

Т. М. Гранкіна

ХІМІЯ

9
клас



ОСНОВА
ВИДАВНИЧА ГРУПА

УДК [54:373.51](075)

Г77

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Наказ Міністерства освіти і науки України від 20.03.2017 р. № 417)

Видано державним коштом. Продаж заборонено

Експерти, які здійснили експертизу цього підручника під час проведення конкурсного відбору проектів підручників для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів і зробили висновок про доцільність надання підручнику грифа «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України»:

- О.І. Большун — *методист відділу природно-математичних дисциплін Чернігівського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти імені К. Д. Ушинського;*
О. А. Іванашенко — *вчитель хімії комунального закладу «Навчально-виховне об'єднання «Багатoproфільний ліцей — фізико-математична школа — загальноосвітня школа I–III ступенів № 18 — центр дитячої та юнацької творчості «Надія» Кіровоградської міської ради Кіровоградської області;*
П. В. Самойленко — *доцент кафедри хімії Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка, кандидат педагогічних наук*

Рецензенти:

- Рошаль Олександр Давидович — *кандидат хімічних наук, хабілітований доктор хімії (університет П. Сабатьє, Тулуза, Франція), професор хімічного факультету Гданського університету (Польща), старший науковий співробітник НДІ хімії та доцент хімічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, доцент факультету технології органічних речовин Харківського національного університету «Харківський політехнічний інститут»;*
Мороз Валерій Володимирович — *кандидат хімічних наук*

Авторка:

Тамара Михайлівна Гранкіна — *заслужений учитель України, відмінник освіти України, головна редакторка Всеукраїнського науково-методичного журналу «Хімія» ТОВ «Видавнича група „Основа”»*

Гранкіна Т. М.

Г77

Хімія : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. —
Х. : Вид. група «Основа», 2017. — 303, [1] с. : іл., табл.
ISBN 978-617-00-2910-2.

Підручник для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів повністю відповідає чинній програмі. Він містить теоретичний матеріал, велику кількість таблиць, малюнків, ілюстрацій, схем, питання і завдання для перевірки знань учнів, а також лабораторні досліди, практичні роботи, домашні експерименти. У підручнику враховано компетентнісний підхід до навчання хімії.

За бажанням учні й учителі можуть скористатися безкоштовним електронним додатком (<http://book.osnova.com.ua/tests/chemistry-9-2017/>) для перевірки набутих знань, умінь і навичок.

Рекомендовано для учнів і вчителів середньої школи.

УДК [54:373.51](075)

ISBN 978-617-00-2910-2

© Гранкіна Т. М., 2017

© ТОВ «Видавнича група «Основа», 2017

ЗМІСТ

Передмова	5
Тема 1 ПОВТОРЕННЯ НАЙВАЖЛИВІШИХ ПИТАНЬ КУРСУ ХІМІЇ 8 КЛАСУ	
§ 1 Хімічний зв'язок і будова речовини	8
§ 2 Склад і властивості основних класів неорганічних сполук	14
§ 3 Розв'язання задач	22
Тема 2 РОЗЧИНИ	
§ 4 Поняття про дисперсні системи. Колоїдні та істинні розчини	26
§ 5 Істинні розчини. Будова молекули води, поняття про водневий зв'язок	36
§ 6 Процес розчинення речовин	42
§ 7 Насичені й ненасичені, концентровані й розведені розчини. Кристалогідрати	48
§ 8 Розчинність речовин, її залежність від різних чинників	57
§ 9 Розрахунки з використанням масової частки розчиненої речовини	65
§ 10 Електроліти й неелектроліти. Електролітична дисоціація	75
§ 11 Електролітична дисоціація кислот, основ, солей у водних розчинах. Ступінь електролітичної дисоціації	82
§ 12 Йонно-молекулярні рівняння хімічних реакцій	90
§ 13 Якісні реакції. Поняття про рН розчину	100
Тема 3 ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ	
§ 14 Класифікація хімічних реакцій	112
§ 15 Окисно-відновні реакції. Процеси окиснення, відновлення; окисники, відновники	117
§ 16 Складання рівнянь окисно-відновних реакцій, їхнє значення	125
§ 17 Екзотермічні та ендотермічні реакції. Термохімічні рівняння	133
§ 18 Швидкість хімічної реакції, залежність швидкості реакції від різних чинників	141
§ 19 Узагальнення знань з неорганічної хімії	153

Тема 4 ПОЧАТКОВІ ПОНЯТТЯ ПРО ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

§ 20	Особливості органічних сполук	160
§ 21	Метан як представник насичених вуглеводнів. Хімічні властивості метану	165
§ 22	Гомологи метану, їхні властивості. Об'ємні відношення газів	176
§ 23	Етен (етилен) і етин (ацетилен). Їхні будова і властивості	187
§ 24	Реакції полімеризації. Поліетилен	196
§ 25	Природний газ, нафта, кам'яне вугілля — природні джерела вуглеводнів	200
§ 26	Поняття про спирти на прикладі метанолу, етанолу й гліцеролу	208
§ 27	Етанова (оцтова) кислота	217
§ 28	Поняття про вищі карбонові кислоти. Жири	225
§ 29	Мило, його склад, мийна дія	232
§ 30	Вуглеводи: глюкоза, сахароза	239
§ 31	Вуглеводи: крохмаль і целюлоза	246
§ 32	Амінокислоти. Білки: склад і будова. Біологічна роль амінокислот і білків	255
§ 33	Природні й синтетичні органічні сполуки	265

Тема 5 УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАТЬ З ХІМІЇ

§ 34	Будова речовин. Багатоманітність речовин і хімічних реакцій. Взаємозв'язки між речовинами та їхні взаємоперетворення	275
§ 35	Місце хімії серед наук про природу. Хімічна наука й виробництво в Україні. Хімія та екологія. Видатні вчені — творці хімічної науки	280

ДОДАТКИ



Орієнтовні завдання для практичних робіт	287
Практична робота № 1. Реакції йонного обміну між електролітами у водних розчинах	287
Практична робота № 2. Розв'язування експериментальних задач	289
Практична робота № 3. Властивості етанової кислоти	290
Практична робота № 4. Виявлення органічних сполук у харчових продуктах	291
Словник	293

ПЕРЕДМОВА

Перед вами підручник хімії, який ми намагалися зробити не схожим на інші. Чи вдалося це — судити вам. Підручник написано зрозумілою мовою, адже перш за все нам хотілося говорити з вами, дорогі учні та учениці, вчителі та вчительки. Перед кожним розділом є малюнок, в якому відображено весь зміст розділу. Розглядати його потрібно не поспішаючи, знаходячи взаємозв'язки й відповідності. Напевно, він буде зрозуміліший після вивчення розділу й дасть можливість легко і просто повторити або згадати навчальний матеріал.

Сторінками підручника з вами подорожуватимуть персонажі — хлопчики й дівчатка. Вони розмовляють, запитують і відповідають так само, як і учні в школі. Ми вирішили, що буде зрозуміліше, якщо деякі питання вони пояснять простішою мовою.

У підручнику також є «вчителька» і «вчитель». Вони, як і шкільні вчителі, задають завдання і наводять приклади розв'язків і відповідей, а також звертають вашу увагу на важливі моменти або коментують навчальний матеріал.

Завдання, наведені в тексті параграфа, треба відразу виконувати, тільки-но ви їх прочитали. Це допоможе краще зрозуміти навчальний матеріал. Матеріали для запам'ятовування, а також визначення і правила обведені в рамочку або позначені . Звичайно, вчити новий матеріал потрібно, спираючись на вже отримані знання. Якщо ви щось забули, ми вам нагадаємо й повторимо. Ці відомості позначені так: .

У підручнику також наведено додаткову інформацію, яка не входить до шкільної програми. Це рубрика «Дізнайтеся більше». Вона може зацікавити вас і допомогти краще зрозуміти основний матеріал. Запропоновані «Мозкові штурми» дадуть змогу зібратися і разом подумати, обговорити, порадитися, як правильно відповісти на поставлене запитання. Вирішальне слово — за вчителем/вчителькою.


Наприкінці параграфів наведено узагальнюючі схеми, в яких стисло відображено зміст параграфа. Їх також треба розглядати

не поспішаючи, звіряючись із текстом, можна доповнювати на власний розсуд! У підручнику ми пропонуємо різноманітні питання і завдання. Нумерація цих завдань наскрізна. Це допоможе учням швидко відшукати потрібний номер задачі, а вчителю — швидше дати домашнє завдання.

У рубриці «Перевірте свої знання» наведено питання для усних відповідей. Відповідаючи на них, ви перевіряєте наскільки добре засвоїли теорію. Якщо все в порядку, переходимо до письмових завдань. Для цього є рубрика «Виконайте завдання».

Найцікавіші та найскладніші питання містяться в рубриці «Для допитливих». Тут можуть бути типи задач, які не передбачені програмою, але для їх розв'язання достатньо отриманих у школі знань.

Хімія — безумовно, експериментальна наука. Тому в підручнику є багато цікавих дослідів, які ви можете зробити в школі й удома. Опис шкільних дослідів наведено в тексті параграфів. Досліди, які відповідають шкільній програмі, містяться в рубриці «Лабораторний дослід». Якщо написано просто «Дослід», то це демонстраційний або додатковий експеримент. У рубриці «Домашня лабораторія» наведено експерименти, які можна проводити самостійно. У рубриці «Додатки» подано приблизні завдання для чотирьох практичних робіт. У кінці підручника є словничок, у який ви можете зазирнути, якщо забули якийсь термін.

Малюнки та фотографії, які позначені знаком «», узяті з вільних джерел мережі інтернет, усі інші — робота дизайнера Н. Червової та художника В. О. Корягіна.

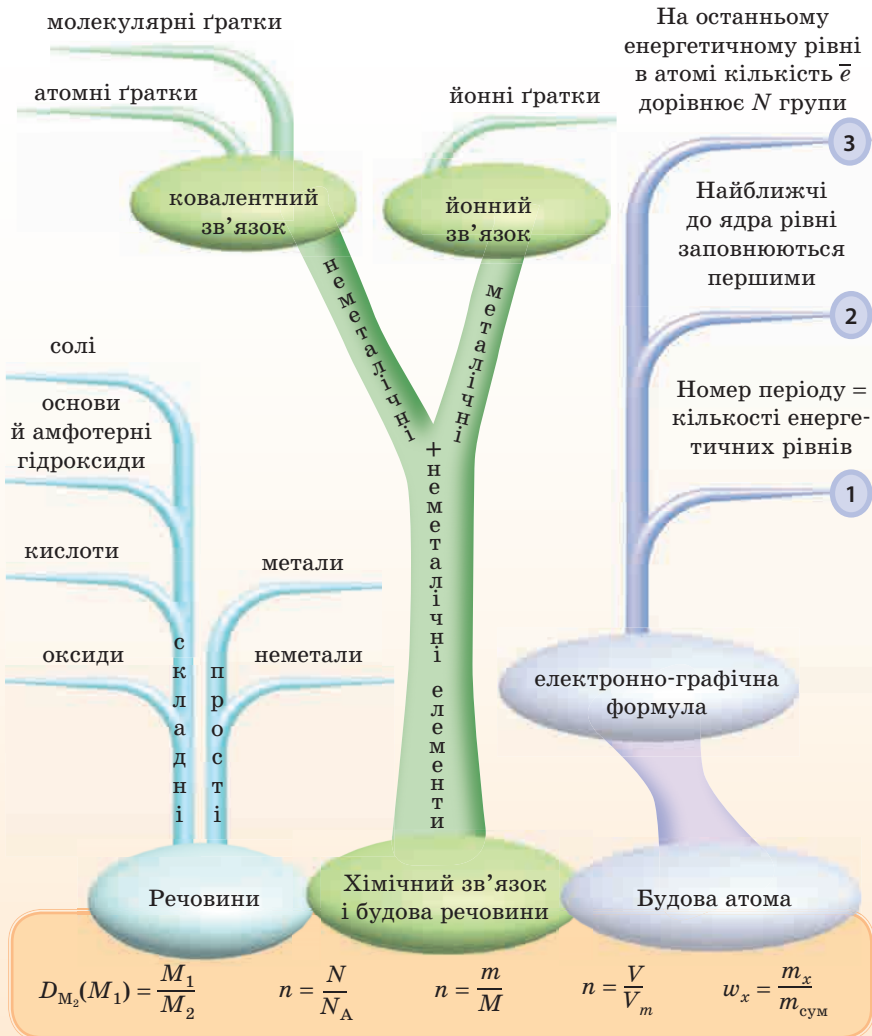
До підручника додано інтерактивні тести та інші завдання, які ви можете знайти на сайті <http://book.osnova.com.ua/tests/chemistry-9-2017/>. Їх можна виконувати у режимі онлайн. Питання і завдання допоможуть учням зрозуміти, наскільки добре засвоєно навчальний матеріал.

