned}$$

3. Визначаємо масу води.

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= m(\text{р-ну NaOH}) - m(\text{NaOH}) = \\ &= 367,5 \text{ г} - 73,5 \text{ г} = 294 \text{ г.} \end{aligned}$$

Відповідь: $m(\text{NaOH}) = 73,5 \text{ г}$. $m(\text{H}_2\text{O}) = 294 \text{ г}$.

ЗАДАЧА 7. До розчину масою 240 г з масовою часткою солі 10% долили 100 см³ води. Знайдіть масову частку солі в утвореному розчині.

Дано:

$$m_1(\text{р-ну солі}) = 240 \text{ г};$$

$$\omega_1(\text{солі}) = 10\% = 0,1;$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ см}^3;$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3;$$

$$w_2(\text{солі}) \text{ — ?}$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу води, яку додали до розчину.

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 100 \text{ см}^3 \cdot 1 \text{ г/см}^3 = 100 \text{ г.} \end{aligned}$$

2. Визначаємо масу солі у початковому розчині.

$$\begin{aligned} m(\text{солі}) &= m_1(\text{р-ну солі}) \cdot \omega_1(\text{солі}) = \\ &= 240 \text{ г} \cdot 0,1 = 24 \text{ г}; \end{aligned}$$

3. Визначаємо масу утвореного розчину.

$$m_2(\text{р-ну солі}) = m_1(\text{р-ну солі}) + m(\text{H}_2\text{O}) = \\ = 240 \text{ г} + 100 \text{ г} = 340 \text{ г};$$

4. Обчислюємо масову частку солі в утвореному розчині.

$$m_2(\text{солі}) = \frac{m(\text{солі})}{m_2(\text{р-ну солі})} = \frac{24 \text{ г}}{340 \text{ г}} =$$

$$= 0,0706 \text{ г} \text{ або } 0,0706 \cdot 100\% = 7,06\%.$$

Відповідь: $w_2(\text{солі}) = 7,06\%$.

ЗАДАЧА 8. До 200 г розчину з масовою часткою солі 15% додали 40 г кристалічної солі. Визначте масову частку солі в утвореному розчині.

Дано:

$$m_1(\text{р-ну солі}) = 200 \text{ г};$$

$$w_1(\text{солі}) = 15\% = 0,15;$$

$$m(\text{солі}) = 40 \text{ г};$$

$$w_2(\text{солі}) \text{ — ?}$$

Розв'язання.

1. Визначаємо масу утвореного розчину.

$$m_2(\text{р-ну солі}) = m_1(\text{р-ну солі}) + \\ + m_2(\text{солі}) = 200 \text{ г} + 40 \text{ г} = 240 \text{ г}.$$

2. Обчислюємо масу солі у першому розчині.

$$m_1(\text{солі}) = m_1(\text{р-ну солі}) \cdot w_1(\text{солі}) = \\ = 200 \text{ г} \cdot 0,15 = 30 \text{ г}.$$

3. Визначаємо масу солі в утвореному розчині.

$$m_2(\text{солі}) = m_1(\text{солі}) + m(\text{солі}) = 30 \text{ г} + \\ + 40 \text{ г} = 70 \text{ г}.$$

4. Обчислюємо масову частку солі в утвореному розчині.

$$w_2(\text{солі}) = \frac{m_2(\text{солі})}{m_2(\text{р-ну солі})} = \frac{70 \text{ г}}{240 \text{ г}} =$$

$$= 0,2917, \text{ або } 0,2917 \cdot 100\% = 29,17\%.$$

Відповідь: $w_2(\text{солі}) = 29,17\%$

ЗАДАЧА 9. До 250 г розчину з масовою часткою солі 10% долили 150 г розчину з масовою часткою солі 25%. Обчисліть масову частку солі в утвореному розчині.

Дано:

$$m_1(\text{р-ну солі}) = 250 \text{ г};$$

$$w_1(\text{солі}) = 10\% = 0,1;$$

$$m_2(\text{р-ну солі}) = 150 \text{ г};$$

$$w_2(\text{солі}) = 25\% = 0,25;$$

$$w_3(\text{солі}) = ?$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу солі у першому розчині.

$$m_1(\text{солі}) = m_1(\text{р-ну солі}) \cdot w_1(\text{солі}) =$$

$$= 250 \text{ г} \cdot 0,1 = 25 \text{ г}.$$

2. Визначаємо масу солі у другому розчині.

$$m_2(\text{солі}) = m_2(\text{р-ну солі}) \cdot w_2(\text{солі}) =$$

$$= 150 \text{ г} \cdot 0,25 = 37,5 \text{ г}.$$

3. Визначаємо масу солі в утвореному розчині.

$$m_3(\text{солі}) = m_1(\text{солі}) + m_2(\text{солі}) = 25 \text{ г} +$$

$$+ 37,5 \text{ г} = 62,5 \text{ г}.$$

4. Обчислюємо масу утвореного розчину.

$$m_3(\text{р-ну солі}) = m_1(\text{р-ну солі}) +$$

$$+ m_2(\text{р-ну солі}) = 250 \text{ г} + 150 \text{ г} = 400 \text{ г}.$$

5. Обчислюємо масову частку солі в утвореному розчині.

$$w_3(\text{солі}) = \frac{m_3(\text{солі})}{m_3(\text{р-ну солі})} = \frac{62,5 \text{ г}}{400 \text{ г}} =$$

$$= 0,1563$$

$$\text{або } 0,1563 \cdot 100\% = 15,63\%.$$

Відповідь: $w_3(\text{солі}) = 15,63\%$.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 4

Виготовлення водних розчинів із заданими масовими частками розчинених речовин.

Обладнання та реактиви: колба з водою, хімічні склянки, зірний циліндр або мензурка, скляна паличка з гумовим наконечником, лабораторні терези, ложечка для сипучих речовин або шпатель, кристалічний калій нітрат KNO_3 .

Уважно прочитайте «Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії».

Завдання №1. Приготуйте 80 г розчину з масовою часткою калій нітрату KNO_3 10%.

1. Виконайте обчислення та визначте масу калій нітрату і масу води, необхідні для приготування розчину.

2. Обчисліть об'єм води, який потрібен для приготування розчину, якщо густина води становить 1 г/см^3 .

3. Зважте потрібну масу калій нітрату. Виконуйте дії у такому порядку:

- поставте лабораторні терези перед собою, важки покладіть справа;
- підніміть аретир і зрівноважте терези;
- опустіть аретир, покладіть на ліву шальку фільтрувальний папір і знову зрівноважте терези;
- важки відповідної маси поставте пінцетом на праву шальку;
- при опущеному аретирі шпателем або ложечкою для сипучих речовин відсипайте невеликими порціями калій нітрат на ліву шальку терезів, доки не встановиться рівновага.

4. Калій нітрат висипте у хімічну склянку.

5. Мірним циліндром або мензуркою відміряйте потрібний об'єм води і вилийте у хімічний стакан із калій нітратом, скляною паличкою перемішайте до повного розчинення.

6. Розчин калій нітрату вилийте у хімічну склянку, наклейте етикетку, на якій зазначте формулу розчиненої речовини та її масову частку.

Завдання № 2. Зробіть розрахунки і з одержаного розчину приготуйте 40 г розчину з масовою часткою розчиненої речовини 2,5%.

Завдання № 3. Виконайте розрахунки і з 50 г розчину з масовою часткою 10% і кристалічного калій нітрату приготуйте розчин із масовою часткою 20%.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Виготовлення водного розчину кухонної солі

Приготуйте 400 г розчину з масовою часткою кухонної солі 20%. Візьміть до уваги, що чайна ложка вміщує 10 г солі. Для вимірювання об'єму води скористайтеся побутовою мірною склянкою.

Якщо хочете знати хімію глибше...

ЗАДАЧА 10. Які маси розчинів із масовими частками розчиненої речовини 20% і 60% потрібно взяти для приготування 800 г розчину з масовою часткою розчинної речовини 30%?

Дано:

$$\begin{aligned}w_1(\text{р. р.}) &= 20\%; \\w_2(\text{р. р.}) &= 60\%; \\w_3(\text{р. р.}) &= 30\%; \\m_3(\text{р-ну}) &= 800 \text{ г};\end{aligned}$$

$$m_1(\text{р-ну}) \text{ — ?}$$

$$m_2(\text{р-ну}) \text{ — ?}$$

Розв'язання.

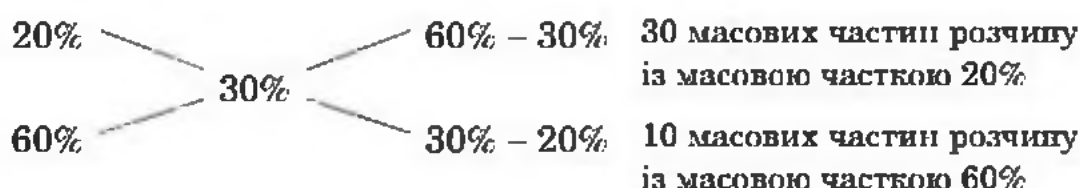
1. Задачу розв'яжемо за правилом Пірсона (це правило ще називають правилом змішування розчинів, правилом діагоналей або правилом хреста).

Записуємо одне під другим значення масових часток вихідних розчинів, справа між ними — значення масової частки нового розчину, який треба приготувати. Значення масових часток початкових розчинів сполучаємо зі значенням масової частки нового розчину прямими лініями і

продовжуємо ці лінії так, щоб утворилися діагоналі уявного прямокутника:



Потім від більшого числа на одній діагоналі віднімаємо менше і записуємо отримані значення, які показують масові частини першого і другого розчинів, які необхідні для приготування нового розчину.



ПІРСОН Карл
(1857–1936).

Англійський математик, статистик, біолог та філософ. одип із засновників математичної статистики, автор понад 650 опублікованих наукових робіт

2. Отже, для приготування нового розчину потрібно взяти 30 масових частин розчину з масовою часткою 20% і 10 масових частин розчину з масовою часткою 60%, тобто всього $30 + 10 = 40$ масових частин. Ці 40 частин становлять 800 г нового розчину.

3. Визначаємо масу розчину, що припадає на 1 частину.

$$800 \text{ г} : 40 \text{ частин} = 20 \text{ г.}$$

4. Визначаємо масу першого розчину.

$$m_1(\text{р-ну}) = 20 \text{ г} \cdot 30 \text{ частин} = 600 \text{ г.}$$

5. Обчислюємо масу другого розчину.

$$m_2(\text{р-ну}) = 20 \text{ г} \cdot 10 \text{ частин} = 200 \text{ г.}$$

Відповідь: 600 г розчину з масовою часткою 20%; 200 г розчину з масовою часткою 60%.

ЗАДАЧА 11. В 1 л води при 20 °С і атмосферному тиску розчиняється 110 л йодоводню HI. Густина газоподібного HI за цих умов дорівнює 5,3 г/л. Обчисліть масову частку йодоводню у насиченому розчині.

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ л} = 1000 \text{ мл};$$

$$V(\text{HI}) = 110 \text{ л};$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл};$$

$$\rho(\text{HI}) = 5,3 \text{ г/л};$$

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

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу води.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} \times 1000 \text{ мл} = 1000 \text{ г}.$$

2. Визначаємо масу йодоводню.

$$m(\text{HI}) = \rho(\text{HI}) \cdot V(\text{HI}) = 5,3 \text{ г/л} \times 110 \text{ мл} = 583 \text{ г}.$$

3. Знаходимо масу розчину:

$$m(\text{р-ну HI}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HI}) = 1000 \text{ г} + 583 \text{ г} = 1583 \text{ г}.$$

4. Обчислюємо масову частку йодоводню.

$$w(\text{HI}) = \frac{m(\text{HI})}{m(\text{р-ну HI})} = \frac{583 \text{ г}}{1583 \text{ г}} =$$

$$= 0,3683$$

$$\text{або } 0,3683 \cdot 100\% = 36,83\%.$$

Відповідь: $w(\text{HI}) = 36,83\%$.

ВИСНОВКИ

- Масова частка розчиненої речовини — це відношення маси розчиненої речовини до маси розчину. Масова частка — величина безрозмірна.



Початковий рівень

1. Яку величину називають масовою часткою розчиненої речовини?
2. Напишіть математичний вираз для обчислення масової частки розчиненої речовини.

Середній рівень

3. Обчисліть масову частку розчиненої речовини, якщо у 250 г розчину міститься 5 г солі.
4. Визначте масу кальцій хлориду CaCl_2 в 90 г розчину, якщо масова частка CaCl_2 в розчині дорівнює 3%.

Достатній рівень

5. У розчині масова частка розчиненої речовини становить 20%. Обчисліть масу розчину, що містить 40 г речовини.
6. Обчисліть масу солі та води, необхідних для приготування 300 г розчину з масовою часткою солі 13%.