Нарешті слова «від авторки». Чому я пишу скрізь «ми», «у нашому підручнику»? Тому що мені в роботі допомагало багато людей, тож праця є колективною. Перш за все, це вчителі/вчительки. Я спілкуюся з педагогами з усієї України, тому намагалася писати так, щоб урахувати всі їхні зауваження і побажання. Спасибі вам, дорогі друзі! Окрема подяка вчительці ліцею № 173 м. Харкова В. Д. Ковальовій, заслуженому вчителю України. Такі рубрики, як «Для допитливих» і «Домашня лабораторія», з'явилися з її допомогою та участю.

Отже, дорогі учні, вперед, до вершин знань!

1

ПОВТОРЕННЯ НАЙВАЖЛИВІШИХ ПИТАНЬ КУРСУ ХІМІЇ 8 КЛАСУ



§ 1. ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК І БУДОВА РЕЧОВИНИ

— Ура! У нас знову уроки хімії!

— Я перед уроком згадувала, що ми вивчали. От хімія вивчає властивості речовин. А від чого залежать ці властивості?

— Від будови цих речовин.

— Наприклад?

— Ну, від того, які типи зв'язків і кристалічні ґратки в речовині.

— Так, я пам'ятаю, типи зв'язків залежать від того, металічні чи неметалічні елементи їх утворюють, і ще від електронегативності.

— Точно! А ці властивості визначає будова атома елемента. Тому давай стисло повторимо все це.

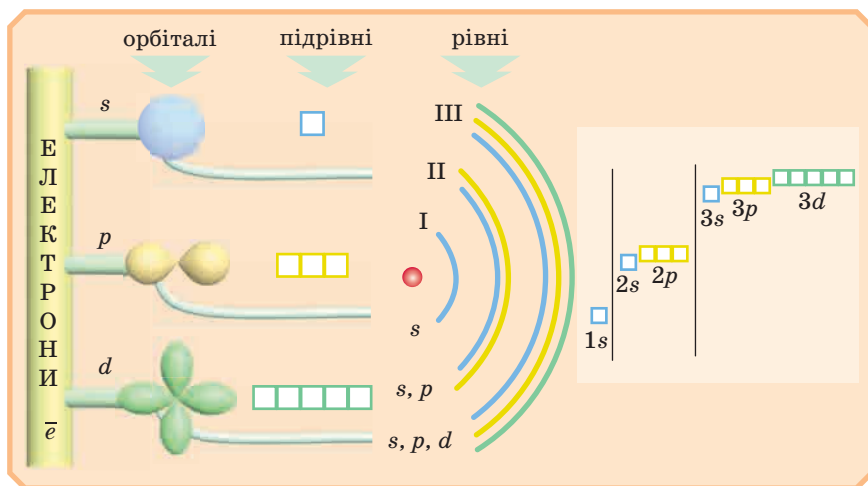
— Нам це знадобиться на уроках.

Дійсно, щоб визначити властивості речовини, а отже, і її застосування, слід виходити з будови атомів елементів, які входять до складу цієї речовини. Зараз усе повторимо, але якщо ви за літо дуже добре відпочили й забули все ґрунтовно, доведеться взяти підручник 8 класу. Ми повторюємо дуже стисло.

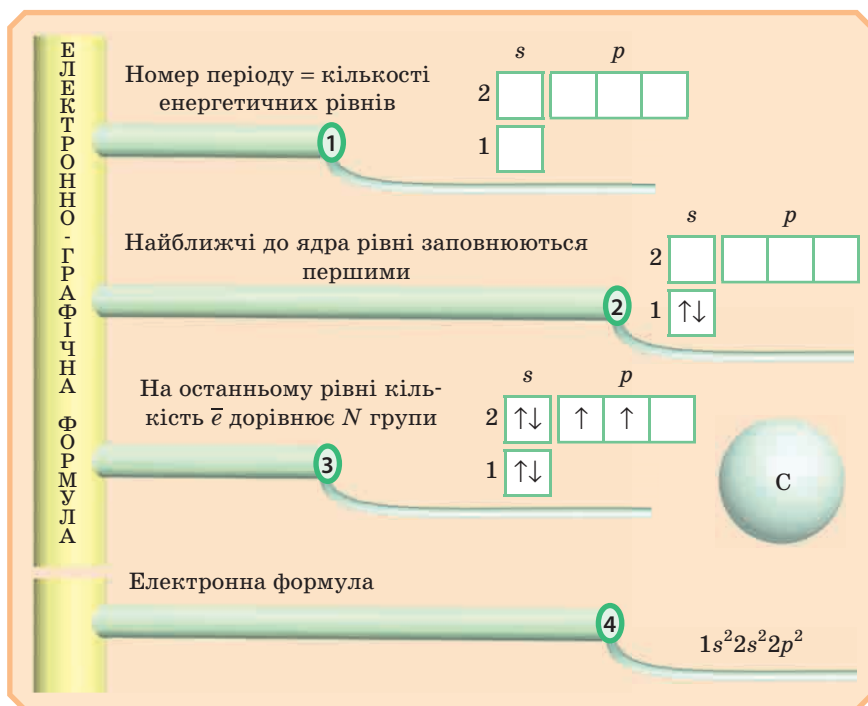
БУДОВА АТОМА

Хіміків цікавить, в основному, будова зовнішніх електронних (енергетичних) рівнів (для *s*- і *p*-елементів) або зовнішніх і передзовнішніх рівнів (для *d*- і *f*-елементів) атомів, а також їхній радіус. Від цього залежить електронегативність елементів та їхні металічні або неметалічні властивості.

Давайте розглянемо малюнок і згадаємо, як розподіляються електрони в атомі.



Число електронних рівнів у атомі ми визначаємо за номером періоду, а число електронів на зовнішньому рівні — за номером групи, у якій розташований елемент.



▼ **Завдання.** Визначте число енергетичних рівнів і кількість електронів на зовнішньому рівні в атомах елементів: Сульфур, Оксиген, Кальцій, Натрій, Неон, Хлор. Запишіть електронно-графічні формули зовнішніх рівнів.

Згадаємо, що електрони зовнішніх рівнів називаються валентними й саме вони беруть участь в утворенні хімічних зв'язків.

ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА І СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Будова атома й Періодичний закон тісно пов'язані. Повторимо, як змінюються властивості атомів різних елементів та їх сполук у періодах і групах (табл. 1, рис. 1).

Таблиця 1

Зміна будови атома й властивостей елементів у групах і періодах зі збільшенням порядкового номера елемента

Зі збільшенням порядкового номера	Число енергетичних рівнів	Число електронів на зовнішньому рівні	Радіус атома	Електро-негативність	Зміна металічних і неметалічних властивостей
У періодах	Не змінюється	Збільшується	Зменшується	Збільшується	Підсилюються неметалічні властивості
У групах	Збільшується	Не змінюється	Збільшується	Зменшується	Металічні властивості підсилюються

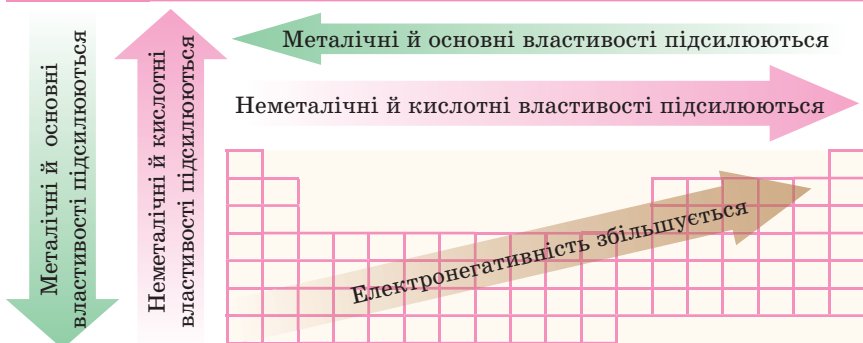


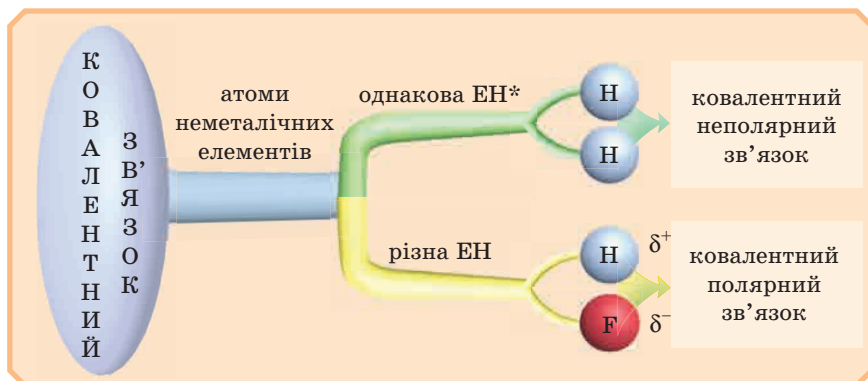
Рис. 1. Зміна електро-негативності та властивостей елементів залежно від місця елемента в Періодичній системі

Завдання. Простежте зміну кислотно-основних властивостей елементів 3-го періоду та їх сполук. Запишіть формули вищих оксидів та гідроксидів. Запишіть рівняння реакцій, які підтверджують ваше припущення.

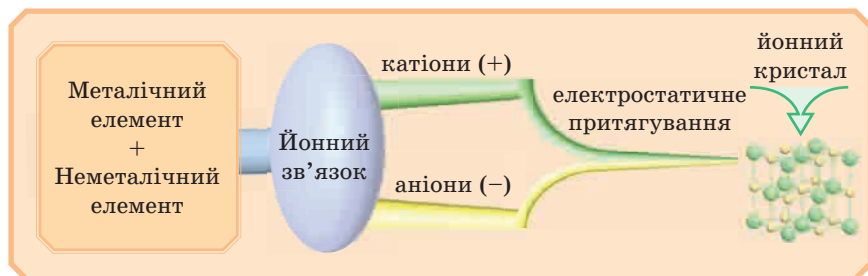
ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

Ми вивчали такі види зв'язків: ковалентний і йонний.

Повторимо, у яких випадках утворюється ковалентний зв'язок:



Якщо забули йонний зв'язок, розглянемо схему:

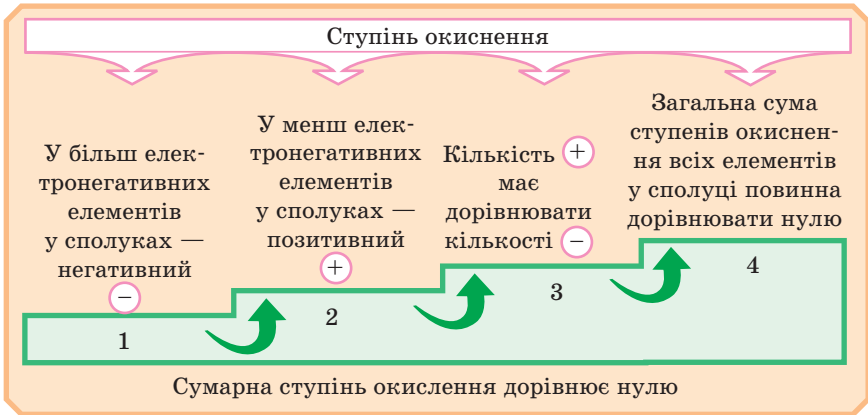


Нагадаємо, що речовини з йонним зв'язком існують у вигляді йонних кристалів, а не молекул, і їхній склад виражається формульними одиницями.

Для правильного написання формул використовують ступінь окиснення, який дорівнює числу відданих і прийнятих електронів атомами (йонами). Він умовно застосовується також у речовинах

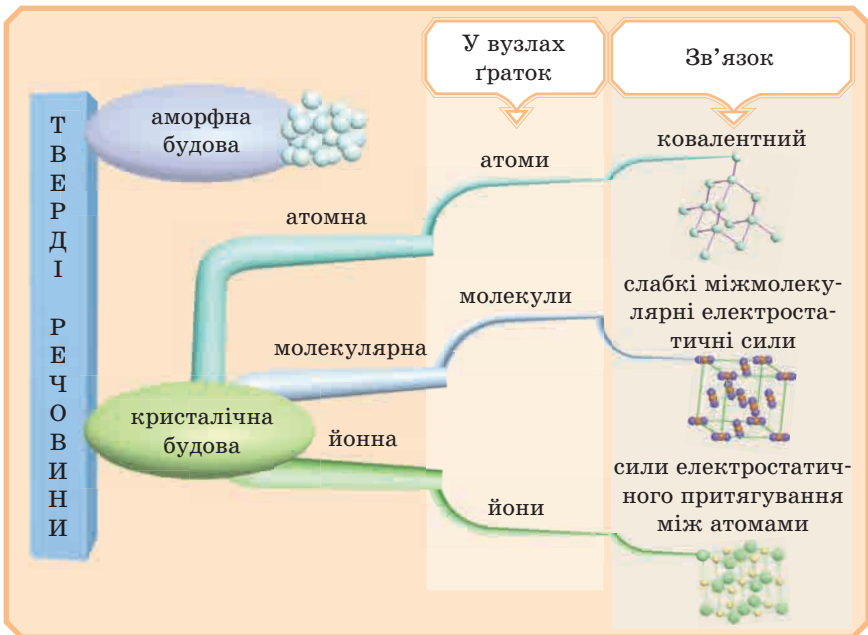
* ЕН — електронегативність.

із ковалентним полярним зв'язком. У речовинах із ковалентним неполярним зв'язком ступінь окиснення дорівнює 0.



КРИСТАЛІЧНІ ҐРАТКИ

Речовини з різним типом зв'язку утворюють різні кристалічні ґратки у твердому стані.



Будова атомів
хімічних
елементів

Вид хімічного
зв'язку між
ними

Тип
кристалічних
ґраток

Фізичні
властивості
речовини

✎ Мозковий штурм ✎

Потрібні речовини з різними властивостями:

- 1) твердість невисока, легкоплавка, у воді розчиняється погано;
- 2) твердість висока, добре розчиняється у воді, розчин проводить струм, температура плавлення — висока;
- 3) твердість висока, у воді не розчиняється, температура плавлення — висока;
- 4) твердість невисока, легкоплавка, у воді розчиняється добре, розчин електричний струм проводить.

З якими кристалічними ґратками слід узяти речовини в кожному випадку?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

1. Елемент розташований у третьому періоді, II групі, головній підгрупі. Напишіть електронну формулу його атома і схему розподілу електронів за рівнями та підрівнями.
2. Атом елемента має електронну формулу: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$. Назвіть цей елемент. Вкажіть підрівні, на яких перебувають валентні електрони. Визначте валентність елемента. Де розташований цей елемент у періодичній таблиці?
3. Чим відрізняються за своїм складом ядра таких ізотопів: ${}^6\text{Li}$ і ${}^7\text{Li}$; ${}^{235}\text{U}$ і ${}^{239}\text{U}$? Що в них є спільного?
4. Як змінюються властивості оксидів і гідроксидів s - і p -елементів у періоді? Доведіть вашу відповідь рівняннями хімічних реакцій.
5. Природний Бор має два ізотопи, атомна маса яких 10 та 11. Відносна атомна маса Бору становить 10,82. Обчисліть відносний уміст кожного з ізотопів у природному Борі (у атомних відсотках).
6. Який з елементів четвертого періоду — Галій або Арсен — має більш виражені металічні властивості? Відповідь мотивуйте виходячи з будови атомів цих елементів.

7. Манган утворює сполуки, в яких він виявляє ступені окиснення +2, +3, +4, +6, +7. Складіть формули його оксидів, що відповідають цим ступеням окиснення.
8. Напишіть електронні формули йонів Ca^{2+} та S^{2-} . Електронну конфігурацію атома якого інертного елемента вони повторюють?
9. Визначте ступінь окиснення всіх елементів у сполуках:
 Na_2O , SO_3 , $\text{Mg}(\text{ClO})_2$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, SO_2Cl_2 , $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
10. Визначте вид хімічного зв'язку в сполуках:
 а) H_2SO_4 , Br_2 , Na_2SO_4 , NaOH , Mg_3N_2 , CH_4 ;
 б) NaCl , HBr , O_2 , CaF_2 , H_2 , PH_3 , SO_2 , Fe_2O_3 .
11. Дано елементи: Cl, H, K, Fe, N, O, Ca, F, Ca.
 Складіть із них формули речовин із ковалентним полярним, неполярним і йонним зв'язками. Перемалюйте таблицю в зошит і розподіліть отримані вами формули в таблиці:

Таблиця 2

Речовини з ковалентним полярним зв'язком	Речовини з ковалентним неполярним зв'язком	Речовини з йонним зв'язком

Для допитливих

12. Формула кварцу — SiO_2 , а вуглекислого газу — CO_2 . У якому разі формула виражає справжній склад молекули, а в якому — тільки відношення числа атомів одного та другого елементів? Чому на відміну від вуглекислого газу кварц є тугоплавкою речовиною?

§ 2. СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВНИХ КЛАСІВ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК



— Я знаю, що всі речовини діляться на прості й складні.

— Я забув, що таке прості речовини...



— Я нагадаю: прості речовини складаються з атомів одного виду. Наприклад, H_2 , P_4 , Ca .

Вони діляться на метали й неметали.

— Так, точно! А складні?

— Складних речовин багато, і їх ділять на класи для зручності вивчення. Зараз ми будемо їх повторювати.

Давайте розглянемо схему, згідно з якою можна класифікувати складні речовини (рис. 2):

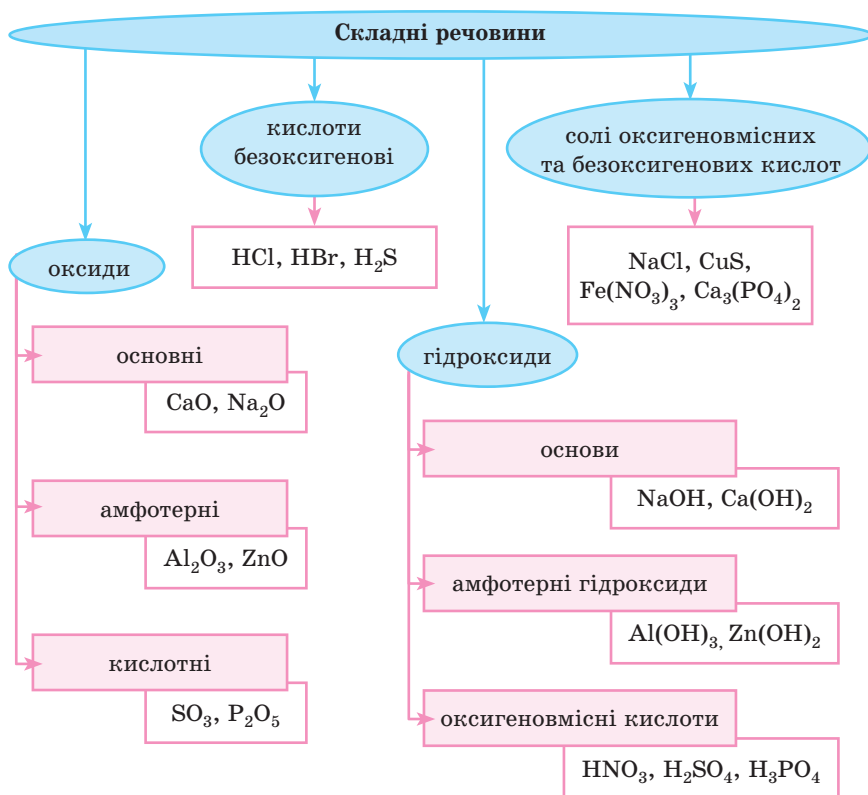


Рис. 2. Класифікація речовин за хімічною будовою та властивостями

Найчастіше класифікацію спрощують і виділяють 4 основні класи: оксиди, основи й амфотерні гідроксиди, кислоти й солі.

Складні неорганічні сполуки		
Ознака	Клас	Назва
У сполуці два елементи, один із них Оксиген (-2)	Оксиди	Назва елемента, що утворює оксид + валентність елемента + слово «оксид»
У формулі попереду атоми Гідрогену — Н, а за ними — кислотний залишок	Кислоти	Назва за кислототвірним елементом + слово «кислота»
У формулі попереду — символ металічного елемента, а за ним групи OH^-	Основи, амфотерні гідроксиди	Назва металічного елемента + валентність елемента + слово «гідроксид»
Попереду катіони металічного елемента, а за ними — аніони кислотного залишку*	Солі	Назва металічного елемента + валентність елемента + назва кислотного залишку

Примітка. Пам'ятайте, що в назвах указують тільки змінну валентність. Зверніть увагу на суфікси в назвах кислот.

Повторимо хімічні властивості речовин цих класів.

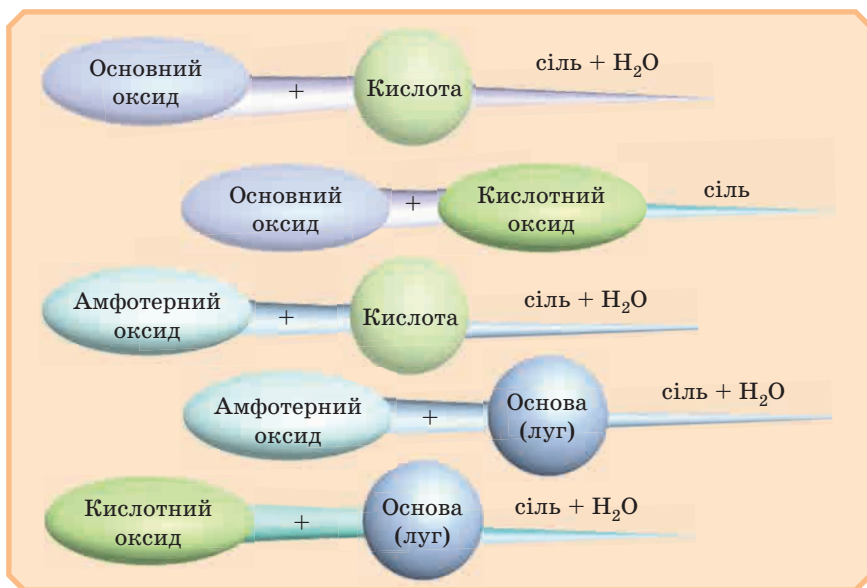
ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВНИХ КЛАСІВ НЕОРГАНІЧНИХ СПЛУК

Спочатку розглянемо хімічні властивості оксидів:



* Катіоном у солях може бути також йон амонію NH_4^+ .

** Тільки оксиди лужних та лужноземельних елементів.



- ▼ **Завдання 1.** Складіть рівняння реакцій, які відповідають цій схемі.
 Підказка. Згадаємо, як визначити, які оксиди кислотні, а які основні або амфотерні.

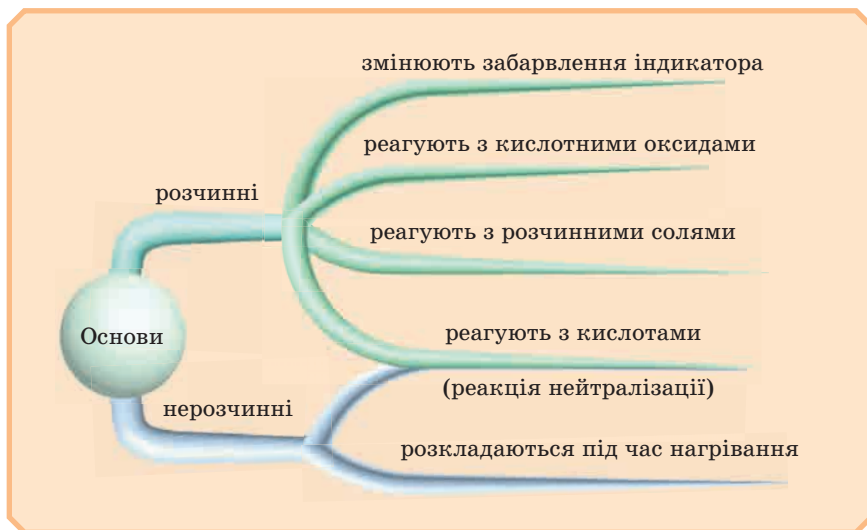


- ▼ **Завдання 2.** Напишіть формули оксидів різних типів, назвіть їх.
 Оксидам відповідають їх гідроксиди: основи, амфотерні гідроксиди й кислоти.