Високий рівень

7. Є 360 г розчину калій хлориду KCl з масовою часткою розчиненої речовини 20%. До розчину додали 40 г води. Яка масова частка розчиненої речовини в новоутвореному розчині?
8. Лаборант приготував 120 г розчину, в якому масова частка солі становить 6%. Скільки води потрібно додати до цього розчину, щоб отримати розчин з масовою часткою солі 4%?
9. Злили 50 г розчину з масовою часткою розчиненої речовини 2% і 150 г розчину з масовою часткою розчиненої речовини 4%. Обчисліть масову частку розчиненої речовини в новоутвореному розчині.
10. Яку масу сульфатної кислоти H_2SO_4 і яку масу води треба використати для приготування 100 cm^3 розчину сульфатної кислоти (густина розчину $1,143 \text{ g/cm}^3$) з масовою часткою розчиненої речовини 20%?
11. В лабораторії є 130 г розчину барій нітрату $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ з масовою часткою розчиненої речовини 30%. Яку масу барій нітрату потрібно додатково розчинити у цьому розчині, щоб масова частка розчиненої речовини зроста до 35%?
12. До 350 г розчину солі з масовою часткою розчиненої речовини 20% додали 50 г солі. Обчисліть масову частку розчиненої речовини в новому розчині.

Додаткове завдання

13. Визначте маси розчинів з масовими частками розчиненої речовини 25% і 75%, потрібні для приготування 500 г розчину з масовою часткою розчиненої речовини 45%.

§ 29. Взаємодія води з оксидами



Із цього параграфу ви дізнаєтеся:

- як взаємодіє вода з оксидами металічних і неметалічних елементів;
- які речовини називають індикаторами.

Вода реагує з оксидами деяких металічних елементів, наприклад: Літію, Натрію, Калію, Рубідію, Цезію, Кальцію, Стронцію, Барію та деяких інших. Зверніть увагу, що ці елементи розташовано у головних підгрупах I–II груп періодичної системи.

Розглянемо взаємодію води з кальцій оксидом CaO .

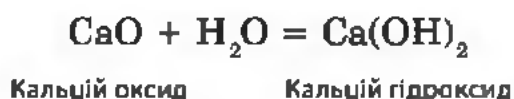


Кальцій оксид — речовина білого кольору. У промисловості його називають негашеним, або паленим вапном. Важливе практичне значення має реакція гасіння вапна. Вивчимо її на досліді (мал. 95).



Мал. 95. Гасіння вапна

У порцелянову чашку помістимо шматочки паленого вапна і будемо порціями додавати воду. Кальцій оксид поглинає воду, і через деякий час шматочки вапна починають розігріватися та розсипатися на дрібний порошок. Виділення теплоти — ознака хімічної реакції. Її продуктом є гашене вапно — кальцій гідроксид $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



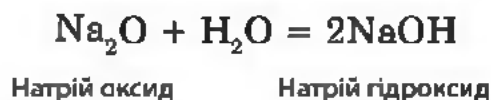
Кальцій гідроксид належить до класу основ.

Основи — це складні речовини, утворені атомами металічних елементів і гідроксильними групами $-\text{OH}$.

Назва групи $-\text{OH}$ утворена з назв хімічних елементів, які її утворюють: Гідрогену і Оксигену. Гідроксильна група одновалентна.

Назва основи складається з назви металічного елемента та слова «гідроксид».

Під час взаємодії натрій оксиду з водою утворюється натрій гідроксид:



Оксиди Алюмінію, Купруму, Цинку, Феруму з водою не взаємодіють.

Барій гідроксид $\text{Ba}(\text{OH})_2$, літій гідроксид LiOH , натрій гідроксид NaOH , калій гідроксид KOH та інші розчинні у воді основи, а також малорозчинний кальцій гідроксид $\text{Ca}(\text{OH})_2$, називають лугами. Щоб дізнатися, розчинна у воді основа чи ні (тобто, чи є вона лугом), потрібно скористатися вже відомою вам таблицею розчинності.

Запам'ятайте, що луги, утворені елементами головної підгрупи I групи мають загальну формулу MeOH , а елементами головної підгрупи II групи — $\text{Me}(\text{OH})_2$, де Me означає відповідний металічний елемент: Na, K, Ca, Ba тощо.

Для лугів існують якісні реакції, за допомогою яких розчини лугів можна розпізнати серед розчинів інших речовин — це реакції лугів з індикаторами (у перекладі з лат. — визначники).

Речовини, які від дії розчинів лугів чи кислот змінюють свій колір, називають індикаторами.

До них належать лакмус, фенолфталеїн, метиловий оранжевий (який також скорочено називають метилоранж) та деякі інші.

У таблиці подано назви індикаторів і вказано забарвлення у нейтральному (тобто за відсутності лугу чи кислоти), у лужному (за наявності лугу) і кислому (у присутності кислоти) середовищі.

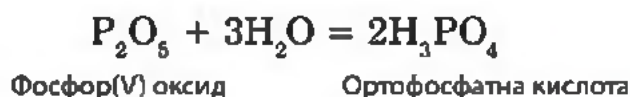
Індикатори	Колір індикатора у середовищі		
	нейтральному	лужному	кислому
Лакмус	фіолетовий	синій	червоний
Фенолфталеїн	безбарвний	малиновий	безбарвний
Метилоранж	оранжевий	жовтий	рожевий



Якщо до розчину лугу додати 1–2 краплі розчину індикатора, то він змінює свій колір: безбарвний фенолфталеїн стає малиновим, фіолетовий лакмус — синім, оранжевий метилоранж — жовтим.

Багато оксидів неметалічних елементів теж реагують з водою, внаслідок таких реакцій утворюються кислоти.

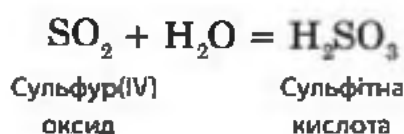
Виконаємо такий дослід. Спалимо у банці червоний фосфор. Унаслідок реакції утворюється фосфор(V) оксид у вигляді білого диму. Наллємо у банку гарячої води і почекаємо, доки фосфор(V) оксид розчиниться. Внаслідок реакції утворюється ортофосфатна кислота:



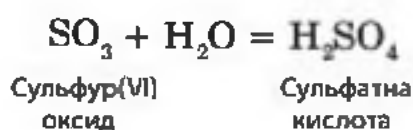


Якщо до утвореного розчину ортофосфатної кислоти додати 1–2 краплі фіолетового лакмусу, то колір індикатора зміниться на червоний, метилового оранжевого — на рожевий, а фенолфталеїн залишиться безбарвним.

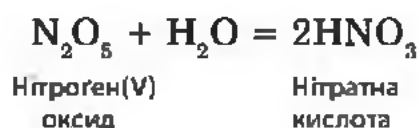
У банці, в якій міститься трохи води, спалимо сірку. Сульфур(IV) оксид SO_2 , що утворився під час згоряння сірки, сполучається з водою, внаслідок чого утворюється сульфїтна кислота H_2SO_3 :



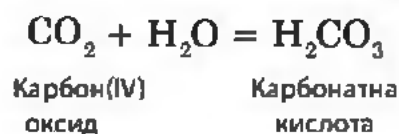
Сульфур має змінну валентність. Крім оксиду SO_2 , де Сульфур виявляє валентність 4, Сульфур утворює інший оксид — SO_3 , де Сульфур має валентність 6. Сульфур(VI) оксид, взаємодіючи з водою, утворює сульфатну кислоту H_2SO_4 :



Нітроген утворює декілька оксидів, один із яких — а саме нітроген(V) оксид N_2O_5 — взаємодіє з водою з утворенням нітратної кислоти HNO_3 :



Під час розчинення у воді вуглекислого газу (карбон(IV) оксиду) CO_2 утворюється карбонатна кислота H_2CO_3 :



Силіцій(IV) оксид SiO_2 з водою не взаємодіє.

Реакції оксидів з водою належать до реакцій сполучення.

Основи і кислоти утворюються під час взаємодії оксидів з водою, тому їх іще називають гідратами оксидів («гідро» у перекладі із грецької означає «вода»).

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 5

Випробування водних розчинів кислот і лугів індикаторами.

Обладнання та реактиви: штатив із пробірками, хлоридна кислота, розчини сульфатної та нітратної кислот; розчини натрій гідроксиду, кальцій гідроксиду; лакмус, метиловий оранжевий, фенолфталеїн; три пробірки без написів із розчином барій гідроксиду, натрій хлориду та хлоридною кислотою.

Уважно прочитайте «Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії».

Дія індикаторів на розчини кислот

1. У першу пробірку налийте 0,5 мл хлоридної кислоти, у другу — 0,5 мл сульфатної кислоти, у третю — 0,5 мл нітратної кислоти (у пробірці це буде шар рідни заввишки приблизно 0,5 см). У кожен пробірку додайте 1–2 краплі лакмусу. Що спостерігаєте?

2. У три порожні пробірки налийте по 0,5 мл хлоридної, сульфатної і нітратної кислот. У кожен пробірку додайте по 1–2 краплі фенолфталеїну. Чи спостерігаєте якісь зміни?

3. У три чисті пробірки налийте по 0,5 мл хлоридної, сульфатної та нітратної кислот. У кожен пробірку додайте по 1–2 краплі метилового оранжевого. Що спостерігаєте?

4. Як можна довести, що до складу лимонів, щавлю, яблук і газованої води входять кислоти? Використавши набуті знання з хімії та біології, назвіть ці кислоти.

5. Якщо до засобу для зняття іржі з металевих предметів додати синій лакмус, то він набуває червоного забарвлення. Про наявність якої речовини це свідчить?

Дія індикаторів на розчини лугів

1. У першу пробірку налийте 0,5 мл розчину натрій гідроксиду, в другу — 0,5 мл розчину кальцій гідроксиду. До обох пробірок додайте по 1–2 краплі лакмусу. Що спостерігаєте?

2. В одну порожню пробірку налейте 0,5 мл розчину натрій гідроксиду, в іншу — 0,5 мл розчину кальцій гідроксиду. До обох пробірок додайте по 1–2 краплі метилового оранжевого. Що спостерігаєте?

3. В одну чисту пробірку налейте 0,5 мл розчину натрій гідроксиду, в іншу — 0,5 мл розчину кальцій гідроксиду. До обох пробірок додайте по 1–2 краплі фенолфталеїну. Що спостерігаєте?

4. Якщо до засобу для чищення раковин додати 1–2 краплі фенолфталеїну, то розчин індикатора набуває малинового забарвлення. Про наявність якої речовини це свідчить?

5. Вам видано три пробірки без написів із розчином барій гідроксиду, натрій хлориду та хлоридною кислотою. Як розпізнати ці речовини? Складіть план розпізнавання і визначте, у якій пробірці знаходиться кожна речовина. Чи можна виконати це завдання, використавши як індикатор фенолфталеїн?

- ☞ ...Біблія згадує про луги: «... і твою жужелицю немов лугом витоплю ...».
- ☞ ...у давнину негашене вапно добували термічним розкладанням кальцій карбонату — випалюванням вапняку чи кісток, тому в Біблії читаємо: «... спалив на вапно кості...».

ВИСНОВКИ

- Під час взаємодії оксидів деяких металічних елементів (Na_2O , CaO тощо) з водою утворюються розчинні основи — луги.
- Унаслідок взаємодії оксидів неметалічних елементів (SO_2 , SO_3 , P_2O_5 та деяких інших) із водою утворюються кислоти.
- Основи та кислоти називають гідратами оксидів.
- Луги та кислоти у розчині можна виявити за допомогою індикаторів.
- Індикатори — це речовини, які змінюють своє забарвлення у присутності розчинів лугів і кислот.



Початковий рівень

1. До якого типу хімічних реакцій належать реакції оксидів із водою?
2. За допомогою яких речовин можна виявити луги і кислоти у розчині?
3. Назвіть відомі вам індикатори.

Середній рівень

4. Укажіть формулу лугу:
 А) NaOH; Б) CuOH; В) Cu(OH)₂; Г) Fe(OH)₂.
5. Укажіть формулу кислоти:
 А) HNO₃; Б) KNO₃; В) K₂O; Г) KOH.
6. Укажіть забарвлення лакмусу в розчині кальцій гідроксиду:
 А) червоне; Б) оранжеве; В) синє; Г) рожеве.
7. Укажіть забарвлення метилового оранжевого в розчині сульфатної кислоти:
 А) фіолетове; Б) рожеве; В) синє; Г) малинове.