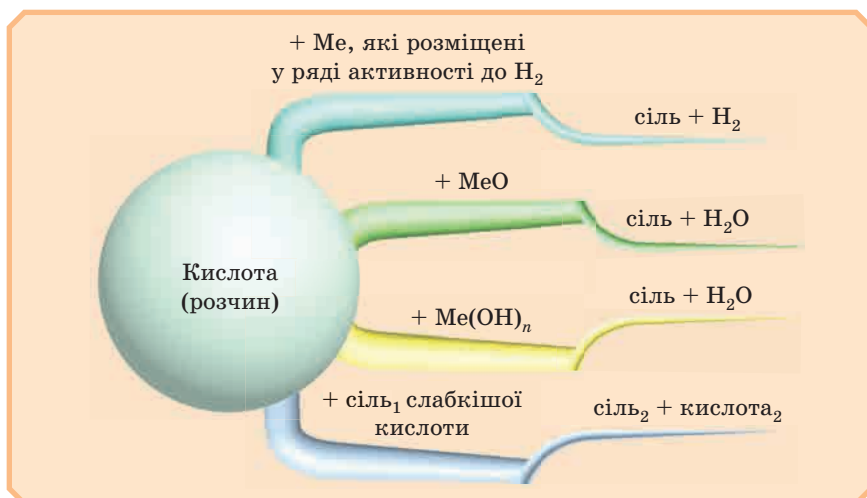
- ▼ **Завдання 3.** До формул оксидів попереднього завдання напишіть формули відповідних гідроксидів: основ, амфотерних гідроксидів або кислот.

Тепер повторимо властивості основ.

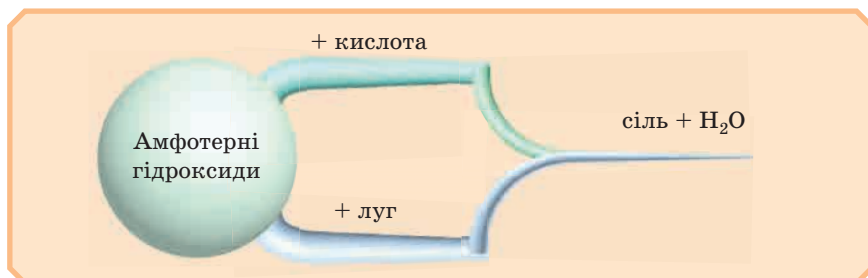


- ▼ **Завдання 4.** Напишіть рівняння реакцій, які відповідають цій схемі.

Розглянемо властивості кислот:

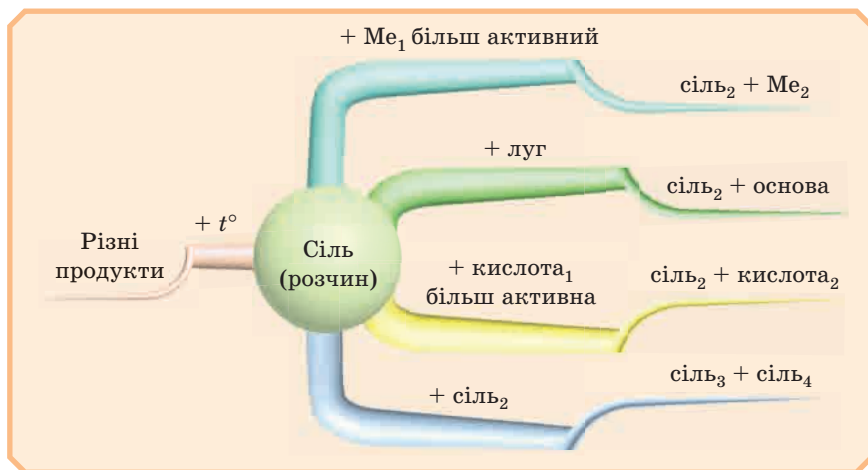


Завдання 5. Напишіть рівняння реакцій, які відповідають цій схемі. Згадаємо властивості амфотерних гідроксидів:



Завдання 6. Напишіть рівняння реакцій, які відповідають цій схемі.

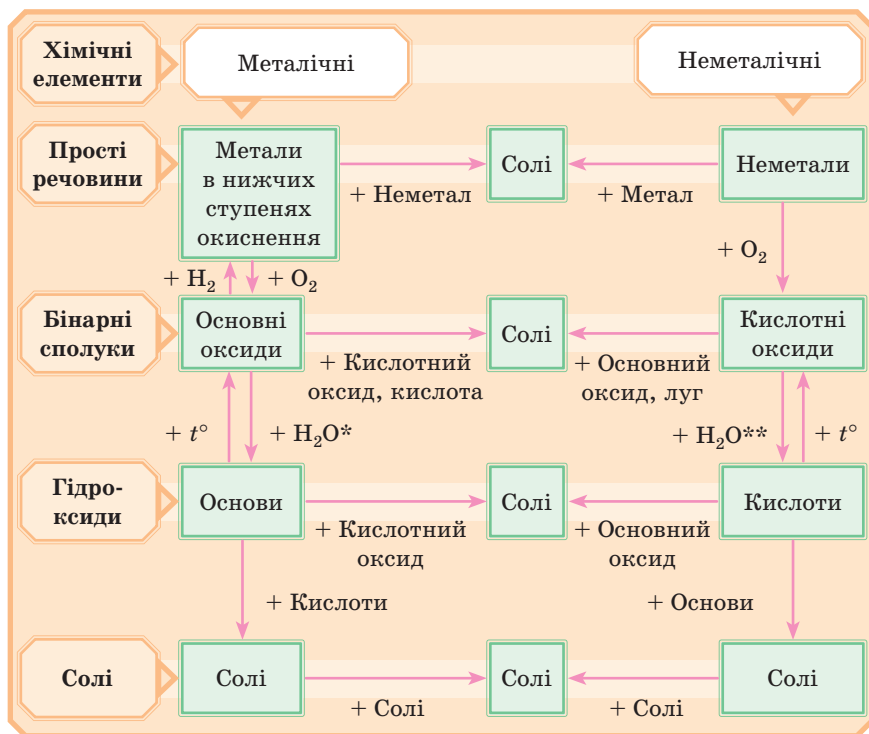
Спробуйте самостійно згадати властивості солей. Якщо не зовсім виходить, звернемося до схеми:



ГЕНЕТИЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

З одних неорганічних речовин можна одержати інші. Ми склали ланцюжки таких перетворень у 8 класі. Вони показують генетичний зв'язок між класами неорганічних сполук.

Завдання 7. Складіть ланцюжки перетворення відповідно до схеми (див. с. 20) й напишіть рівняння реакцій, з допомогою яких їх можна здійснити.



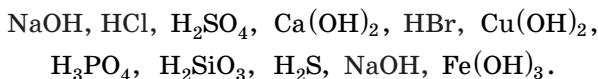
▼ **Завдання 8.** Складіть ланцюжки перетворення відповідно до цієї схеми: метал → основний оксид → сіль → основа (нерозчинна) → сіль. Напишіть рівняння реакцій, з допомогою яких їх можна здійснити.

✎ Мозковий штурм ✎

Згадайте, з допомогою яких реакцій можна одержати оксиди, кислоти, основи й солі. Запишіть рівняння відповідних реакцій.

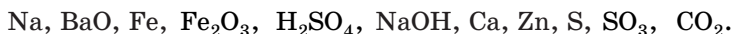
ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

13. Із наведених речовин виписіть окремо формули кислот і основ. Дайте їм назви.



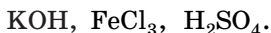
* Тільки для оксидів, утворених лужними та лужноземельними металами.
** Окрім оксиду SiO₂.

14. Дано речовини:



Із якими з них реагує вода? Відповідь підтвердьте рівняннями реакцій.

15. Дано речовини:

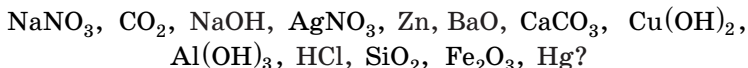


З якими з них можуть взаємодіяти:

- натрій гідроксид;
- купрум(II) гідроксид;
- цинк(II) гідроксид?

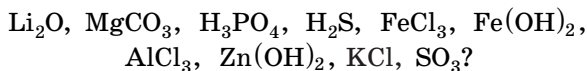
Напишіть рівняння відповідних реакцій.

16. З якими з наведених речовин буде реагувати сульфатна кислота:



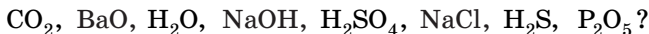
Напишіть рівняння можливих реакцій.

17. З якими з наведених речовин буде реагувати натрій гідроксид:



Напишіть рівняння можливих реакцій.

18. З якими з перелічених речовин реагує кальцій оксид:



Напишіть рівняння можливих реакцій.

19. Закінчіть рівняння реакцій нейтралізації:

- | | |
|--|--|
| 1) $\dots + \dots = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | 3) $\dots + \dots = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ |
| 2) $\dots + \dots = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ | 4) $\dots + \dots = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$ |

20. Закінчіть рівняння реакцій:

- | | |
|---|---|
| 1) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \dots \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \dots$ | 3) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \dots \rightarrow \text{CuCl}_2 + \dots$ |
| 2) $\text{SO}_3 + \dots \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$ | 4) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \dots + \dots$ |

21. Складіть рівняння реакцій одержання кислот:

- взаємодією двох оксидів;
- взаємодією кислоти й солі;
- із двох простих речовин (з наступним розчиненням продукту реакції у воді).

22. Отримайте магній сульфат взаємодією:

- кислотного та основного оксидів;
- кислоти та основного оксиду;
- кислоти та основи.

§ 3. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ



Розрахунки в хімії дуже важливі. Без них неможливо визначити склад і будову речовини. Вони потрібні під час визначення необхідної кількості реагентів для проведення реакції та кількості одержуваного продукту. Звичайно ж, без складних розрахунків неможлива робота хімічних підприємств.

РОЗРАХУНКИ ЗА ХІМІЧНИМИ ФОРМУЛАМИ

Минулого року ми розглянули кілька типів хімічних задач і способи їх розв'язання. Вони будуть нам потрібні й цього року. Стисло повторимо їх.

Визначення відносної молекулярної й молярної маси

Відносну атомну, молекулярну і молярну масу визначаємо за Періодичною системою.

▼ **Завдання.** Визначте відносні молекулярні й молярні маси нітратної кислоти, барій гідроксиду, алюміній сульфату.

Розрахунок масової частки елементів у речовині

Формула для розв'язання:

$$\omega = \frac{n \cdot A_r}{M_r},$$

де n — кількість атомів елемента в сполуці (або індекс елемента), A_r — відносна атомна маса елемента, M_r — відносна молекулярна маса речовини.

▼ **Завдання.** Визначте масові частки елементів у кальцій нітраті.

Розрахунки із застосуванням поняття «кількість речовини (моль)»



Випишемо формули, в яких використовується кількість речовини (моль), і запам'ятаємо їх.

$$n = \frac{N}{N_A}$$

← загальне число молекул
← завжди $6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ (стала Авогадро)

$$n = \frac{m}{M}$$

← маса речовини, г
← розраховуємо за Періодичною системою Д. І. Менделєєва, г/моль

$$n = \frac{V}{V_m}$$

← загальний об'єм у л (дм³)
← за н. у. 22,4 л/моль для будь-якого газу (молярний об'єм)

Завдання. У посудині об'ємом 2 літри міститься кисень за н. у. Розрахуйте його кількість речовини, масу й число молекул.

Розрахунки з використанням поняття «відносна густина газів»

Формула для розрахунків:

$$D_{M_2}(M_1) = \frac{M_1}{M_2},$$

де M_1 — це молярна маса газу 1, густину якого ми визначаємо, M_2 — молярна маса газу 2, за яким густину визначають, D — відносна густина газів, величина безрозмірна.

Завдання. Густина деякого газу за воднем дорівнює 8. Визначте його молярну масу.

РОЗРАХУНКИ ЗА ХІМІЧНИМИ РІВНЯННЯМИ РЕАКЦІЙ

Згадаємо алгоритм розв'язування таких задач:



1. Написати рівняння реакції, розставити коефіцієнти.
2. Якщо в задачі дано маси або об'єми речовин — розрахувати за формулами їх кількість речовини.
3. Дані завдання й x (невідоме) пишемо над рівнянням, мольні відношення (коефіцієнти) — під рівнянням.
4. Складаємо пропорцію, розв'язуємо — відповідь готова!

▼ **Завдання.** Визначте масу й об'єм кисню (н. у.), який буде потрібний для спалювання 64 г сірки.

Відповідь: 64 г O_2 , 44,8 л O_2 .