Достатній рівень

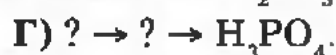
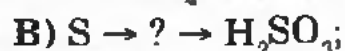
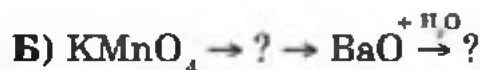
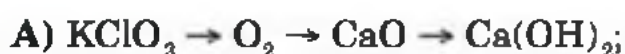
8. Укажіть відповідність між оксидом і гідратом оксиду:

<i>Оксид</i>	<i>Гідрат оксиду</i>
1) SrO	А) H ₂ SO ₄
2) SO ₂	Б) H ₂ SO ₃
3) K ₂ O	В) H ₂ SiO ₃
4) SO ₃	Г) KOH
	Д) Sr(OH) ₂

9. Напишіть рівняння реакції між: а) літій оксидом і водою; б) барій оксидом і водою; в) фосфор(V) оксидом і водою. Назвіть продукти реакцій. До якого класу неорганічних речовин вони належать?

Високий рівень

10. Напишіть рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



Напишіть формули і назви невідомих речовин. Укажіть типи хімічних реакцій і зазначте умови їхнього перебігу.

Додаткове завдання

11. Напишіть рівняння хімічних реакцій, як, виходячи лише з простих речовин, можна одержати карбонатну кислоту.
12. Напишіть формулу і назву кислоти, яка входить до засобу для зняття іржі з металевих предметів.
13. Напишіть формулу і назву лугу, який входить до засобу для чищення раковин.

§ 30. ЗНАЧЕННЯ ВОДИ І ВОДНИХ РОЗЧИНІВ У ПРИРОДІ ТА ЖИТТІ ЛЮДИНИ



Із цього параграфа ви:

- зрозумієте роль води і водних розчинів;
- зрозумієте причину кислотних дощів;
- дізнаєтеся, як очищають воду на водоочисних станціях;
- дізнаєтеся, як можна очистити воду в домашніх умовах.

У природі вода відіграє надзвичайно важливу роль. Випаровуючись, вона переноситься на величезні віддалі та випадає там у вигляді дощу та снігу. Вологість повітря і кількість атмосферних опадів є найважливішими факторами, що формують клімат і погоду.

Вода є також одним із найважливіших геологічних факторів, що змінює зовнішній вигляд земної поверхні.

Вода має величезне значення в житті людини, тварин і рослин. За день людина використовує в їжу в середньому 2 л води. Значно більше води витрачається на побутові потреби — миття, прання. У великих містах щоденна витрата води становить приблизно 100 л на людину.

Вода необхідна для розчинення поживних речовин. Рослини беруть з ґрунту потрібні їм солі лише у вигляді розчинів. Нестача води в ґрунті призводить до погіршення живлення рослин і зниження врожаю сільськогосподарських культур. Тому для збереження у ґрунті води здійснюють цілий комплекс агротехнічних заходів.

Роль води у промисловості, сільському господарстві та в побуті теж дуже велика і різноманітна.

Значну кількість води використовують заводи і фабрики, хімічні та металургійні комбінати. Там воду використовують для розчинення речовин, промивання, очищення, охолодження виробничих агрегатів, як вихідну речовину для одержання водню, кислот і лугів.

У сільському господарстві у вигляді розчинів застосовують деякі добрива й речовини для боротьби зі шкідниками сільськогосподарських рослин.

Розчини мають величезне значення у природі. З природних водних розчинів утворилися величезні товщі багатьох мінералів, наприклад, кам'яної солі.

Процеси засвоєння їжі тваринами й людьми теж відбуваються через перетворення її в органах травлення у сполуки, розчинні у воді та через перехід цих сполук у водні розчини.

Під час здійснення хімічного експерименту також часто користується розчинами речовин.

Під час горіння палива, гниття органічних решток, на багатьох металургійних і хімічних виробництвах утворюється велика кількість оксидів неметалічних елементів: CO_2 , SO_2 , SO_3 , NO_2 тощо. Потрапляючи в атмосферу, вони взаємодіють із водяною парою, яка міститься в повітрі, утворюючи кислоти, що у вигляді кислотних опадів повертаються назад на землю, завдаючи великої шкоди: викликають загибель риб і інших водяних мешкан-

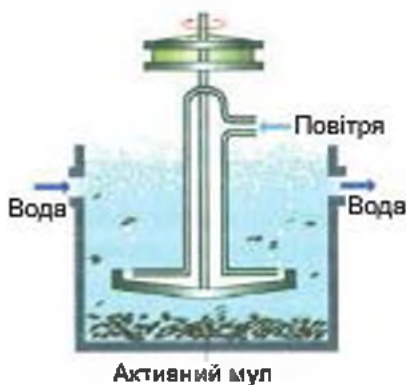
ців, а також сухопутних тварин, порушують захисний восковий покрив листя, роблячи рослини більш уразливими для комах та різноманітних захворювань. Забруднення повітря кислотоутворюючими викидами чинить різноманітний шкідливий вплив і на організм людини.

Кислотні дощі роз'їдають метали, фарби, синтетичні матеріали, руйнують архітектурні пам'ятники.

Для боротьби з кислотними дощами необхідно направити зусилля на скорочення викидів кислотоутворюючих речовин вугільними електростанціями. А для цього необхідно: використання вугілля з невеликим вмістом сполук Сульфуру чи його очищення від сірки; використання фільтрів для очищення газоподібних продуктів; застосування альтернативних джерел енергії, наприклад, сонячної, вітрової або енергії води.

Велике сучасне місто щоденно скидає у каналізацію мільйони кубометрів стічних вод. Їх очистка є серйозною проблемою. Забруднення природних вод сполуками Нітрогену, Фосфору, Плюмбуму і Меркурію, органічними речовинами призводить до загибелі риби, масового росту водоростей та до обміління річок.

Від частинок великих розмірів стічні води очищають відстоюванням і фільтруванням. Видаленню органічних речовин природного походження сприяють мікроорганізми, які ними живляться. Крізь воду з доданням у неї біологічно активним намулом, що багатий на мікроорганізми, інтенсивно продувають повітря (мал. 96).



Мал. 96. Біологічна очистка води

Після цього вода потрапляє у відстійники, в яких мешкають мальки риб. Мертві мікроорганізми осідають на дно, їх переробляють риби та рослини. Значно важче очистити воду від синтетичних органічних сполук, тому багато підприємств переходять на циклічне використання води.

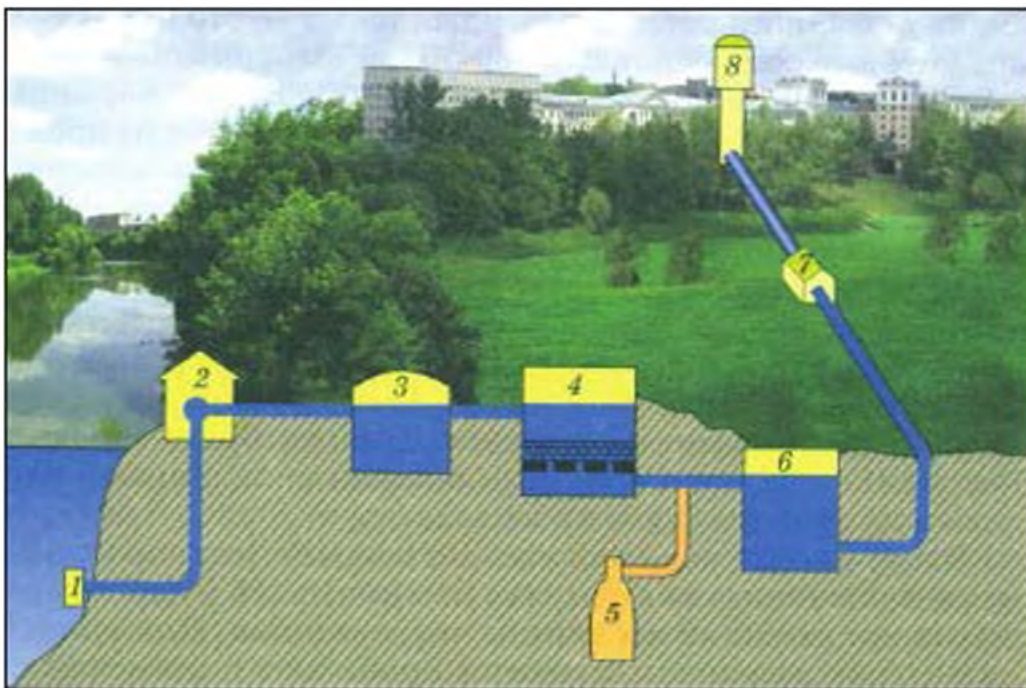
Вода, що потрапляє у водогін, повинна бути прозорою, очищеною від

шкідливих речовин та хвороботворних бактерій. Проте часто річкова вода є неоднорідною, каламутною. Це пов'язано з тим, що крім солей вода містить дрібні часточки піску та мулу. Для очищення води від них застосовують фільтрування. Вода, що пройшла крізь фільтр, прозора, проте і надалі містить розчинені солі.



Очистку та знезараження води здійснюють на спеціальних спорудах — водоочисних станціях (мал. 97).


На водоочисну станцію надходить вода з річок та водосховищ. По трубах водозабірників 1, відділених від річкового русла сіткою для затримки сміття великого розміру, річкова вода перекачується насосами у спеціальні басейни — змішувачі 2. Тут до води додають деякі солі (сполуки Алюмінію та Феруму), які осаджують домішки шкідливих речовин і дрібні часточки мулу. Зі змішувача вода потрапляє у відстійник 3. Найдрібніші завислі часточки, які не осіли на дно відстійника, видаляють фільтруванням. Промисловий фільтр 4 суттєво відрізняється від лаборатор-



Мал. 97. Схема водоочисної станції: 1 — водозабірник; 2 — змішувач; 3 — відстійник; 4 — фільтр; 5 — хлоратор; 6 — резервуар для очищеної води; 7 — насос; 8 — водонапірна башта

ного. Це спеціальна бетонна камера, котра майже наполовину заповнена піском і гравієм. Вода потрапляє у неї зверху, а витікає через отвори у дні камери. Шари піску та гравію затримують завислі у воді часточки, вода стає чистою і прозорою. Очищену воду перед подачею у водогінну мережу знезаражують — обробляють хлором або озоном, що вбиває хвороботворні бактерії.

У домашніх умовах надійним способом знезараження води є її кип'ятіння.

 Хімічно чисту воду отримують *перегонкою*, або *дистиляцією* (мал. 98). Цей спосіб очистки полягає у тому, що рідина при нагріванні переходить у пару, яка потім охолоджується і конденсується, тобто перетворюється на рідину. Найпростіший прилад для перегонки складається з колби, термометра, холодильника і приймача. Заповнимо колбу на 2/3 водою з крана та почнемо нагрівати її. Незабаром стовпчик термометра зупиниться на позначці, близькій до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це означає, що водяна пара вже досягла горла колби і дистиляція почалася. Згодом на дні приймача збереться чиста вода. Воду, одержану шляхом перегонки, називають *дистильованою*. Вона практично не



Мал. 98. Перегонка води у лабораторії

містить розчинених солей. Дистильовану воду використовують у хімічних лабораторіях для приготування розчинів, в аптеках під час виробництва і для розбавлення ліків, в автомобільних акумуляторах.

Пити дистильовану воду небажано. У великих кількостях вона шкідлива для здоров'я, адже організм людини пристосований до споживання води з розчиненими в ній солями. Сучасний дистильатор (мал. 99) — це бак, у нижній частині якого розташовано нагрівальний прилад. Вода в баку постійно кипить, а водяна пара конденсується у спеціальному приймачеві, який охолоджується водою, котра подається у бак. Тривалий час перегонка була основним методом знесолювання — очистки води від розчинених у ній солей. Тепер у промисловості використовують методи, які базуються на йонному обміні. Воду, очищену від солей методом йонного обміну, називають деіонізованою.



Мал. 99. Будова дистильатора

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Очищення води кип'ятінням і за допомогою побутового фільтра

Закип'ятіть 1–1,5 л колодязної чи водогінної води, дайте їй охолонути і відстоятися. Що спостерігаєте на дні посудини? Побутовий фільтр, який кріпиться на водогінній трубі, очищає воду від сторонніх домішок, продуктів життєдіяльності водної мікрофлори, хлорорганічних сполук. Розгляньте фільтруючий елемент після його заміни. Опишіть побачене.

- ☞ ...на вирощування 1 т пшениці втрачають майже 1500 т води, а на 1 т бавовнику — 1000 т води.

ВИСНОВКИ

- Вода і водні розчини відіграють важливу роль у природі та житті людини.
 - Кислотні дощі є наслідком техногенної діяльності людини і завдають шкоду.
 - Перед використанням воду, яку беруть із річок та водосховищ, потрібно очищати.
-



Початковий рівень

1. Яке значення води у живій і неживій природі та діяльності людини?
2. Що таке дистильована вода? Для чого її використовують?

Середній рівень

3. Яка вода у природі найбільш близька до дистильованої? Які домішки вона може містити?
4. Від яких домішок у воді можна позбутися фільтруванням, відстоюванням, дистиляцією?

Достатній рівень

5. Опишіть процес очищення води на водоочисній станції.

Високий рівень

6. Підготуйте розповідь про очистку стічних вод.

Додаткове завдання

7. Які кислоти потрапляють на землю у вигляді кислотних дощів? Напишіть рівняння реакцій їх утворення з відповідних оксидів.

ВІДПОВІДІ

§ 3

10. 1 — В, 2 — Г, 3 — Б, 4 — А.

§ 4

5. 1 — Г, 2 — Б, 3 — А, 4 — В.

6. Речовини: вода, харчова сода, крохмаль, озон.

Матеріали: мідь, бронза, мармур, вапняк, малахіт.

Фізичні тіла: крижина, крапля води, стіл, скульптура, монета.

§ 8

7. Чисті речовини: кухонна сіль, вода, сода, крохмаль, золото.

Однорідні суміші: розчин кухонної солі у воді, розчин мідного купоросу.

Неоднорідні суміші: кров, зубна паста, цемент.

§ 9

5. 2 електрони.

6. а) атом не має заряду; б) +7.

7. а) +3; б) -2.

§ 11

6. Б 11.

12. а) Натрій; б) Бор; в) Іод.

§ 12

$$6. 1) \frac{m_a(\text{C})}{m_a(\text{He})} = \frac{A_r(\text{C})}{A_r(\text{He})} = \frac{12}{4} = 3$$

$$2) \frac{m_a(\text{O})}{m_a(\text{He})} = \frac{A_r(\text{O})}{A_r(\text{He})} = \frac{16}{4} = 4$$

$$3) \frac{m_a(\text{Mg})}{m_a(\text{He})} = \frac{A_r(\text{Mg})}{A_r(\text{He})} = \frac{24}{4} = 6$$

Відповідь: 1) у 3 рази; 2) у 4 рази; 3) у 6 разів.

10.

Дано:

$$m_a(\text{N}) = 2,32 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$m_a(\text{C}) = 2,0 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

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

Розв'язання.

$$A_r(\text{N}) = \frac{m_a(\text{N})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{2,32 \cdot 10^{-26} \text{ кг}}{2,0 \cdot 10^{-26} \text{ кг}} = 14.$$

Відповідь: $A_r(\text{N}) = 14$.

11. 1. Обчислюємо масу m_1 двох атомів Алюмінію:

$$m_1 = 2 \cdot A_r(\text{Al}) = 2 \cdot 27 \text{ а. о. м.} = 54 \text{ а. о. м.}$$

2. Обчислюємо масу m_2 трьох атомів Сульфуру.

$$m_2 = 3 \cdot A_r(\text{S}) = 3 \cdot 32 \text{ а. о. м.} = 96 \text{ а. о. м.}$$

3. Порівнюємо маси:

$$96 \text{ а. о. м.} > 54 \text{ а. о. м.}, \text{ тобто } m_2 > m_1$$

Відповідь: маса трьох атомів Сульфуру більша за масу двох атомів Алюмінію.

12. а) Так; б) ні; в) так; г) ні.

§ 13

1. Ен-два (молекула містить два атоми Нітрогену); ес-о-три (молекула містить один атом Сульфуру і три атоми Оксигену); аш-пе-о-три (молекула містить один атом Гідрогену, один атом Фосфору і три атоми Оксигену); магній-еп-о-три-двічі (формульа одиниця містить один атом Магнію, два атоми Нітрогену і шість атомів Оксигену).

2. Три молекули NO_2 , чотири молекули HCl , вісім атомів Цинку, сім молекул H_2S .

3. P_2O_5 , N_2O_5 , H_2SiO_3 , H_3PO_4 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$.

4. а) $n(\text{Ba}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1 : 1 : 4$; б) $n(\text{Ca}) : n(\text{P}) : n(\text{O}) = 3 : 2 : 8$.

5. а) O_2 ;

б) H_2CO_3 ; $n(\text{H}) : n(\text{C}) : n(\text{O}) = 2 : 1 : 3$.

в) Na_3PO_4 ; а) $n(\text{Na}) : n(\text{P}) : n(\text{O}) = 3 : 1 : 4$.

7. $m(\text{Al}) : m(\text{S}) : m(\text{O}) = [A_r(\text{Al}) \cdot n(\text{Al})] : [A_r(\text{S}) \cdot n(\text{S})] : [A_r(\text{O}) \cdot n(\text{O})] = [27 \cdot 2] : [32 \cdot 3] : [16 \cdot 12] = 54 : 96 : 192 = 9 : 16 : 32$.

Відповідь: $m(\text{Al}) : m(\text{S}) : m(\text{O}) = 9 : 16 : 32$.

8. а) V_2O_5 ; б) Cl_2O_7 .

9. 1. Формулу невідомої речовини запишемо як $\text{Ca}_x\text{S}_y\text{O}_z$.

2. Визначасмо масове співвідношення елементів у речовині:

$$m(\text{Ca}) : m(\text{S}) : m(\text{O}) = [A_r(\text{Ca}) \cdot n(\text{Ca})] : [A_r(\text{S}) \cdot n(\text{S})] : [A_r(\text{O}) \cdot n(\text{O})] = [40 \cdot x] : [32 \cdot y] : [16 \cdot z] = 40x : 32y : 16z.$$

3. За умовою задачі: $40x : 32y : 16z = 5 : 4 : 8$.

4. Праву частину рівності помножимо на 8, одержимо:

$$40x : 32y : 16z = 40 : 32 : 64.$$

Цю умову задовольняє $x = 1, y = 1, z = 4$.

Відповідь: формула речовини CaSO_4 .

§ 14

9. а) К, Р; б) Al, С; в) Mg, Cl; г) Ba, S?

§ 15

4. II V IV III VI VII VIII
Be, P, Si, Al, C, Te, S, B, Se, Cl.

5. I II IV III V II
 $\text{H}_2\text{Se}, \text{SeO}_2, \text{OF}_2, \text{Cl}_2\text{O}_6$.

6. V II IV III II IV III II IV V II
 $\text{P}_2\text{O}_5, \text{SO}_2, \text{SO}_3, \text{NO}, \text{NO}_2, \text{SnO}, \text{SnO}_2, \text{V}_2\text{O}_5$.

7. $\text{MgO}, \text{P}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{O}, \text{ClO}_2, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{CuO}, \text{SiO}_2, \text{ZnO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{H}_2\text{O}, \text{PbO}, \text{PbO}_2$.

8. $\text{MnO}, \text{Mn}_2\text{O}_3, \text{MnO}_2, \text{Mn}_2\text{O}_7$.

9. 1 — Г, 2 — В, 3 — А.

10. г, б, в, а.

112. VI II V II I IV III I VI II
 $\text{SeO}_2, \text{P}_2\text{O}_5, \text{HCN}, \text{H}_2\text{SO}_4$.

§ 16

3. а) $M_r(\text{Cl}_2) = 2 \cdot A_r(\text{Cl}) = 2 \cdot 35,5 = 71$

б) $M_r(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{S}) = 2 \cdot 1 + 32 = 34$

в) $M_r(\text{HNO}_3) = A_r(\text{H}) + A_r(\text{N}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63$

4. $M_r(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 \cdot A_r(\text{C}) + 12 \cdot A_r(\text{H}) + 6 \cdot A_r(\text{O}) = 6 \cdot 12 + 12 + 6 \cdot 16 = 180$

5. $n = M_r(\text{CO}_2) : M_r(\text{H}_2) = 44 : 2 = 22$.

6. $M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 3 \cdot A_r(\text{Ca}) + 2 \cdot [A_r(\text{P}) + 4 \cdot A_r(\text{O})] = 3 \cdot 40 + 2 \cdot [31 + 4 \cdot 16] = 310$.

7. H_2O_2 . $m(\text{H}) : m(\text{O}) = 1 : 16$.

8. 1. Формулу невідомої сполуки запишемо як Al_2S_y .

2. Обчислимо її відносну молекулярну масу.

$$M_r(\text{Al}_2\text{S}_y) = 2 \cdot A_r(\text{Al}) + y \cdot A_r(\text{S}) = 2 \cdot 27 + 32y = 54 + 32y.$$

3. Устаповлюмо формулу сполуки.

За умовою задачі:

$$54 + 32y = 150$$

Розв'язуємо алгебраїчне рівняння:

$$32y = 150 - 54$$

$$32y = 96$$

$$y = 96 : 32 = 3$$

Відповідь: формула сполуки Al_2S_3 .

9. K_2S , K_2SO_3 , K_2SO_4 .

10. 1. За умовою задачі: $m(H) : m(S) : m(O) = 1 : 16 : 32$.

2. Обчислюємо суму масових частин Гідрогену, Сульфору і Оксигену:

$$1 + 16 + 32 = 49.$$

3. Оскільки відносна молекулярна маса сульфатної кислоти становить 98, то її молекулярна маса в атомних одиницях маси дорівнює 98 а. о. м.

4. Визначасмо, скільки атомних одиниць маси припадає на 1 масову частину:

$$98 \text{ а. о. м.} : 49 = 2 \text{ а. о. м.}$$

5. Співвідношення мас атомів помножимо на 2. а. о. м., отримаємо:
 $m(H) : m(S) : m(O) = (1 : 16 : 32) \cdot 2 \text{ а. о. м.} =$
 $= 2 \text{ а. о. м.} : 32 \text{ а. о. м.} : 64 \text{ а. о. м.}$

6. Визначасмо кількість атомів Гідрогену у молекулі сульфатної кислоти:

$$n(H) = m(H) : A(H) = 2 \text{ а. о. м.} : 1 \text{ а. о. м.} = 2$$

7. Визначасмо кількість атомів Сульфору в молекулі сульфатної кислоти:

$$n(S) = m(S) : A(S) = 32 \text{ а. о. м.} : 32 \text{ а. о. м.} = 1$$

8. Визначасмо кількість атомів Оксигену в молекулі сульфатної кислоти:

$$n(O) = m(O) : A(O) = 64 \text{ а. о. м.} : 16 \text{ а. о. м.} = 4$$

Відповідь: формула сульфатної кислоти H_2SO_4 .

11. 1. Якщо елемент E розміщений у II групі, його валентність становить II і формула сполуки із Оксигеном — EO.

2. Відносну атомну масу елемента позначимо через x.

3. Обчислимо відносну формульну масу EO.

$$M_r(EO) = x + 16.$$

4. Складаємо алгебраїчне рівняння і розв'язуємо його.

$$x + 16 = 56$$

$$x = 56 - 16$$

$$x = 40$$

Відноству атомну масу 40 має Кальцій.

Відповідь: CaO.

§ 17

3.

Дано:



w(S) — ?

w(O) — ?

Розв'язання.

1. Обчислюємо масову частку Сульфуру.

$$w(\text{S}) = \frac{n(\text{S}) \cdot A_r(\text{S})}{M_r(\text{SO}_2)} = \frac{1 \cdot 32}{64} = 0,5$$

$$\text{або } 0,5 \cdot 100\% = 50\%$$

$$M_r(\text{SO}_2) = 32 + 16 \cdot 2 = 64$$

2. Обчислюємо масову частку Оксигену.

$$w(\text{O}) = \frac{n(\text{O}) \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{SO}_2)} = \frac{2 \cdot 16}{64} = 0,5$$

$$\text{або } 0,5 \cdot 100\% = 50\%$$

Відповідь: w(S) = 50%; w(O) = 50%.

4.

Дано:

m(доломіту) = 184 г

m(Mg) = 24 г

m(Ca) = 40 г

w(Mg) — ?

w(Ca) — ?

Розв'язання.

1. Обчислюємо масову частку Магнію.

$$w(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{m(\text{доломіту})} = \frac{24 \text{ г}}{184 \text{ г}} = 0,1304$$

$$\text{або } 0,1304 \cdot 100\% = 13,04\%$$

2. Обчислюємо масову частку Кальцію.

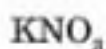
$$w(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{m(\text{доломіту})} = \frac{40 \text{ г}}{184 \text{ г}} = 0,2174$$

$$\text{або } 0,2174 \cdot 100\% = 21,74\%$$

Відповідь: w(Mg) = 13,04%; w(Ca) = 21,74%.

5. а)

Дано:



$w(\text{K})$ — ?

$w(\text{N})$ — ?

$w(\text{O})$ — ?

Розв'язання.