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

23. В якій сполуці масова частка Кальцію більша: в кальцій оксиді або кальцій сульфіді? У скільки разів?
24. Яка кількість речовини і скільки атомів Оксигену міститься:
 - а) у 3 моль сульфур(VI) оксиду;
 - б) у 36 г ферум(II) оксиду?
25. Яку кількість речовини складає $30,1 \cdot 10^{23}$ атомів Натрію? Визначте масу цих атомів.
26. Скільки атомів і молей Гідрогену та Оксигену міститься у воді кількістю речовини 10 моль?
27. Алюміній масою 54 г повністю прореагував із сіркою. Визначте масу алюміній сульфїду, що утворився.
28. Визначте масу й об'єм $3,01 \cdot 10^{23}$ молекул карбон(IV) оксиду за н. у.
29. Визначте, який об'єм водню (н. у.) необхідний для взаємодії з 2 моль хлору.
30. Магній реагує з бромом з утворенням магній бромїду.
 - а) Напишіть рівняння реакції, вкажіть її тип.
 - б) Скільки молей магній бромїду утворюється з 8 моль магнію з 3 моль брому?
 - в) Яка маса брому прореагує з 36 г магнію?

Для допитливих

31. Речовина містить атоми Сульфуру та Оксигену в масовому відношенні 1:1. Визначте формулу речовини та масові частки елементів у ній.
32. Складіть формулу речовини, яка містить (за масою) 43,4 % Натрію, 11,3 % Карбону і 45,3 % Оксигену.
33. Під час згоряння металу масою 3 г утворюється його оксид масою 5,67 г. Ступінь окиснення металу в оксиді дорівнює +3. Який це метал?
34. Складіть формулу оксиду Нітрогену, який містить 30 % Нітрогену за масою.
35. Летка сполука елемента з Гідрогеном містить 8,8 % Гідрогену. Визначте, що це за елемент, якщо формула його вищого оксиду E_2O_5 .

2

РОЗЧИНИ

розчиняючись, речовини можуть дисоціювати

залежить від природи речовини, температури, тиску (для газів)

розчинення

концентровані

$$w_{р-ни} = \frac{m_{речовини}}{m_{розчину}}$$

розведені

аерозолі

емульсії

грубодисперсні

суспензії

відбуваються між електролітами

насичені

реакції йонного обміну

ненасичені

високодисперсні

колоїдні розчини

розчини (розчинна речовина + розчинник)

дисперсні системи

існують якісні реакції на йони

відбуваються, якщо утворюється осад, газ, вода

ГОМОГЕННІ

ГЕТЕРОГЕННІ

СУМІШІ

§ 4. ПОНЯТТЯ ПРО ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ. КОЛОЇДНІ ТА ІСТИННІ РОЗЧИНИ

— Ми вчора з батьками ходили на риболовлю. Ранком був туман. Я розпалював багаття, воно погано розгорялося, було багато диму. А ще довелося набирати воду з річки у відро, і видно було, яка вона мутна...



— Хвилинку! Туман, дим, мутна вода... Що між ними спільного?

— Ну, не знаю... Риболовля?

— Ні, це ж дисперсні системи.

— От це так! А що таке дисперсні системи?

— Давай читати параграф...



Ви вже знаєте, що бувають **чисті речовини й суміші**. **Чисті речовини** ні в природі, ні в побуті не трапляються. Їх одержують спеціально, очищаючи від домішок досить складним шляхом.

Суміші складаються з двох або більше речовин. Оскільки речовини можуть бути в різних агрегатних станах (рідкі, тверді й газоподібні), то й суміші існують у різних агрегатних станах. Також у сумішах може бути різним розмір частинок. Отже, існує велике різноманіття сумішей, і їх треба якось класифікувати.

Встановлені кваліфікації чистоти хімічних реактивів: «чистий» (ч.), «чистий для аналізу» (ч. д. а.), «хімічно чистий» (х. ч.) і «особливо чистий» (ос. ч.). Препарати високого очищення («особливої чистоти») призначені лише для спеціальних цілей, коли навіть мільйонні частки відсотка домішки є зовсім неприпустимими. Основні споживачі таких препаратів — промисловість напівпровідникових матеріалів, радіоелектроніка, квантова електроніка. Наприклад, в особливо чистому SiO_2 загальний уміст десяти домішок (Al, B, Fe, Ca, Mg, Na, P, Ti, Sn, Pb) не перевищує $1 \cdot 10^{-5}\%$.

ГОМОГЕННІ Й ГЕТЕРОГЕННІ СУМІШІ



Згадаємо матеріал 7 класу. Насамперед суміші ділять на гомогенні (однорідні) і гетерогенні (неоднорідні). У **гетерогенних сумішах** візуально або з допомогою оптичних приладів (мікроскопа) завжди можна побачити більш-менш великі часточки. Наприклад, суміш глини з водою. Часточки глини добре видно (рис. 3). У **гомогенних сумішах** часточки найдрібніші (молекули або йони), і ми не можемо їх бачити. Наприклад, розчин цукру у воді.

Порівняння сумішей наведено в таблиці 3.



Рис. 3. Гетерогенна суміш глини з водою

Таблиця 3

Гомогенні	Гетерогенні
<ul style="list-style-type: none"> Складові частини не можна виявити ні візуально, ні з допомогою оптичних приладів, оскільки перемішуються найменші частинки — молекули, йони. Під час зберігання не змінюються. Приклади: розчин солі або цукру у воді, повітря, деякі сплави 	<ul style="list-style-type: none"> Складові частини можна виявити візуально або з допомогою оптичних приладів. Із часом може відбуватися розшарування сумішей. Приклади: суміш річково-го мулу й води, пил у повітрі, граніт

ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ

Якщо одна речовина рівномірно розподілена у вигляді частинок усередині іншої речовини, то такі суміші називають **дисперсними системами**.



Системою ми будемо називати сукупність різних речовин і продуктів їх взаємодії (можливо, у різних агрегатних станах), які містяться в одній ємності.

Диспергування (від лат. *dispersio* — розсіювання) — тонке дроблення твердих або рідких тіл у якому-небудь середовищі.

У дисперсних системах розрізняють **дисперсну фазу** — дрібно-роздроблену речовину (або кілька речовин) і **дисперсійне середовище** — однорідну речовину, в якій розподілена дисперсна фаза. Вони не реагують одна з одною хімічно.

Дисперсну фазу становлять більш-менш великі частинки, які відділені від дисперсійного середовища **межею розділення** (рис. 4).

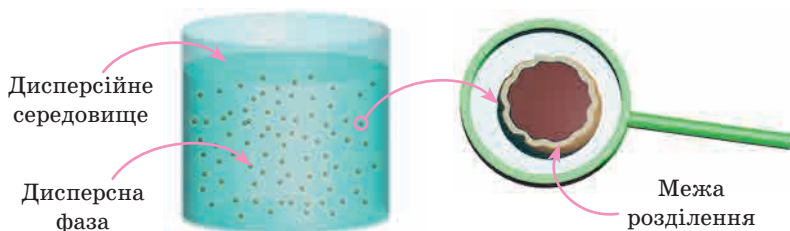
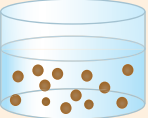

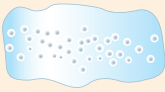


Рис. 4. Дисперсна система

	→ у мутній воді, яка містить борошно, дисперсною фазою є тверді часточки борошна, а дисперсійним середовищем — вода
	→ у димі дисперсна фаза — тверді часточки вугілля, дисперсійне середовище — повітря
	→ у тумані дисперсна фаза — часточки рідини, дисперсійне середовище — повітря

ЯКИМИ БУВАЮТЬ ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ?



Дисперсні системи відрізняються одна від одної розмірами частинок, тобто ступенем дисперсності (роздробленості).

Якщо розміри частинок **більше 100 нм**, то це **грубодисперсні системи**.

Існують **високодисперсні системи** (колоїдні системи) з розмірами частинок **від 100 до 1 нм**.

Якщо ж речовина подрібнена до молекул або йонів розміром **менше 1 нм**, утворюється гомогенна суміш — **розчини** або **істинні розчини**. У цьому випадку межі розділення між частинками й середовищем немає.

$$1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$$

Грубодисперсні системи

Грубодисперсні системи, або зависі — гетерогенні суміші.

До них належать, наприклад, дим, туман, а також суспензії, емульсії та ін.

Суспензії — це дисперсні системи, в яких дисперсною фазою є тверда речовина, а дисперсійним середовищем — рідина, причому тверда речовина майже нерозчинна в рідині.

Щоби приготувати суспензію, потрібно речовину подрібнити до тонкого порошку, висипати в рідину, в якій речовина не розчиняється, і добре збовтати (наприклад, збовтування крейди у воді) (рис. 5). Згодом часточки випадають на дно посудини. Очевидно, чим менше часточки, тим довше зберігатиметься суспензія.



Рис. 5. Суспензія (суміш крейди і води)

— Я знаю приклад суспензії — зубна паста.

Основа деяких паст становить дуже дрібний порошок кальцій карбонату (це складова частина крейди). При цьому крейду не дроблять, а одержують CaCO_3 хімічним шляхом. Так він виходить дуже дрібним і не ушкоджує емаль зубів.



— Я теж можу навести приклад суспензії: нерозчинна кава, якщо її заварювати прямо в чашці, — також суспензія. Частина речовин із порошку кави переходить у розчин (екстрагується), і виходить чудовий напій, а частина осідає на дні чашки.



Емульсії — це дисперсні системи, в яких і дисперсна фаза, і дисперсійне середовище є рідинами, що взаємно не змішуються.

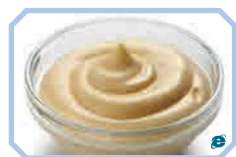
Із води й рослинної олії можна приготувати емульсію тривалим струшуванням суміші. Прикладом емульсії є молоко, в якому дрібні кульки жиру плавають у рідині; нафта, яка містить різні рідкі хімічні сполуки; косметичні креми.

Лікарські засоби можуть бути у вигляді емульсій і суспензій. На етикетці при цьому написано: «перед уживанням збовтувати».

Дізнайтеся більше



Збиті вершки



Майонез

Рис. 6. Емульсії

Багато харчових продуктів є також емульсіями, наприклад майонез, який одержують збиванням яєць і рослинної олії (рис. 6). Однак під час зберігання емульсії розшаровуються й той самий майонез утрачає привабливий вигляд. Тому в емульсії додають спеціальні речовини — емульгатори, які дозволяють зберігати емульсію без змін тривалий час, наприклад збиті вершки.

Аерозолі — зависі в газі (наприклад, у повітрі) дрібних частинок рідин або твердих речовин.

Розрізняють пили, дими, тумани. Перші два види аерозолів являють собою зависі твердих частинок у газі (великі частинки в пилах), а от туман — це завись крапельок рідини в газі.

— От, наприклад, ранковий туман, тумани над морським прибоєм, поблизу водоспадів і фонтанів, грозові хмари — все це зависі в повітрі крапельок води. А дим із пічної труби — дрібні тверді частинки сажі.

— А смог, що висить над найбільшими містами світу, — це також аерозоль із твердою й рідкою дисперсною фазою.



Аерозолі відіграють важливу роль у природі, побуті й виробничій діяльності людини. Наприклад, обробка полів хімікатами, нанесення лакофарбових покриттів з допомогою пульверизатора, лікування дихальних шляхів (інгаляція) і багато іншого.



Важливо запам'ятати, що грубодисперсні системи недовговічні й із часом розшаровуються. Їх можна розділити фізичними методами — фільтруванням, відстоюванням.

Високодисперсні системи. Колоїдні системи



У колоїдних системах частинки зазвичай складаються з великої кількості згрупованих молекул або йонів (наприклад, осад аргентум хлориду) або з дуже великих молекул, наприклад таких, як білок. Ці частинки не видно неозброєним оком, але їх можна спостерігати в досить потужний мікроскоп.

З давньогрецьк. *κόλλα* — клей + *είδος* — вид; «клеє-подібні».

— Колоїдних систем навколо нас досить багато: це плазма крові, тканинна рідина, цитоплазма живих клітин та ін. Такі системи утворюють клеї, крохмаль, білки, деякі полімери. Їх можна одержати й у результаті хімічних реакцій. До колоїдних систем належать сталь і чавун, самоцвітні камені й перли. Можна навести ще безліч прикладів.

— Як добре відомі приклади колоїдних систем можна навести холодець, кисіль, желе.



Колоїдні системи дуже різноманітні, їх класифікують за різними ознаками. Ми виділимо тільки золі (колоїдні розчини) і гелі.

Колоїдні розчини (золі)

Характерна властивість колоїдних розчинів — їх прозорість. Колоїдні розчини зовні схожі на істинні розчини.

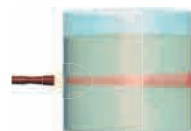
Дізнайтеся більше

Як же відрізнити колоїдні та істинні розчини? Виявляється, у колоїдних розчинів є особливість: у разі пропускання крізь них променю світла утворюється «світлова доріжка». Це явище називають ефектом Тіндаля (рис. 7).