1. Обчислимо масову частку Калію.

$$w(\text{K}) = \frac{n(\text{K}) \cdot A_r(\text{K})}{M_r(\text{KNO}_3)} = \frac{1 \cdot 39}{101} = 0,3861$$

$$\text{або } 0,3861 \cdot 100\% = 38,61\%$$

$$M_r(\text{KNO}_3) = 39 + 14 + 16 \cdot 3 = 101$$

2. Обчислимо масову частку Нітрогену.

$$w(\text{N}) = \frac{n(\text{N}) \cdot A_r(\text{N})}{M_r(\text{KNO}_3)} = \frac{1 \cdot 14}{101} = 0,1386$$

$$\text{або } 0,1386 \cdot 100\% = 13,86\%$$

3. Обчислимо масову частку Оксигену.

$$w(\text{O}) = \frac{n(\text{O}) \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{KNO}_3)} = \frac{3 \cdot 16}{101} = 0,4753$$

$$\text{або } 0,4753 \cdot 100\% = 47,53\%$$

Відповідь: $w(\text{K}) = 38,61\%$; $w(\text{N}) = 13,86\%$; $w(\text{O}) = 47,53\%$.

б)

Дано:



$w(\text{Na})$ — ?

$w(\text{H})$ — ?

$w(\text{S})$ — ?

$w(\text{O})$ — ?

Розв'язання.

1. Обчислимо масову частку Натрію.

$$w(\text{Na}) = \frac{n(\text{Na}) \cdot A_r(\text{Na})}{M_r(\text{NaHSO}_4)} = \frac{1 \cdot 23}{120} = 0,1917$$

$$M_r(\text{NaHSO}_4) = 23 + 1 + 32 + 16 \cdot 4 = 120$$

2. Обчислимо масову частку Гідрогену.

$$w(\text{H}) = \frac{n(\text{H}) \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{NaHSO}_4)} = \frac{1 \cdot 1}{120} = 0,0083$$

3. Обчислимо масову частку Сульфору.

$$w(\text{S}) = \frac{n(\text{S}) \cdot A_r(\text{S})}{M_r(\text{NaHSO}_4)} = \frac{1 \cdot 32}{120} = 0,2667$$

4. Обчислимо масову частку Оксигену

$$w(\text{O}) = \frac{n(\text{O}) \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{NaHSO}_4)} = \frac{4 \cdot 16}{120} = 0,5333$$

Відповідь: $w(\text{Na}) = 0,1917$; $w(\text{H}) = 0,0083$; $w(\text{S}) = 0,2667$; $w(\text{O}) = 0,5333$.

в)

Дано:



$w(\text{Ba}) - ?$

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

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

Розв'язання.

1. Обчислюємо масову частку Барію.

$$w(\text{Ba}) = \frac{n(\text{Ba}) \cdot A_r(\text{Ba})}{M_r(\text{BaCO}_3)} \cdot 100\% = \frac{1 \cdot 137}{197} \cdot 100\% = 69,54\%$$

$$M_r(\text{BaCO}_3) = 137 + 12 + 16 \cdot 3 = 197$$

2. Обчислюємо масову частку Карбону.

$$w(\text{C}) = \frac{n(\text{C}) \cdot A_r(\text{C})}{M_r(\text{BaCO}_3)} \cdot 100\% = \frac{1 \cdot 12}{197} \cdot 100\% = 6,09\%$$

3. Обчислюємо масову частку Оксигену.

$$w(\text{O}) = \frac{n(\text{O}) \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{BaCO}_3)} \cdot 100\% = \frac{3 \cdot 16}{197} \cdot 100\% = 24,37\%$$

Відповідь: $w(\text{Ba}) = 69,54\%$; $w(\text{C}) = 6,09\%$; $w(\text{O}) = 24,37\%$.

6.

Дано:

$m(\text{H}) = 1 \text{ г}$

$m(\text{Si}) = 14 \text{ г}$

$m(\text{O}) = 24 \text{ г}$

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

$w(\text{Si}) - ?$

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

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу силікатної кислоти.

$$m(\text{H}_2\text{SiO}_3) = m(\text{H}) + m(\text{Si}) + m(\text{O}) = 1 \text{ г} + 14 \text{ г} + 24 \text{ г} = 39 \text{ г}$$

2. Обчислюємо масову частку Гідрогену.

$$w(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{m(\text{H}_2\text{SiO}_3)} = \frac{1 \text{ г}}{39 \text{ г}} = 0,0256$$

3. Обчислюємо масову частку Силіцію.

$$w(\text{Si}) = \frac{m(\text{Si})}{m(\text{H}_2\text{SiO}_3)} = \frac{14 \text{ г}}{39 \text{ г}} = 0,3590$$

4. Обчислюємо масову частку Оксигену.

$$w(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{H}_2\text{SiO}_3)} = \frac{24 \text{ г}}{39 \text{ г}} = 0,6154$$

Відповідь: $w(\text{H}) = 0,0256$; $w(\text{Si}) = 0,3590$; $w(\text{O}) = 0,6154$.

7. Із формули $w(E) = \frac{n(E) \cdot A_r(E)}{M_r(\text{речовини})}$ видно, що масова частка еле-

мента (при однаковій кількості атомів цього елемента у формульній одиниці) тим більша, чим менша формульна маса речовини, тому масова частка Калію зменшується у такій послідовності: KCl , KClO , KClO_2 , KClO_4 .

8.

Дано:
 $m(\text{MgO}) = 300 \text{ г}$
 $w(\text{Mg}) = 60\% = 0,6$

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

Розв'язання.

$$m(\text{Mg}) = m(\text{MgO}) \cdot w(\text{Mg}) = 300 \text{ г} \cdot 0,6 = 180 \text{ г}.$$

Відповідь: $m(\text{Mg}) = 180 \text{ г}$.

9.

Дано:
 $w(\text{Fe}) = 60\% = 0,6$

 $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = ?$

Розв'язання.

1. Припустимо, що маса залізної руди становить 100 г : $m(\text{рудя}) = 100 \text{ г}$.

2. Обчислимо масу Феруму $m(\text{Fe})$ у руді.
 $m(\text{Fe}) = m(\text{рудя}) \cdot w(\text{Fe}) = 100 \text{ г} \cdot 0,6 = 60 \text{ г}$

3. Обчислимо масову частку Феруму у магнетиті Fe_2O_3 .

$$w(\text{Fe}) = \frac{n(\text{Fe}) \cdot A_r(\text{Fe})}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{3 \cdot 56}{232} = 0,7241$$

$$M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 56 \cdot 3 + 16 \cdot 4 = 232$$

4. Визначасмо масу магнетиту, у якій міститься 60 г Феруму.

$$\text{Оскільки: } w(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)},$$

$$\text{то: } m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe})}{w(\text{Fe})} = \frac{60 \text{ г}}{0,7241} = 82,86 \text{ г}.$$

5. Обчислимо масову частку магнетиту у руді.

$$w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{m(\text{рудя})} = \frac{82,86 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 0,8286$$

$$\text{або } 0,8286 \cdot 100\% = 82,86\%$$

Відповідь: $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 82,86\%$.

10.

Дано:

$$m(\text{руди}) = 20 \text{ т}$$

$$\omega(\text{MnO}_2) = 14\% = 0,14$$

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

Розв'язання.

1. Обчислимо масу манган(IV) оксиду у руді.

$$m(\text{MnO}_2) = m(\text{руди}) \cdot \omega(\text{MnO}_2) = 20 \text{ т} \cdot 0,14 = 2,8 \text{ т.}$$

2. Обчислимо масову частку Мангану у манган(IV) оксиді.

$$\omega(\text{Mn}) = \frac{n(\text{Mn}) \cdot A_r(\text{Mn})}{M_r(\text{MnO}_2)} = \frac{1 \cdot 55}{87} = 0,6322$$

$$M_r(\text{MnO}_2) = 55 + 16 \cdot 2 = 87$$

3. Визначимо масу мангану.

$$\text{Оскільки: } \omega(\text{Mn}) = \frac{m(\text{Mn})}{M_r(\text{MnO}_2)},$$

$$\text{то: } m(\text{Mn}) = m(\text{MnO}_2) \cdot \omega(\text{Mn}) = 2,8 \text{ т} \cdot 0,6322 = 1,77 \text{ т.}$$

Відповідь: $m(\text{Mn}) = 1,77 \text{ т.}$

11.

Дано:

$$\omega(\text{Ca}) = 40\%$$

$$\omega(\text{C}) = 12\%$$

$$\omega(\text{O}) = 48\%$$

$$\text{Ca}_x\text{C}_y\text{O}_z = ?$$

Розв'язання.

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

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

Відповідь: CaCO_3 .

§ 20

7.

Дано:

$$A_r(\text{O}) = 16$$

$$A_r(\text{H}) = 1$$

$$n = ?$$

Розв'язання.

$$n = \frac{m_o(\text{O})}{m_o(\text{H})} = \frac{A_r(\text{O})}{A_r(\text{H})} = \frac{16}{1} = 16$$

Відповідь: у 16 разів.

8.

<i>Дано:</i>	<i>Розв'язання.</i>
O_2	1. $M_r(O_2) = 2 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 16 = 32$
O_3	2. $M_r(O_3) = 3 \cdot A_r(O) = 3 \cdot 16 = 48$
$M_r(O_2) - ?$	
$M_r(O_3) - ?$	

Відповідь: $M_r(O_2) = 32$; $M_r(O_3) = 48$.

9.

<i>Дано:</i>	<i>Розв'язання.</i>
Fe_2O_3	1) $w_1(O) = \frac{n(O) \cdot A_r(O)}{M_r(Fe_2O_3)} = \frac{3 \cdot 16}{160} = 0,3$
SiO_2	$M_r(Fe_2O_3) = 56 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 160$
MnO_2	2) $w_2(O) = \frac{n(O) \cdot A_r(O)}{M_r(SiO_2)} = \frac{2 \cdot 16}{60} = \frac{32}{60} = 0,5333$
$w_1(O) - ?$	$M_r(SiO_2) = 28 + 16 \cdot 2 = 60$
$w_2(O) - ?$	3) $w_3(O) = \frac{n(O) \cdot A_r(O)}{M_r(MnO_2)} = \frac{2 \cdot 16}{87} = 0,3678$
$w_3(O) - ?$	$M_r(MnO_2) = 55 + 16 \cdot 2 = 87$

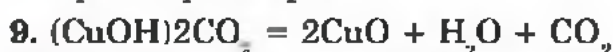
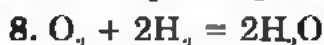
Відповідь: $w_2(O) > w_3(O) > w_1(O)$. Найбільше Оксигену містить кварц SiO_2 .

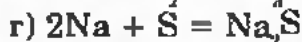
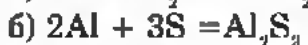
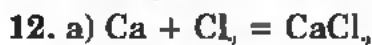
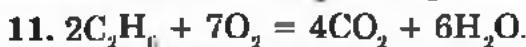
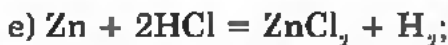
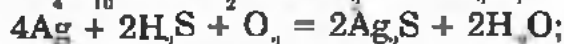
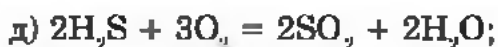
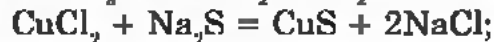
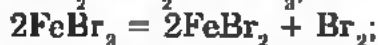
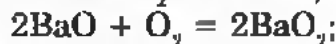
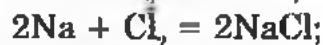
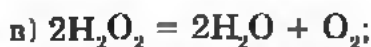
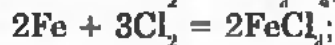
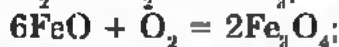
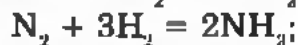
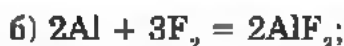
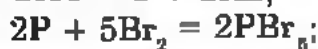
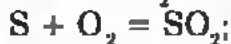
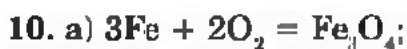
10.

<i>Дано:</i>	<i>Розв'язання.</i>
$m = 50$ кг	1. Визначаємо масу Оксигену.
$w(O) = 61\% = 0,61$	$m(O) = m \cdot w(O) = 50 \text{ кг} \cdot 0,61 = 30,5$ кг
$m_a(O) = 2,66 \cdot 10^{-26}$ кг	2. Обчислюємо кількість атомів Оксигену.
$n(O) - ?$	$n(O) = \frac{m(O)}{m_a(O)} = \frac{30,5 \text{ кг}}{2,66 \cdot 10^{-26} \text{ кг}} = 1,15 \cdot 10^{27}$

Відповідь: $n(O) = 1,15 \cdot 10^{27}$ атомів.

§ 21





§ 22

9.

Дано:

$m(\text{H}_2\text{O}) = 36 \text{ г}$

$m(\text{H}_2) = 4 \text{ г}$

$m(\text{O}_2) = ?$

Розв'язання.

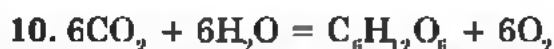
Згідно з законом збереження маси речовини:

$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2) + m(\text{O}_2)$.

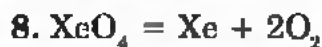
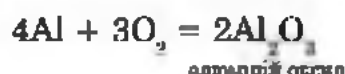
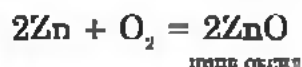
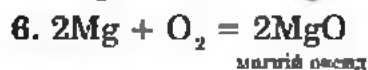
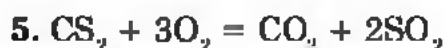
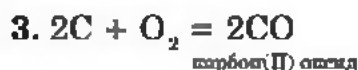
Тому:

$m(\text{O}_2) = m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2) = 36 \text{ г} - 4 \text{ г} = 32 \text{ г}$

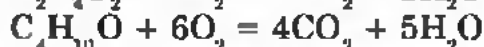
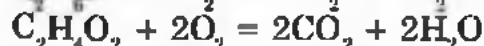
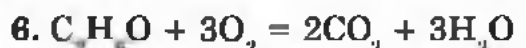
Відповідь: $m(\text{O}_2) = 32 \text{ г}$.



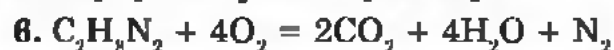
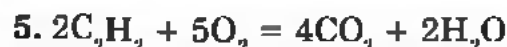
§ 23



§ 24



§ 25

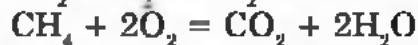
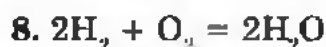


§ 26

7.

<p><i>Дано:</i></p> $\frac{\text{H}_2\text{O}}{m(\text{H}) : m(\text{O}) = ?}$	<p><i>Розв'язання.</i></p> $m(\text{H}) : m(\text{O}) = [A_r(\text{H}) \cdot n(\text{H})] : [A_r(\text{O}) \cdot n(\text{O})] =$ $= [1 \cdot 2] : [16 \cdot 1] = 2 : 16 = 1 : 8.$
--	---

Відповідь: $m(\text{H}) : m(\text{O}) = 1 : 8.$



§ 27

$$12. (1600 \text{ мл} - 880 \text{ мл}) \cdot 2 = 1440 \text{ мл.}$$

§ 28

3.

Дано:

$$\begin{array}{l} m(\text{р-ну}) = 250 \text{ г} \\ m(\text{солі}) = 5 \text{ г} \end{array}$$

$$w(\text{солі}) = ?$$

Розв'язання.

$$w(\text{солі}) = \frac{m(\text{солі})}{m(\text{р-ну})} \cdot 100\% = \frac{5 \text{ г}}{250 \text{ г}} \cdot 100\% = 2\%$$

Відповідь: $w(\text{солі}) = 2\%$.

4.

Дано:

$$\begin{array}{l} m(\text{р-ну CaCl}_2) = 90 \text{ г} \\ w(\text{CaCl}_2) = 3\% = 0,03 \end{array}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = ?$$

Розв'язання.

$$\begin{aligned} m(\text{CaCl}_2) &= m(\text{р-ну CaCl}_2) \cdot w(\text{CaCl}_2) = \\ &= 90 \text{ г} \cdot 0,03 = 2,7 \text{ г}. \end{aligned}$$

Відповідь: $m(\text{CaCl}_2) = 2,7 \text{ г}$.

5.

Дано:

$$\begin{array}{l} w(\text{р.р.}) = 20\% = 0,2 \\ m(\text{р.р.}) = 40 \text{ г} \end{array}$$

$$m(\text{р-ну}) = ?$$

Розв'язання.

$$m(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{р.р.})}{w(\text{р.р.})} = \frac{40 \text{ г}}{0,2 \text{ г}} = 200 \text{ г}$$

Відповідь: $m(\text{р-ну}) = 200 \text{ г}$.

6.

Дано:

$$\begin{array}{l} m(\text{р-ну}) = 300 \text{ г} \\ w(\text{солі}) = 13\% = 0,13 \end{array}$$

$$m(\text{солі}) = ?$$

$$m(\text{води}) = ?$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу солі.

$$\begin{aligned} m(\text{солі}) &= m(\text{р-ну}) \cdot w(\text{солі}) = 300 \text{ г} \cdot 0,13 = \\ &= 39 \text{ г} \end{aligned}$$

2. Обчислюємо масу води:

$$\begin{aligned} m(\text{води}) &= m(\text{р-ну}) - m(\text{солі}) = 300 \text{ г} - 39 \text{ г} = \\ &= 261 \text{ г}. \end{aligned}$$

Відповідь: $m(\text{солі}) = 39 \text{ г}$, $m(\text{води}) = 261 \text{ г}$.

7.

Дано:

$$m_1(\text{р-ну KCl}) = 360 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{KCl}) = 20\% = 0,2$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 40 \text{ г}$$

$$\omega_2(\text{KCl}) = ?$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу KCl у розчині.

$$m(\text{KCl}) = m_1(\text{р-ну KCl}) \cdot \omega_1(\text{KCl}) = \\ = 360 \text{ г} \cdot 0,2 = 72 \text{ г}$$

2. Визначасмо масу новоутвореного розчину.

$$m_2(\text{р-ну KCl}) = m_1(\text{р-ну KCl}) + m(\text{H}_2\text{O}) = \\ = 360 \text{ г} + 40 \text{ г} = 400 \text{ г}$$

3. Обчислюємо масову частку калій хлориду в новоутвореному розчині.

$$\omega_2(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m_2(\text{р-ну KCl})} = \frac{72 \text{ г}}{400 \text{ г}} = 0,18$$

$$\text{або } 0,18 \cdot 100\% = 18\%$$

Відповідь: $\omega(\text{KCl}) = 18\%$.

8.

Дано:

$$m_1(\text{р-ну}) = 120 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{солі}) = 6\% = 0,06$$

$$\omega_2(\text{солі}) = 4\% = 0,04$$

$$m(\text{води}) = ?$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу солі у розчині.

$$m(\text{солі}) = m_1(\text{р-ну}) \cdot \omega_1(\text{солі}) = 120 \text{ г} \cdot 0,06 = \\ = 7,2 \text{ г.}$$

2. Визначасмо масу другого розчину.

$$m(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{солі})}{\omega_2(\text{солі})} = \frac{7,2 \text{ г}}{0,04} = 180 \text{ г}$$

3. Обчислюємо масу води.

$$m(\text{води}) = m_2(\text{р-ну}) - m_1(\text{р-ну}) = \\ = 180 \text{ г} - 120 \text{ г} = 60 \text{ г.}$$

Відповідь: $m(\text{води}) = 60 \text{ г}$.

9.

Дано:

$$m_1(\text{р-ну}) = 50 \text{ г}$$

$$w_1(\text{р.р.}) = 2\% = 0,02$$

$$m_2(\text{р-ну}) = 150 \text{ г}$$

$$w_2(\text{р.р.}) = 4\% = 0,04$$

$$w_3(\text{р.р.}) = ?$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу розчиненої речовини у першому розчині.

$$m_1(\text{р.р.}) = m_1(\text{р-ну}) \cdot w_1(\text{солі}) = 50 \text{ г} \cdot 0,02 = 1 \text{ г.}$$

2. Обчислюємо масу розчиненої речовини у другому розчині.

$$m_2(\text{р.р.}) = m_2(\text{р-ну}) \cdot w_2(\text{солі}) = 150 \text{ г} \cdot 0,04 = 6 \text{ г.}$$

3. Обчислюємо масу розчиненої речовини в новоутвореному розчині.

$$m_3(\text{р.р.}) = m_1(\text{р.р.}) + m_2(\text{р.р.}) = 1 \text{ г} + 6 \text{ г} = 7 \text{ г.}$$

4. Обчислюємо масу новоутвореного розчину.

$$m_4(\text{р-ну}) = m_1(\text{р-ну}) + m_2(\text{р-ну}) = 50 \text{ г} + 150 \text{ г} = 200 \text{ г}$$

5. Визначаємо масову частку розчиненої речовини в новоутвореному розчині.

$$w_3(\text{р.р.}) = \frac{m_3(\text{р.р.})}{m_4(\text{р-ну})} = \frac{7 \text{ г}}{200 \text{ г}} = 0,035$$

$$\text{або } 0,035 \cdot 100\% = 3,5\%$$

Відповідь. $w(\text{р.р.}) = 3,5\%$.

10.

Дано:

$$V(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = 100 \text{ см}^3$$

$$\rho(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = 1,143 \text{ г/см}^3$$

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20\% = 0,2$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу розчину кислоти.

$$m(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = V(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = 100 \text{ см}^3 \cdot 1,143 \text{ г/см}^3 = 114,3 \text{ г.}$$

2. Обчислюємо масу кислоти.

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) \cdot w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 114,3 \text{ г} \cdot 0,2 = 22,86 \text{ г}$$

3. Обчислюємо масу води.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) - m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 114,3 \text{ г} - 22,86 \text{ г} = 91,44 \text{ г.}$$

Відповідь: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 22,86 \text{ г}$; $m(\text{H}_2\text{O}) = 91,44 \text{ г}$.

11.

Дано:

$$\begin{aligned} m_1(\text{р-ну Ba(NO}_3)_2) &= 130 \text{ г} \\ w_1(\text{Ba(NO}_3)_2) &= 30\% = 0,3 \\ w_2(\text{Ba(NO}_3)_2) &= 35\% = 0,35 \\ \hline m(\text{Ba(NO}_3)_2) &= ? \end{aligned}$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу барій нітрату $m_1(\text{Ba(NO}_3)_2)$ у першому розчині.

$$m_1(\text{Ba(NO}_3)_2) = m_1(\text{р-ну Ba(NO}_3)_2) \times w_1(\text{Ba(NO}_3)_2) = 130 \text{ г} \cdot 0,3 = 39 \text{ г}.$$

2. Маса барій нітрату, який потрібно додатково розчинити у першому розчині, позначимо через x : $m(\text{Ba(NO}_3)_2) = x$.

3. Маса барій нітрату $m_2(\text{Ba(NO}_3)_2)$ у другому розчині дорівнює

$$m_2(\text{Ba(NO}_3)_2) = m_1(\text{Ba(NO}_3)_2) + m(\text{Ba(NO}_3)_2) = 39 + x.$$

4. Маса другого розчину $m_2(\text{р-ну Ba(NO}_3)_2)$ дорівнює

$$m_2(\text{р-ну Ba(NO}_3)_2) = m_1(\text{р-ну Ba(NO}_3)_2) + m(\text{Ba(NO}_3)_2) = 130 + x.$$

5. Складаємо алгебраїчне рівняння і розв'язуємо його.

$$w_2(\text{Ba(NO}_3)_2) = \frac{m_2(\text{Ba(NO}_3)_2)}{m_2(\text{р-ну Ba(NO}_3)_2)};$$

$$0,35 = \frac{39 + x}{130 + x};$$

$$0,35 \cdot (130 + x) = 39 + x;$$

$$45,5 + 0,35x = 39 + x;$$

$$0,35x - x = 39 - 45,5$$

$$-0,65x = -6,5$$

$$x = \frac{-6,5}{-0,65} = 10.$$

Відповідь: $m(\text{Ba(NO}_3)_2) = 10 \text{ г}$.

12.

Дано:

$$m_1(\text{р-ну}) = 350 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{солі}) = 20\% = 0,2$$

$$m(\text{солі}) = 50 \text{ г}$$

$$\omega_2(\text{солі}) = ?$$

Розв'язання.

1. Обчислюємо масу солі у першому розчині.

$$m_1(\text{солі}) = m_1(\text{р-ну}) \cdot \omega_1(\text{р-ну}) = 350 \text{ г} \cdot 0,2 = 70 \text{ г.}$$

2. Обчислюємо масу солі у другому розчині.

$$m_2(\text{солі}) = m_1(\text{солі}) + m(\text{солі}) = 70 \text{ г} + 50 \text{ г} = 120 \text{ г}$$

3. Обчислюємо масу другого розчину.

$$m_2(\text{р-ну}) = m_1(\text{р-ну}) + m(\text{солі}) = 350 \text{ г} + 50 \text{ г} = 400 \text{ г.}$$

4. Визначаємо масову частку солі у другому розчині.

$$\omega_2(\text{солі}) = \frac{m_2(\text{солі})}{m_2(\text{р-ну})} = \frac{120 \text{ г}}{400 \text{ г}} = 0,3$$

$$\text{або } 0,3 \cdot 100\% = 30\%$$

Відповідь: $\omega_2(\text{солі}) = 30\%$.

13.

Дано:

$$\omega_1(\text{р. р.}) = 25\%$$

$$\omega_2(\text{р. р.}) = 75\%$$

$$\omega_3(\text{р. р.}) = 45\%$$

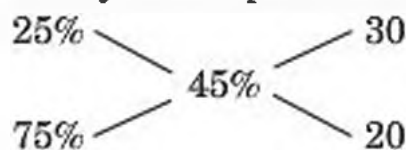
$$m_3(\text{р-ну}) = 500 \text{ г}$$

$$m_1(\text{р-ну}) = ?$$

$$m_2(\text{р-ну}) = ?$$

Розв'язання.