Більші, ніж в істинному розчині, частинки дисперсної фази золю відбивають світло від своєї поверхні, і спостерігач бачить у посудині з колоїдним розчином світловий конус. В істинному розчині конус не утворюється.



Істинний розчин



Колоїдний розчин

Рис. 7. Ефект Тіндаля

▼ **Завдання.** Серед розчинів у хімічній лабораторії спробуйте знайти золі.

Залежно від розмірів частинок золи можуть мати різне забарвлення, тоді як у істинних розчинів воно завжди однакове. Наприклад, золі золота можуть бути синіми, фіолетовими, вишневими, рубіново-червоними залежно від розмірів частинок золота.

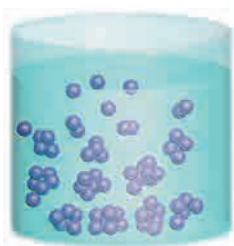


Рис. 8. Коагуляція

У процесі утворення частинки в золях одержують однойменні заряди (плюс або мінус), що взаємно відштовхуються й тому не злипаються. Але за певних умов колоїдні частинки втрачають заряд. Тоді вони починають укрупнюватися й осідають. Це може бути під час кип'ятіння розчинів, під час приливання якого-небудь розчину солі, кислоти або лугу. Такий процес називають **коагуляцією** (рис. 8).

Коагуляція — явище злипання колоїдних частинок і випадіння їх в осад.

При цьому золь перетворюється на **суспензію** або **гель**. Що таке суспензія, ми вже знаємо, тож розглянемо гелі.

Гелі

Гелі являють собою драглисті осад, які утворюються під час коагуляції золів.

Уявімо, як це відбувається: частинки дисперсної фази злипаються одна з одною, а в проміжки між ними потрапляють молекули речовини дисперсійного середовища. Це можуть бути молекули води. У цьому випадку гелі називають гідрогелями. Типовим гідрогелем є мінерал опал (рис. 9).

Глиняне тісто, застосовуване для виготовлення керамічного посуду, у тому числі порцелянового й фаянсового, а також будівельної кераміки — цегли, черепиці й т. п., цементний і вапняний будівельні розчини теж являють собою гідрогелі (рис. 10).

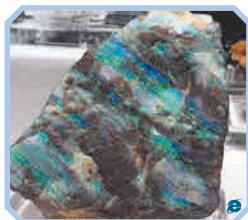


Рис. 9. Гідрогель опал



Рис. 10. Гідрогель — вапняний будівельний розчин

Існують гелеподібні ліки, причому в їхніх назвах зазвичай присутнє слово «гель», наприклад «Альмагель», «Фосфалюгель», «Сілікагель» і т. п.

Вам добре відомі косметичні гелі (гель для волосся, гоління, гелі для догляду за шкірою) і харчові гелі (желатин, холодець, мармелад, торт «Пташине молоко») (рис. 11).

Гелі можуть перетворюватися на золь, і навпаки. Цей процес ми спостерігаємо щоразу, коли застигає холодець або желе. Якщо нагріти застиглий холодець (гель), він знову стане рідиною (золем).



Рис. 11. Кондитерський гель — желатин

Дізнайтеся більше

Цікаво, що одноклітинна тварина амеба, яка не має постійної форми тіла, рухається за рахунок утворення псевдоподій (рис. 12). Внутрішньо вміст амеби — золь — по її контуру переходить у більш в'язку й щільну речовину — гель, який не дає її вмісту перемішатися з водою. Як за незмінних умов і за дуже стислі проміжки часу амеба примудряється здійснювати перетворення «золь — гель» і навпаки — науці досі не відомо. От вам і найпростіше...

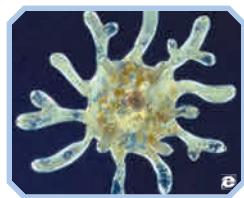


Рис. 12. Амеба

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Під час виконання дослідів дотримуйтеся правил безпеки! Просимо допомоги батьків!

Хімія на кухні

Колоїдні розчини бувають навіть дуже смачними. Наприклад, кисіль. Основою колоїдної системи тут є молекули крохмалю.

Дослід 1 «Отримуємо крохмальний клейстер»

Розмішайте крохмаль (2–3 столові ложки) у чашці холодної води, а потім вилийте отриману суспензію в гарячу воду (приблизно 0,5 л) — крохмаль набухає, утворюючи крохмальний клейстер. Звичайно, він несмачний.



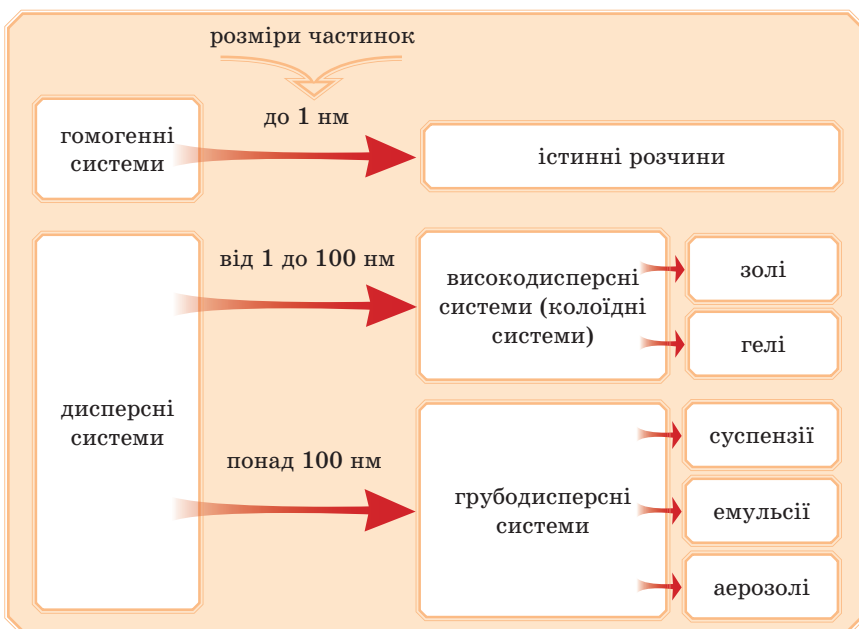
Його ви можете використати для склеювання паперу, картону, тканини. Він відмінно клеїть і, до того ж, зовсім нешкідливий. Клейстер сміливо можна давати молодшим сестричкам і братикам, якщо вони щось склеюють, не побоюючись того, що вони будуть облизувати руки або пензлик. Але потрібно пам'ятати, що це харчовий продукт і з часом він псується.

Дослід 2 «Варимо кисіль»

Знову розмішаємо крохмаль у холодній воді в тих самих пропорціях, але тепер вилеємо крохмальну суспензію не у воду, а в компот. Виходить смачний кисіль. Остудіть його, прикрасьте свіжими ягодами, посипте цукром, покладіть зверху збиті вершки і пригощайте батьків і друзів.

Підіб'ємо підсумки

Отже, дисперсні системи — гетерогенні суміші. До них належать високодисперсні системи (золі й гелі) і грубодисперсні системи. Вони відрізняються одна від одної насамперед розмірами частинок, тобто ступенем дисперсності (подрібнення), а також агрегатними станами дисперсної фази й дисперсійного середовища.



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

36. Чим відрізняються гомогенні й гетерогенні суміші?
37. Що таке «дисперсна система»?
38. Поясніть, що таке дисперсна фаза й дисперсійне середовище.
39. Яке визначення можна дати суспензіям? емульсіям? аерозолям? Наведіть приклади цих сумішей.
40. Укажіть дисперсну фазу й дисперсійне середовище для суспензій, емульсій, аерозолів.
41. Дайте визначення золям і гелям.
42. Як відрізнити золь від істинного розчину?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

43. Наведіть приклади гомогенних і гетерогенних сумішей.
44. Наведіть приклади колоїдних систем, істинних розчинів.
45. Установіть відповідності між розмірами частинок і типом дисперсної системи.

1) Істинні розчини	а) Більше 100 нм
2) Грубодисперсні системи	б) Менше 1 нм
3) Колоїдні системи	в) Від 1 до 100 нм
46. Відомо, що серед викидів відходів виробництва в повітря є:
 - 1) часточки сажі;
 - 2) нітроген(IV) оксид;
 - 3) краплі сульфітної кислоти.До якого типу дисперсних систем належить кожний випадок? Запропонуйте способи очищення повітря від цих забруднень.
47. Є склянки, заповнені дистильованою водою, водопровідною водою, розчином білка курячого яйця, розчином цукру. Крізь кожний розчин пропустили промінь світла. Як ви вважаєте, в якій із пробірок промінь видно? Поясніть результати.
48. Був такий випадок: під час війни снаряд потрапив у вагон із цукром. Цукор розплавився й змішався із землею. Запропонуйте спосіб очищення цукру.
49. Кухонну сіль одержують різними способами. Запропонуйте способи одержання чистого натрій хлориду з морської води й із мінералу галіту, ураховуючи, що в мінералі можуть бути домішки не тільки інших солей, але й піску.

§ 5. ІСТИННІ РОЗЧИНИ. БУДОВА МОЛЕКУЛИ ВОДИ, ПОНЯТТЯ ПРО ВОДНЕВИЙ ЗВ'ЯЗОК



Якщо, наприклад, у посудину з водою помістити кристали кухонної солі, цукру або калій перманганату («марганцівки»), то ми можемо спостерігати, як кількість твердої речовини поступово зменшується. При цьому розчин, у який було додано кристали, набуває нових властивостей: у нього з'являється солоний або солодкий смак (у випадку «марганцівки» з'являється малинове забарвлення), змінюється густина, температура замерзання та кипіння. Чому це відбувається? Як називають отримані рідини?

ЩО ТАКЕ РОЗЧИН

Рідини, отримані змішуванням речовин, у нашому прикладі вже не можна назвати водою, навіть якщо вони не відрізняються від води за зовнішнім виглядом (як у випадку із сіллю й цукром). Це істинні розчини, або просто розчини.

Розчинами називають гомогенні (однорідні) суміші, які складаються з двох або декількох речовин і продуктів їх взаємодії.

Якщо розчин профільтрувати через найщільніший фільтр, то ані сіль, ані цукор, ані калій перманганат не вдається відокремити від води. Навіть у сильний мікроскоп ми не побачимо розчинених частинок. Це відбувається тому, що розчинені речовини у воді роздроблені до найбільш дрібних частинок — молекул або йонів. Молекули та йони можуть знову зібратися в кристали тоді, коли ми випаримо воду.



Розчини не змінюються під час зберігання, вони весь час залишаються однорідними.

Порівнюємо фізичні властивості істинних розчинів, зависей і колоїдних систем (табл. 4).

Таблиця 4

Порівняння властивостей рідких дисперсних систем і розчинів

	Грубодисперсні системи (зависі)	Високодисперсні системи (колоїдні)	Істинні розчини
Розмір частинок	Більше 100 нм	Від 1 до 100 нм	1 нм і менше
Стійкість	Швидко руйнуються, відбувається розподіл фаз	Руйнуються дуже повільно	Не змінюються нескінченно тривалий час (за відсутності хімічної взаємодії)
Зовнішній вигляд	Мутний	Прозорий, але спостерігається ефект Тіндаля	Прозорий
Взаємодія розчиненої речовини з розчинником	Слабка	Сильна електростатична	Сильна, властивості розчинника й розчиненої речовини можуть змінюватися
Приклади	Суміш глини з водою	Розчин білка курячого яйця	Розчин цукру у воді

В ЯКИХ АГРЕГАТНИХ СТАНАХ МОЖУТЬ БУТИ РОЗЧИНИ?

Зазвичай, коли ми говоримо про розчини, маємо на увазі рідини. Але розчини можуть бути й газоподібними.

Бажаєте приклад? Повітря. Це розчин у газоподібному стані. Чому розчин? Тому що це гомогенна суміш. Речовини, які входять до його складу, представлені молекулами різних газів. Повітря не розшаровується з часом.

Розчини можуть бути й твердими. Це, наприклад, деякі сплави. У цьому випадку атоми різних металічних елементів розташовані в загальних кристалічних ґратках. Візьміть монету жовтого кольору — 25, 50 копійок або іншої вартості (рис. 13).

Сплав гомогенний. Його називають алюмінієвою бронзою. Він складається приблизно з 10 % Al і 90 % Cu, крім того, до нього можуть входити незначні домішки інших металів.



Рис. 13. Монети з алюмінієвої бронзи

Білі монети зроблені зі сплаву заліза й хрому (16–17% Cr і 82–83% Fe). До твердих розчинів належить також багато мінералів. Водень легко розчиняється в деяких металах, наприклад у платині. Утворюється також твердий розчин.