1. Задачу розв'язуємо за правилом Пірсона.



2. Для приготування нового розчину потрібно взяти 30 масових частин розчину з масовою часткою 25% і 20 масових частин розчину з масовою часткою 75%, тобто всього $30 + 20 = 50$ масових частин. Ці 50 частин становлять 500 г нового розчину.

3. Визначаємо масу розчину, що припадає на 1 частину.

$$500 \text{ г} : 50 \text{ частин} = 10 \text{ г.}$$

4. Визначаємо масу першого розчину.

$$m_1(\text{р-ну}) = 10 \text{ г} \cdot 30 \text{ частин} = 300 \text{ г.}$$

5. Обчислюємо масу другого розчину.

$$m_2(\text{р-ну}) = 10 \text{ г} \cdot 20 \text{ частин} = 200 \text{ г.}$$

Відповідь: $m_1(\text{р-ну}) = 300 \text{ г}$; $m_2(\text{р-ну}) = 200 \text{ г}$.

§ 29

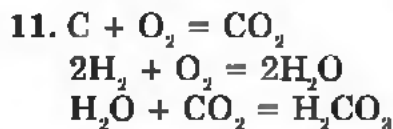
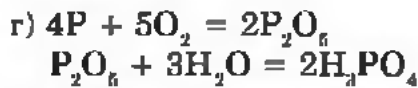
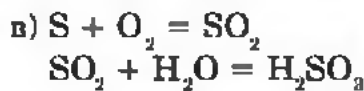
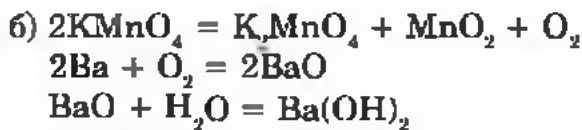
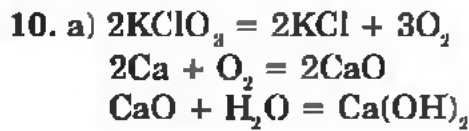
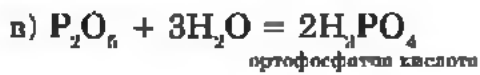
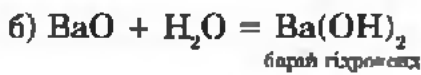
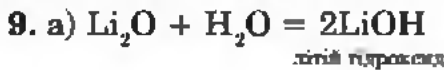
4. А.

5. А.

6. В.

7. Б.

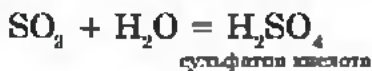
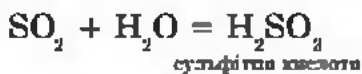
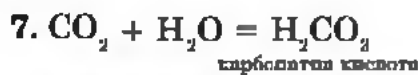
8. 1 — Д, 2 — Б, 3 — Г, 4 — А,



12. Ортофосфатна кислота H_3PO_4 .

13. Натрій гідроксид NaOH .

§ 30



СЛОВНИК

А

Аерозоль — неоднорідна суміш, що складається з часточок твердої речовини або крапель рідини, які перебувають у завислому стані в газуватому середовищі:

Алотропія — здатність хімічного елемента утворювати декілька простих речовин.

Алотропні модифікації (або алотропні форми) — прості речовини, утворені одним хімічним елементом.

Алхімія — середньовічна назва хімії, яку дали їй араби.

Атом — електронейтральна частинка, що складається з позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів.

Атоми — найдрібніші хімічно неподільні частинки речовини.

Атомна одиниця маси (а. о. м.) — одиниця вимірювання частинок речовини, яка становить $1/12$ маси атома Карбону ($1 \text{ а. о. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$).

Б

Бінарна сполука — це сполука, яка складається з атомів двох хімічних елементів.

Біохімія — наука про хімічні процеси, які відбуваються у живих клітинах.

В

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

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

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

Властивості речовин — це ознаки, за якими одні речовини відрізняються від інших або подібні до них.

Г

Газометр — прилад для зберігання газів.

Горіння — це хімічна реакція, яка відбувається з виділенням теплоти та світла.

Графічні формули (або структурні формули) — це формули, у яких за допомогою рисок показано порядок сполучення атомів у молекулі.

Група — стовпчик хімічних елементів у періодичній системі.

Д

Дистиляція (або перегонка) — спосіб розділення однорідних сумішей випарюванням летких рідин з наступною конденсацією її пари.

Е

Експеримент — це дослідження, яке здійснюють у чітко визначених та контрольованих умовах (від латинського «дослід», «спроба»).

Електрон — елементарна частинка із зарядом -1 , яка входить до складу атома.

Емульсія — неоднорідна суміш рідин, які не розчиняються одна в одній.

З

Загальна хімія — це наука про властивості та будову речовини, вчення про розчини.

Закон збереження маси речовин: під час хімічних перетворень маса речовин залишається незмінною — загальна маса усіх вихідних речовин дорівнює загальній масі усіх продуктів реакції.

І

Індекс — це число, що показує кількість атомів у молекулі чи формульній одиниці речовини.

Індикатори — це речовини, які від дії розчинів лугів чи кислот змінюють свій колір.

К

Каталізатори — речовини, які прискорюють швидкість реакції та не входять до складу продуктів реакції.

Каталіз — збільшення швидкості реакції під дією каталізатора.

Каталітичні реакції — це реакції, які відбуваються у присутності каталізатора.

Комп'ютерна хімія — галузь хімії, яка використовує комп'ютерні програми для вивчення, дослідження і пояснення хімічних перетворень.

Конденсація — перетворення пари на рідину.

Кристалогідрати — речовини, що містять у своєму складі кристалізаційну воду.

Кругообіг елемента — сукупність природних процесів, під час яких атоми елемента переходять від одних речовин до інших.

М

Масова частка елемента $w(E)$ у сполуці — це відношення маси елемента у сполуці до відповідної маси сполуки.

Масова частка розчиненої речовини — це відношення маси розчиненої речовини до маси розчину.

Матеріал — це речовина (або комбінація речовин), добута з природної сировини чи штучно створена людиною для виготовлення фізичних тіл.

Моделювання — вивчення об'єкта за допомогою побудови і вивчення моделей, тобто його заміників або аналогів.

Молекула — найдрібніша частинка речовини, що має її хімічні властивості і складається з атомів, сполучених між собою хімічними зв'язками.

Н

Нейтрони — частинки, які не мають електричного заряду і входять до складу ядра.

Неоднорідні суміші — це суміші, в яких компоненти можна виявити спостереженням.

Неорганічна хімія — розділ хімії про хімічні елементи та їхні сполуки.

О

Однорідні суміші — це суміші, в яких частинки речовин дуже дрібні та їх не можна виявити спостереженням.

Озон — алотропна модифікація Оксигену, має формулу O_3 .

Окиснення — хімічна взаємодія речовини з киснем.

Оксиди — складні речовини, які складаються з двох хімічних елементів, одним із яких є Оксиген.

Органічна хімія — це розділ хімії, що вивчає сполуки Карбону з іншими елементами.

Основи — це складні речовини, утворені атомами металів і гідроксильними групами $-OH$.

П

Піна — неоднорідна суміш, у якій газ розподілений у твердій речовині

Перегонка — див. Дистиляція.

Період — рядок хімічних елементів у періодичній системі.

Періодична система — таблиця, у якій хімічні елементи розміщено у порядку зростання зарядів їхніх атомів.

Повільне окиснення — взаємодія речовин із киснем, коли горіння не спостерігається.

Посудина Дьюара — ємність для зберігання зріджених газів.

Природничі науки — це науки, що вивчають природу і зміни, які у ній відбуваються.

Прості речовини — це речовини, які утворено атомами одного хімічного елемента.

Протони — позитивно заряджені частинки із зарядом $+1$, які входять до складу ядра.

Р

Радіоактивність — спонтанне випромінювання електронів речовиною.

Радіохімія вивчає властивості радіоактивних елементів.

Реагенти — це речовини, які вступають у хімічну реакцію.

Реакції каталітичні — див. Каталітичні реакції.

Реакції розкладу — це реакції, під час перебігу яких з однієї речовини утворюються декілька нових речовин.

Реакції сполучення — це реакції, під час перебігу яких із кількох речовин утворюється одна речовина.

Речовини — це все, що має певну масу і займає деякий об'єм у навколишньому просторі.

Розчини — це однорідні суміші речовин.

Розчин концентрований — це розчин, у якому міститься багато розчиненої речовини і, відповідно, мало розчинника.

Розчин насичений — це розчин, у якому за даної температури речовина більше не розчиняється.

Розчин ненасичений — це розчин, у якому взята речовина ще може розчинитись при певній температурі.

Розчин розбавлений — це розчин, у якому міститься мало розчиненої речовини.

Розчинник — це речовина, що міститься в суміші у надлишку і в тому ж агрегатному стані, що й розчин.

С

Складні речовини (або хімічні сполуки) — це речовини, які утворені атомами різних хімічних елементів.

Спостереження — це цілеспрямоване сприйняття хімічних об'єктів (речовин, їхніх властивостей та перетворень) з метою їх вивчення.

Структурна формула — див. Графічна формула.

Суміші — це системи, що складаються з двох і більше компонентів.

Суспензія — неоднорідна суміш, у якій частинки твердої речовини розподілено в рідині.

Схема хімічної реакції — це запис хімічної реакції із використанням формул реагентів і продуктів реакції.

Т

Температура займання — це температура, за якої речовина загоряється.

Ф

Ферменти — біологічні каталізатори.

Фізичне тіло — відокремлений від інших об'єкт, який має розміри і форму.

Фізичні властивості речовин — це властивості, які можна виміряти за допомогою приладів або визначити візуально.

Фізичні явища — це явища, під час яких змінюється форма предмета чи агрегатний стан речовини, але не змінюється її склад.

Фотоэффект — випромінювання електронів речовиною під час сильного освітлення.

Фотосинтез — процес перетворення вуглекислого газу і води на органічні речовини у листках рослин під дією сонячного світла.

Х

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

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

Хімічний елемент — це вид атомів з однаковим зарядом ядра.

Хімічні явища (хімічні реакції) — це явища, під час перебігу яких одні речовини перетворюються на інші.

Хімія — наука про речовини, їхній склад, властивості і хімічні перетворення речовин та явища, що супроводжують ці перетворення.

Ч

Чиста (або індивідуальна речовина) — це речовина, яка не містить домішок інших речовин.

Я

Ядро атома — позитивно заряджена центральна частина атома.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

- Аерозоль (64, 132, 161, 227, 232)
- Алотропія (94, 135, 227, 229, 232)
- Алотропні модифікації (алотропні форми) (227, 232)
- Алхімія (15-18, 20-22, 76, 180, 227, 232)
- Аморфні речовини (39, 232)
- Англійська сіль (або гірка сіль) (172, 232)
- Атом (4-5, 7, 9, 11, 16-24, 26-28, 31-35, 37-38, 40-41, 43-49, 54-55, 59, 61, 64, 67-72, 74-98, 100-102, 104-105, 107-110, 112, 120-123, 125-126, 130-133, 135, 137, 139-143)
- Атомна одиниця маси (227, 232)

Б

- Вертолетова сіль (146-147, 232)
- Вінарна сполука (227, 232)
- Віохімія (8, 13, 19, 152, 227, 232)

В

- Валентність (100-106, 135, 145, 154-155, 163, 196, 198, 212, 227, 232, 238)
- Відносна атомна маса (82-83, 85-87, 112, 135, 227, 232)
- Відносна молекулярна маса (106-110, 212, 227, 232, 238)
- Відстоювання (61-62, 65, 92, 96, 204, 208, 232)
- Випарювання (16, 21, 26, 31, 34, 41, 63, 65-68, 93, 176, 228, 232)
- Вирощування кристалів (232)
- Властивості речовин (7-9, 19, 44, 51-53, 56, 227, 231-232, 237-238)
- Вода (6-7, 11-13, 18-19, 27-28, 30-31, 34-35, 38, 40, 43, 45, 47-48, 51-52, 54-55, 57, 59-67, 69, 76, 87-88, 93, 95-96, 98-101, 107, 109, 111-112, 119-122, 125-126, 130-136)

Г

- Газометр (150-151, 227, 232)
- Гідрати оксидів (232)
- Гідроген пероксид (232)
- Гідроксильна група (196, 232)
- Гіпс (22, 48, 135, 172, 176, 178, 232)
- Гірка сіль (або англійська сіль) (172, 232)
- Глауберова сіль (172, 232)
- Глюкоза (40, 54-55, 96, 99, 109, 125, 152, 156, 166, 232)

Горішня (6, 18-19, 30, 54, 121-122, 126, 131-132, 135-136, 139, 141-143, 146, 153, 157-163, 166, 168, 203, 227, 229, 233, 237, 239)

Графічні формули (227, 233)

Група (49, 79-81, 86-87, 90, 95, 102-103, 110, 124, 135, 137, 195-196, 212, 227, 229, 232-233)

Д

Ділильна лійка (66, 233)

Дистильована вода (57, 208, 233)

Дистиляція (перегонка) (63, 65, 182, 206, 208, 228-229, 233, 235)

Добування кисню (145, 152, 233, 238)

Е

Електрон (11, 20, 41, 52, 54, 56, 68-71, 79, 133, 150, 152, 174-175, 204, 209, 227-228, 230-231, 233)

Експеримент (4, 16, 22-23, 33, 37, 47-50, 59, 68, 138-139, 183, 203, 228, 233, 238)

Емульсія (64, 228, 233)

З

Загальна хімія (7, 228, 233)

Залізна окалина (154-155, 233)

Залізний купорос (172, 233)

Закон збереження маси речовин (129, 139, 143, 228, 233, 238)

Застосування кисню (163, 233)

Значення води (202, 208, 233, 239)

І

Індекс (83, 88, 90, 141, 143, 228, 231, 233)

Індикатори (195, 197-201, 228, 233)

Інертні гази (95, 131, 233)

К

Кальцій гідроксид (90, 196, 199-201, 233)

Карбонатна кислота (198, 226, 233)

Каталіз (145, 147-148, 152, 228, 230-231, 233)

Каталізатори (145, 147-148, 152, 228, 231, 233)

Каталітичні реакції (228, 230, 233)

Кисень (19, 39-40, 45, 51, 93, 95-96, 99, 125, 129, 135-138, 140, 145-154, 156, 163-167, 182, 233, 238)

Кислоти (7, 11, 24, 32, 38, 40, 46, 56, 89, 91, 96, 99, 108-110, 118, 121-123, 126-127, 162-163, 175, 179, 194, 197-204, 208, 212, 226, 228, 233, 235-236)

Кислотні дощі (11, 204, 208, 233)
Класифікація речовин (233)
Коефіцієнт (88, 90, 140-144, 2341)
Колообіг кисню (234)
Комп'ютерна хімія (8, 228, 234)
Кристалічні речовини (172, 234)
Кристалогідрати (170-172, 228, 234)

Л

Лакус (197-199, 201, 234)

М

Магніт (вибориставня) (60-61, 65-66, 76, 86, 96, 98-99, 108, 118, 122, 135-136, 159, 210, 220, 234)
Маса атома (72, 75, 82-83, 87, 107, 234, 238)
Масова частка елемента (110-111, 117, 216, 228, 234, 238)
Масова частка розчиненої речовини (183-184, 193-194, 228, 234)
Матеріал (3-4, 7, 9, 13, 16, 35, 37-38, 40-43, 50, 54, 67, 71, 119, 204, 209, 229, 234, 238)
Мстан (3, 7, 9, 11-12, 15, 17-19, 21-22, 25, 31-32, 35, 40, 42, 53, 56, 73, 89, 92, 95-99, 101, 103-104, 120, 122, 131-138, 141, 144, 155, 158, 160, 163, 177, 195-197, 199-200, 202-204, 229, 231, 234)
Мстали (7, 9, 11-12, 15, 17-19, 21-22, 25, 31-32, 35, 40, 42, 53, 56, 73, 89, 92, 95-99, 103-104, 120, 122, 131-138, 160, 163, 177, 195-197, 199-200, 202-204, 229, 234)
Металічні елементи (92, 234)
Метилловий оранжевий (197, 199, 234)
Мідний купорос (172, 178, 234)
Мірабіліт (182, 234)
Моделювання (47-49, 229, 234)
Молекула (37, 43-47, 49, 57-58, 87-91, 93-95, 100-101, 104, 106-110, 112, 118, 126, 131, 135, 137, 139-140, 142-143, 152, 166, 171, 173, 210-212, 227-229, 231-232, 234, 238)

Н

Натрій гідроксид (123, 126-127, 187, 196, 199-200, 226, 234)
Нейтропи (70, 72, 229, 234)
Неметали (92, 95-98, 103, 131, 135-137, 195, 197, 200, 203, 234)
Неметалічні елементи (92, 234)
Неоднорідні суміші (57, 65, 209, 229, 234)

Неорганічна хімія (7, 19, 229, 235)

Нітратна кислота (235)

О

Однорідні суміші (57, 59, 65, 181, 209, 229-230, 234-235)

Озон (13, 26, 28, 38, 42-44, 58-59, 64, 91, 94, 135-137, 139, 161, 165, 167, 174, 204-206, 209, 227, 229, 232, 235)

Окиснення (19, 121, 156-157, 160, 162-163, 229, 235)

Оксиген (45, 129, 135, 146, 151, 235, 238)

Оксиди (54, 90, 103, 109, 118-119, 122-123, 126-127, 140, 144-145, 147-149, 151-158, 163, 170, 186-187, 195-201, 203, 208, 220, 226, 229, 232-235, 239)

Ортофосфатна кислота (197, 226, 235)

Основи (3, 16, 20, 22, 26, 31, 44, 49-50, 55-56, 65, 72, 97, 100, 121, 123-124, 127, 131-132, 134, 138, 141, 157, 163, 196, 198, 200, 207, 229, 235)

П

Перегонка — див. Дистиляція.

Період (78-82, 84, 86-87, 93, 98, 100, 102, 105, 135, 137, 153, 195, 227, 229, 235, 238)

Періодична система (78, 80, 229, 235, 238)

Піпа (52, 54-57, 59-60, 63-64, 119, 121-122, 130, 148, 179, 190, 229, 235)

Повільне окиснення (160, 162, 229, 235)

Повітря (11, 19, 30-31, 38, 120-121, 129-140, 144-147, 150-154, 156-164, 166-167, 170, 174, 179, 182, 202-204, 235, 238)

Порядковий номер хімічного елемента (79, 81, 235)

Посудина Дьюара (165, 229, 235)

Поширеність хімічних елементів (74-75, 235)

Природний газ (7, 9, 235)

Природничі науки (6, 14, 44, 229, 235)

Продукти реакції (201, 235)

Прості речовини (93-96, 98, 131, 135-136, 151, 157, 227, 229, 235)

Протоми (69-70, 72, 79-80, 230, 235)

Р

Радіоактивність (69, 230, 235)

Радіохімія (8, 13, 230, 235)

Реагенти (140-141, 230-231, 235)

Реакція сполучення (235)

Реакція розкладу (235)

Реторта (32, 138, 236)

Речовина (11, 19, 24-25, 30, 34, 48, 51-52, 55, 57-61, 63, 65, 67-69, 77, 85, 89, 91-94, 96-98, 104, 115, 118-119, 121, 135, 147, 149, 153-156, 159-160, 172-174, 176, 178, 180-182, 195, 200, 204, 229-231, 236-237)

Рівняння хімічної реакції (140, 142, 236)

Розчин концентрований (230, 236)

Розчин пасичений (230, 236)

Розчин перасичений (230, 236)

Розчин розбавлений (230, 236)

Розчини (7, 59, 123, 126, 139, 149, 173-175, 177-179, 181-183, 185, 194, 197, 199, 203, 208, 228, 230, 236)

Розчинник (7, 43, 51, 61-62, 136, 147, 173-175, 177, 179-182, 196, 230, 236)

Розчинення речовини (171, 236)

С

Сірководень (156, 236)

Складні речовини (92, 95, 98-99, 155-156, 229-230, 236)

Сода кристалічна (236)

Спостереження (37, 47-51, 56, 68, 123, 153, 229-230, 236, 238)

Сульфатна кислота (96, 226, 236)

Суміш (21, 57-68, 92-93, 96, 98, 107, 109, 124, 130, 134, 142, 148, 151, 164, 174-175, 181, 209, 227-230, 234-236, 238)

Суспензія (64, 230, 236)

Схема хімічної реакції (230, 236)

Т

Температура займання (160, 162, 230, 236)

У

Умови виникнення і припинення горіння (236)

Ф

Фенолфталеїн (123, 197-200, 236)

Ферменти (148-149, 231, 236)

Фізичне тіло (40, 231, 236)

Фізичні властивості води (170, 172, 236)

Фізичні властивості речовин (51-52, 231, 236, 238)

Фізичні явища (119-120, 127, 231, 236)

Філософський камінь (17, 236)

Фільтрування (16, 27-28, 62-63, 65-67, 92, 148, 204-205, 208, 236)

Фотоефект (68-69, 231, 236)

Х

Хімічна формула (87, 89-90, 172, 231, 237)

Хімічний елемент (71-72, 74, 76-78, 80, 87, 94, 98, 106, 135-136, 155, 231, 237)

Хімічні явища (119, 125-126, 231, 237-238)

Хімічна реакція (121-122, 124, 139, 227, 237)

Хімія (наука) (1-9, 11, 13-26, 28, 31-35, 37, 44-51, 54-55, 59, 64, 67-69, 71-91, 93-107, 109-115, 117-119, 121-127, 129-131, 133-136, 138-146, 148, 152-153, 155-156, 159, 161, 163, 171-176, 180, 182-184, 190-191, 196, 199, 201-203, 206, 227-239)

Холодильник Лібиха (237)

Ч

Чиста (або індивідуальна) речовина (57-59, 63, 65)

Ш

Шкала Мооса (52, 237)

Я

Ядро атома (70, 231, 237)

ЗМІСТ

Слово до учнів	3
ВСТУП	5
§ 1. Хімія — природнича наука. Речовини та їх перетворення у навколишньому світі.....	6
§ 2. Історія розвитку хімії.....	15
§ 3. Правила поведінки учнів у хімічному кабінеті. Ознайомлення з обладнанням кабінету хімії та лабораторним посудом.....	23
Практична робота №1	35
РОЗДІЛ I. ПОЧАТКОВІ ХІМІЧНІ ПОНЯТТЯ	37
§ 4. Фізичні тіла. Матеріали. Речовини.....	38
§ 5. Молекули. Атоми.....	43
§ 6. Як вивчають речовини. Спостереження й експеримент у хімії.....	47
§ 7. Фізичні властивості речовин.....	51
§ 8. Чисті речовини та суміші.....	57
Практична робота №2	67
§ 9. Атом.....	68
§ 10. Хімічні елементи.....	71
§ 11. Періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва.....	78
§ 12. Маса атома.....	82
§ 13. Хімічні формули речовин.....	87
§ 14. Багатоманітність речовин.....	92
§ 15. Валентність хімічних елементів.....	100
§ 16. Відносна молекулярна маса.....	106
§ 17. Масова частка елемента у складній речовині.....	110
§ 18. Фізичні та хімічні явища.....	119
Практична робота №3	127

РОЗДІЛ П. КИСЕНЬ	129
§ 19. Повітря	130
§ 20. Оксиген. Кисень	135
§ 21. Закон збереження маси речовин під час хімічних реакцій.....	138
§ 22. Добування кисню у лабораторії та промисловості	145
Практична робота №4	152
§ 23. Хімічні властивості кисню.....	153
§ 24. Умови виникнення та припинення горіння	157
§ 25. Застосування та біологічна роль кисню.....	163
РОЗДІЛ Ш. ВОДА	169
§ 26. Вода.....	170
§ 27. Розчин.....	173
§ 28. Кількісний склад розчину.....	183
§ 29. Взаємодія води з оксидами.....	195
§ 30. Значення води і водних розчинів у природі та житті людини	202
Відповіді	209
Словник	227
Предметний покажчик	232

Навчальне видання

**ДЯЧУК Людмила Степанівна
ГЛАДЮК Микола Миколайович**

ХІМІЯ

**Підручник для 7 класу
загальноосвітніх навчальних закладів**

**Головний редактор *Богдан Будний*
Редактор *Антоніна Пааліченко*
Художник *Анна Ребрик*
Обкладинка *Володимира Басалиги*
Комп'ютерна верстка *Галини Телев'як*
Художній редактор *Ростислав Крамар*
Технічний редактор *Оксана Чучук***

Підписано до друку 15.01.2015. Формат 60х90/16. Папір офсетний.
Гарнітура CentSchbook. Друк офсетний. Умовн. друк арк. 15. Умовн. фарбо-відб. 60.

**Видавництво «Навчальна книга – Богдан»
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 4221 від 07.12.2011 р.**

**Навчальна книга – Богдан, просп. С. Бандери, 34а, м. Тернопіль, 46002
Навчальна книга – Богдан, в/с 529, м. Тернопіль, 46008
тел./факс (0352)52-06-07; 52-19-66; 52-05-48
office@bohdan-books.com www.bohdan-books.com**