СКЛАД РОЗЧИНІВ

Будь-який розчин складається з **розчинника** й **розчиненої речовини**. Дуже часто в рідких розчинах розчинником є вода, але може бути спирт, олія й інші органічні речовини. Як визначити, що є розчинником, а що — розчиною речовиною? От правило:



Із двох або декількох компонентів розчину **розчинником** є той, який узято в більшій кількості й має той самий агрегатний стан, що й розчин у цілому.



Це правило не стосується води. Прийнято, що вода завжди є розчинником, навіть якщо її менше, ніж розчиненої речовини.

Розчиною речовиною можуть бути тверді речовини, рідини, гази.

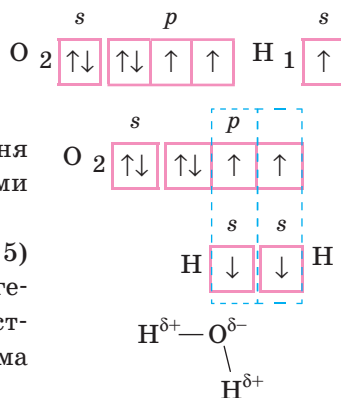
У воді, хоч іноді й дуже небагато, розчиняються майже всі речовини. Воду часто називають «універсальним розчинником». Спробуємо розібратися чому. Для цього потрібно згадати будову молекули води, адже будова речовини визначає її властивості.

БУДОВА МОЛЕКУЛИ ВОДИ

Як усі вже добре знають, до складу молекули води входять атоми Гідрогену й Оксигену. Запишемо будову зовнішнього рівня цих атомів.

Очевидно, що в результаті утворення спільних електронних пар між атомами виникають ковалентні зв'язки.

Електронегативність Оксигену (3,5) більша, ніж електронегативність Гідрогену (2,1), отже, електронна густина (частковий негативний заряд) зміщена до атома Оксигену, зв'язки ковалентні полярні.



Тепер спробуємо уявити просторову будову молекули води. В утворенні молекули беруть участь $2p$ -електрони Оксигену, орбіталі яких розташовані під кутом 90° . Під час утворення молекули кут змінюється і дорівнює $104,5^\circ$ (рис. 14). Отже, молекула води має кутову форму.

За такої будови та частина молекули, в якій зосереджено атоми Гідрогену, одержує частковий позитивний заряд і називається позитивним полюсом молекули. Частина молекули, в якій розташований атом Оксигену, одержує частковий негативний заряд і називається негативним полюсом молекули.

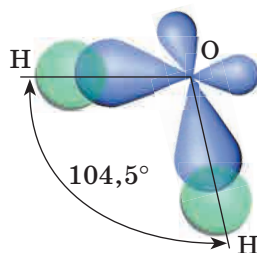


Рис. 14. Будова молекули води



Якщо молекула має два полюси (от як молекула води), то її називають **диполь** («ди» — два, «поль» — полюс, тобто два полюси: $+$ і $-$) і говорять, що вона **полярна**. Отже, молекула води — диполь (рис. 15).



Вода — полярний розчинник.

ВОДНЕВИЙ ЗВ'ЯЗОК

Розглянемо утворення водневих зв'язків між молекулами води.

Відомо, що молекули будь-яких речовин утримують одна одну завдяки слабким міжмолекулярним взаємодіям.

Виникають ці взаємодії в основному в результаті електростатичного притягання позитивно заряджених ядер атомів однієї молекули до негативно заряджених електронних оболонок атомів іншої.

А от між молекулами деяких сполук, побудованих за участі атомів Гідрогену, взаємодії сильніші в десятки разів. Пояснюється це незначним радіусом атома Гідрогену й відсутністю в них внутрішніх шарів електронів, завдяки чому сусідня молекула одержує можливість «підійти» до атома Гідрогену на дуже близьку відстань, не зазнаючи сильного відштовхування. У результаті виникають

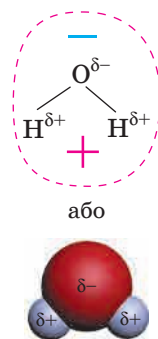


Рис. 15. Молекула води — диполь

зв'язки, які називають **водневими**. Вони утворюються в тих випадках, коли до складу молекули, крім атомів Гідрогену, входять

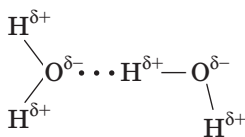


Рис. 16. Водневий зв'язок

атоми активних неметалічних елементів з високою електронегативністю. Наприклад, у молекулі води це атоми Оксигену. Водневі зв'язки утворюються й між молекулами, у складі яких, крім атомів Гідрогену, є атоми Флуору, Нітрогену і т. д. Схематично на малюнку їх зображують крапками (рис. 16).

Водневий зв'язок утворюється між молекулами (або фрагментами молекул у складній речовині), до складу яких входять атоми Гідрогену і сильно електронегативного елемента.

Ці зв'язки можуть утворюватися й усередині молекул, наприклад, у молекулах білку, нуклеїнових кислот та ін. (рис. 17).



Водневі зв'язки слабкі, у 15–20 разів слабше ковалентних. Але, наприклад, у рідкій воді їх дуже багато, тому для того, щоби перевести воду з рідкого стану в пароподібний, потрібно багато енергії. Ця енергія буде витрачатися на розрив водневих зв'язків між молекулами. Тому у води аномально висока температура кипіння — +100 °С.

Якби не було водневих зв'язків, вода за звичайних умов повинна була б бути газом, як і H_2S . Тим більше, що у води менша молярна маса, ніж у гідроген сульфіду.

Наявністю у воді водневих зв'язків пояснюється високий ступінь упорядкованості її молекул, що зближує рідку воду з твердим тілом. З іншого боку, внаслідок таких зв'язків виникають численні порожнини, які визначають відносну «рихлість» **твердої** води — льоду (рис. 18). Це причина того, що він легше, ніж рідка вода: у порожнинах

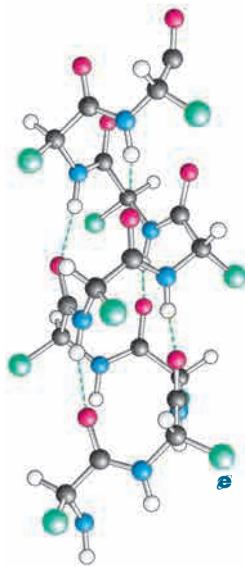


Рис. 17. Водневі зв'язки в молекулах білку

міститься повітря, густина зменшується. З цієї ж причини лід і сніг є гарними теплоізоляторами: вони допомагають тваринам і рослинам пережити морози.

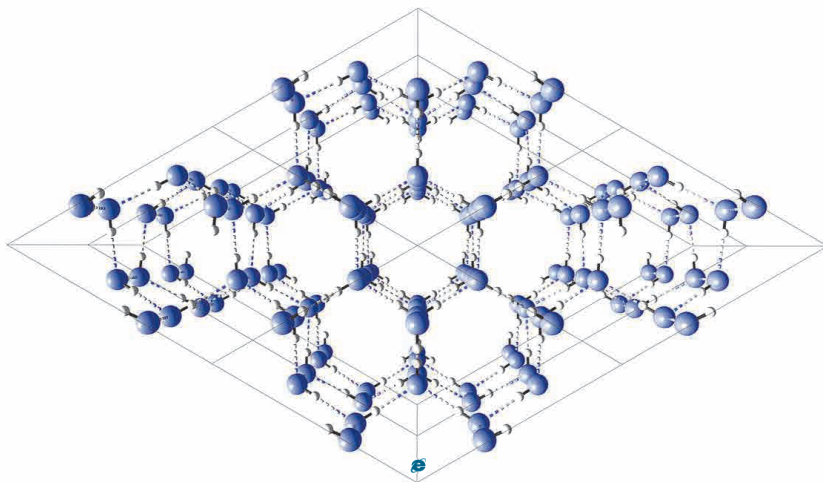
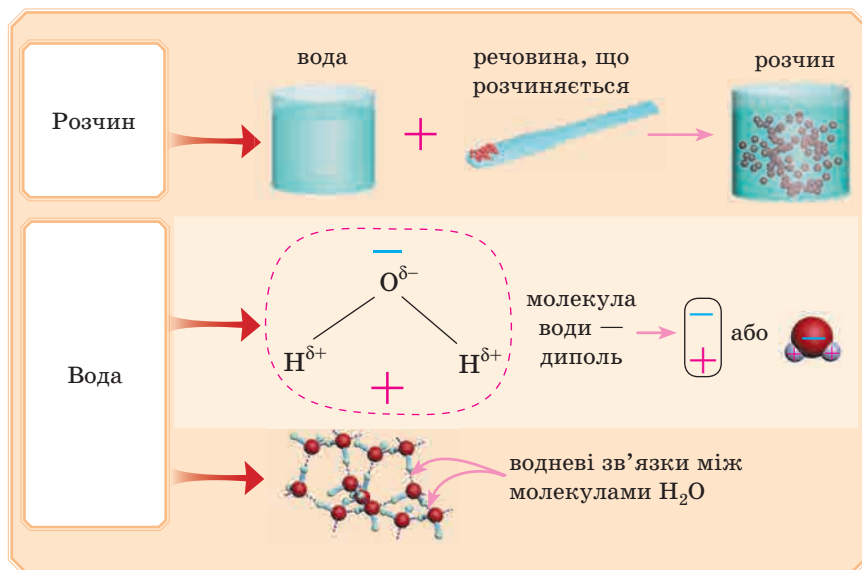


Рис. 18. Водневі зв'язки в льоду

Поняття водневого зв'язку нам знадобиться під час розгляду механізму розчинення речовин.



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

50. Дайте визначення розчинам.
51. До однорідних чи неоднорідних сумішей належать розчини?
52. У яких агрегатних станах можуть бути розчини?
53. Які зв'язки утворюються: а) між атомами в молекулі води; б) між молекулами води.
54. Поясніть, чому молекула води — диполь.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

55. Укажіть розчинник і розчинену речовину в кожному випадку:
 - ✓ газувана вода;
 - ✓ столовий оцет;
 - ✓ суміш 10 мл олії та 200 мл бензину;
 - ✓ сплав міді з цинком у масовому відношенні 2:8;
 - ✓ аромат квітів у повітрі.
56. Наведіть приклади молекул неорганічних речовин, між якими утворюються водневі зв'язки, намалюйте схеми.
57. Назвіть відомі вам аномальні властивості води. Спробуйте пояснити їх з точки зору будови молекули води й наявності водневих зв'язків.

Для допитливих

58. Обговоріть роль водневих зв'язків для живих організмів, зокрема у проведенні розчинів по судинах рослин. У разі необхідності проконсультуйтеся з учителем біології.

§ 6. ПРОЦЕС РОЗЧИНЕННЯ РЕЧОВИН

— Я сьогодні ранком розмішував цукор у склянці з чаєм і спостерігав як він поступово зникає — розчиняється. Цікаво, як це можна пояснити?

ЯК ЖЕ ВІДБУВАЄТЬСЯ РОЗЧИНЕННЯ РЕЧОВИН?

Для цього поспостерігаємо, наприклад, як розчиняється доданий у чай цукор. Потрапляючи у воду, молекули цукру, які перебувають на поверхні кристалів цукру, утворюють із молекулами

води міжмолекулярні водневі зв'язки. При цьому з однією молекулою цукру зв'язується кілька молекул води. Цей процес називають **гідратацією**. Тепловий рух молекул води змушує пов'язані з ними молекули цукру відриватися від кристала, і вони переходять у розчинник (рис. 19).

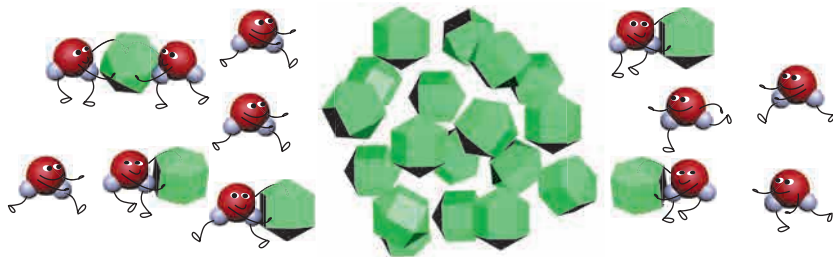


Рис. 19. Процес розчинення

При цьому молекули цукру продовжують бути з'єднаними з молекулами води, тобто вони є **гідратованими**. Ще говорять, що утворюються **гідрати** (рис. 20).

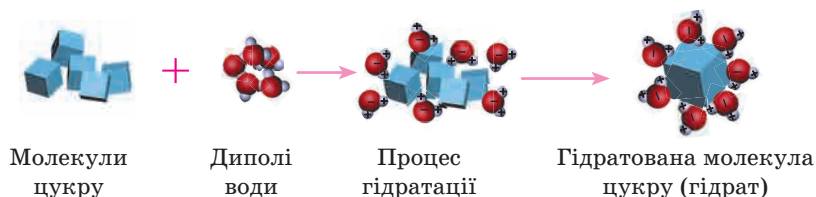


Рис. 20. Гідратація, утворення гідратів



Гідрати не мають постійного складу, число молекул води в їхньому складі може змінюватися.

Молекули цукру, які перейшли з кристала в розчин, можуть пересуватися по всьому об'єму розчину разом із молекулами води завдяки тепловому руху. Це явище називають **дифузією** (рис. 21).

Дифузія відбувається повільно, тому біля поверхні кристалів є надлишок уже відірваних від кристала молекул цукру, але які ще не дифундували в розчин.

Дифузію особливо добре видно під час розчинення кристалика калію перманганату у воді.



Рис. 21. Дифузія

Вони заважають новим молекулам води підійти до поверхні кристала, щоби зв'язатися з його молекулами водневими або іншими міжмолекулярними зв'язками. Якщо розчин перемішувати, то дифузія відбувається інтенсивніше, а розчинення цукру — швидше. Гідратовані молекули цукру розподіляються рівномірно, і розчин стає однаково солодким по всьому об'єму.

Однак розчинення речовин із молекулярною будовою може відбуватися по-різному. **Якщо молекули полярні**, то під час розчинення можливий їх розпад на йони. Наприклад, так відбувається під час розчинення гідроген хлориду у воді. **Якщо молекули неполярні**, то розпаду на йони не відбувається.

Так само відбувається розчинення речовин з **йонною структурою**. Тільки в цьому випадку диполі води притягуються до йонів у кристалічних ґратках, утворюються гідратовані йони, які переходять у розчин.



У водному розчині молекули (або йони) гідратовані.

Під час розчинення можливе навіть утворення нових речовин. Так, наприклад, під час розчинення вуглекислого газу у воді утворюється слабкий розчин карбонатної кислоти.



Терміни «гідратація», «гідрати» застосовують тільки до водних розчинів. Загальна назва розчинників — сольвенти. Тому для інших розчинників використовують терміни: процес сольватації, сольватовані молекули або йони.

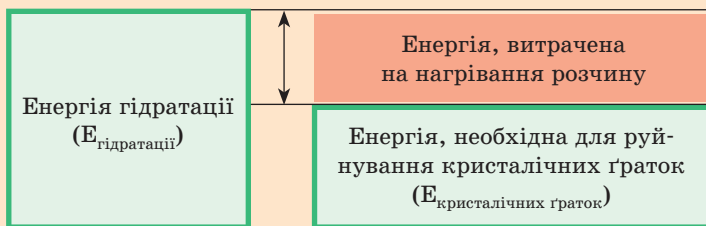
ТЕПЛОВІ ЯВИЩА, ЯКІ СУПРОВОДЖУЮТЬ РОЗЧИНЕННЯ РЕЧОВИН

Під час приєднання молекул води до молекул або йонів розчиненої речовини виділяється певна кількість енергії. Ця енергія гідратації витрачається на руйнування кристалічних ґраток речовини. Але кількість виділеної й витраченої енергії зовсім не обов'язково однакова. Точніше, майже ніколи ці енергії не бувають рівними. Можливі варіанти:

- 1) Енергії, яка виділяється під час гідратації, більше, ніж потрібно для руйнування кристалічних ґраток розчиненої речовини. Куди дінеться надлишок? Він буде виділятися у вигляді теплової енергії, і розчин нагріватиметься.

Лабораторний дослід**«Нагрівання розчину під час розчинення»**

У склянку з водою помістимо 2–3 гранули натрій гідроксиду (обережно!). Перемішаємо розчин скляною паличкою. Визначимо зміну температури з допомогою термометра.



$$E_{\text{гідратації}} > E_{\text{кристалічних ґраток}} \Rightarrow \text{розчин нагрівається}$$

Розчини сильно нагріваються під час розчинення концентрованої сульфатної кислоти й інших речовин.

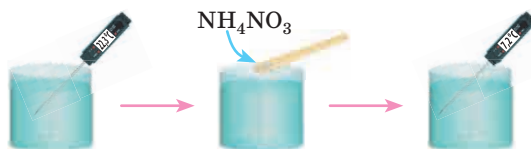
✎ Мозковий штурм ✎

Чому потрібно вливати концентровану сульфатну кислоту у воду, але не можна вливати воду в кислоту?

- 2) Енергії, яка виділяється під час гідратації, менше, ніж потрібно для руйнування кристалічних ґраток речовини, яка розчиняється. Проте розчинення відбувається. Звідки ж береться необхідна енергія? У процесі розчинення витрачається теплова енергія з розчину, і температура розчину знижується. Це відбувається під час розчинення, наприклад, амоній нітрату NH_4NO_3 , натрій нітрату.

Дослід «Охолодження розчину під час розчинення»

У склянку з водою додамо трохи амоній нітрату NH_4NO_3 і ретельно перемішаємо. Можна доторкнутися до склянки й переконаватися, що вона стала холодною, а можна виміряти температуру розчину.



Теплова енергія розчину, яка поглинається

Енергія гідратації ($E_{\text{гідратації}}$)

Енергія, необхідна для руйнування кристалічних ґраток ($E_{\text{кристалічних ґраток}}$)

$E_{\text{гідратації}} < E_{\text{кристалічних ґраток}} \Rightarrow$ розчин охолоджується

РОЗЧИНЕННЯ ЯК ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ ПРОЦЕС

Які процеси відбуваються під час розчинення речовин — фізичні чи хімічні? Розглянемо детальніше.

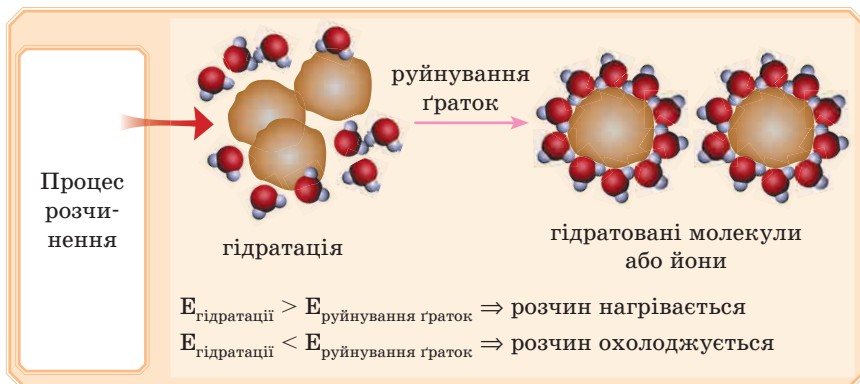
З одного боку, речовини під час розчинення не змінюються, після випарювання розчинів ми можемо одержати розчинену речовину у твердому стані. Під час розчинення руйнується кристалічна ґратка розчиненої речовини, і її частинки переміщуються в розчині, отже, розчинення — це **фізичний процес**. Як було вже зазначено, для здійснення такого процесу необхідно витратити енергію.

З іншого боку, коли молекули розчиненої речовини зв'язуються з молекулами води водневими зв'язками, то фактично утворюються нові хімічні сполуки — гідрати. При цьому виділяється або поглинається енергія. У 7 класі ви вивчали, що однією з ознак хімічних реакцій якраз є теплові явища. Треба сказати, що гідратовані йони можуть за властивостями відрізнитися від негідратованих. Таким чином, розчинення має ознаки **хімічного процесу**.



Процес розчинення — складний процес, у якому присутні й фізичні, і хімічні явища, тобто це фізико-хімічний процес.

Висновок:



ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Під час виконання дослідів дотримуйтеся правил безпеки!

Просимо допомоги батьків!

Зміна температури розчину

Візьміть 2 склянки з водою. Визначте температуру води термометром. В одну склянку насипте чайну ложку кальцінованої соди, в іншу — стільки ж амоніакової селітри. Знову виміряйте температуру. Змініть дослід. Спробуйте розчиняти різну кількість соди й селітри. Визначте, скільки потрібно речовин для одержання найвищої й найнижчої температури. Складіть графік залежності температури від кількості розчинених речовин.



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

59. Який процес називають гідратацією?
60. Чим гідратовані молекули або йони відрізняються від негідратованих? Які зв'язки існують між частинками розчиненої речовини і молекулами води?
61. Поясніть, чому під час розчинення одних речовин розчин нагрівається, а під час розчинення інших речовин — охолоджується.
62. Чому розчинення можна віднести до фізичних процесів?
63. За якими ознаками розчинення можна віднести до хімічних процесів?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

64. Де швидше відбувається дифузія: в рідинах або газах? Поясніть чому. Наведіть приклади.
65. Такі чинники, як:
- ✓ подрібнення,
 - ✓ перемішування,
 - ✓ нагрівання,
- можуть прискорити розчинення твердих речовин у рідині. Спробуйте пояснити чому.
66. Як ви вважаєте, чи залежить виділення або поглинання тепла під час розчинення речовин від їх агрегатного стану?
67. Які речовини, на вашу думку, містяться у чашці чаю?
68. Які частинки (атоми, молекули або йони) будуть міститися в розчині, якщо у воді розчинити:
- ✓ кухонну сіль;
 - ✓ кисень;
 - ✓ гідроген бромід.
69. Порівняйте процеси розчинення харчової соди у воді та її взаємодію з хлоридною кислотою.

§ 7. НАСИЧЕНІ Й НЕНАСИЧЕНІ, КОНЦЕТРОВАНІ Й РОЗВЕДЕНІ РОЗЧИНИ. КРИСТАЛОГІДРАТИ

НАСИЧЕНІ Й НЕНАСИЧЕНІ РОЗЧИНИ

Існують речовини, які змішуються в будь-яких співвідношеннях, наприклад спирт і вода. Взаємна розчинність інших речовин обмежена.

Наприклад, візьмемо склянку з водою й додамо небагато (кілька кристаликів) кухонної солі. Сіль добре розчиняється. Осаду на дні склянки немає. Можна додати ще кілька кристаликів. Сіль знову вся розчиниться. Вочевидь таку саму операцію можна виконати ще кілька разів.

Розчин, у якому речовина ще може розчинятися за певної температури, називається **ненасиченим**.

Продовжимо додавати сіль в отриманий розчин. З якогось моменту сіль перестане розчинятися, і як би ми не намагалися її розчинити, перемішуючи розчин, осад буде присутній. Розчин над осадом називають насиченим (рис. 22).

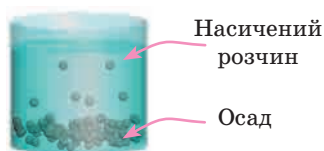


Рис. 22. Насичений розчин

Розчин, у якому речовина більше не розчиняється за певних умов, називають **насиченим**.

Отже, існує така концентрація розчиненої речовини, за якої ця речовина за незмінних умов більше не розчиняється. Це пояснюється тим, що кількість частинок, здатних перейти в розчин, часто обмежена. У насичених розчинах число частинок розчиненої речовини, які переходять у розчин, дорівнює числу частинок, які з розчину переходять в осад. Рухливу рівновагу, що установилася між осадом і насиченим розчином, називають динамічною (рис. 23).



Рис. 23. Динамічна рівновага в насиченому розчині



Насиченим називають розчин над осадом.



Зверніть увагу, що ми говоримо про розчинення речовин за одних і тих самих умов. Це дуже важливо. Чому? Про це розповімо в наступному параграфі.

Дізнайтеся більше

Обережно охолоджуючи розчин деяких речовин, насичений за більш високої температури, можна одержати пересичений розчин, вміст розчиненої речовини в якому більший, ніж у насиченому розчині за даної температури. Такі розчини нестійкі. Наприклад, пересичені розчини легко можна одержати з натрій ацетату. Напевно, ця сіль є у вашій шкільній лабораторії, а якщо немає — то її можна одержати взаємодією харчової соди й оцту. Варто одержати досить концентрований розчин за постійного нагрівання, обережно охолодити його й кинути кристалик цієї самої солі, як моментально чудовим чином увесь розчин перетворюється на льодоподібну масу.

КОНЦЕТРОВАНІ Й РОЗВЕДЕНІ РОЗЧИНИ

Такі якісні поняття, як «розведений» і «концентрований», свідчать тільки про те, що розчин містить мало або багато розчиненої речовини. Якщо ми розчинимо декілька кристалів цукру в склянці води, розчин буде розведений, а якщо в тому самому об'ємі води розчинимо 3 столові ложки цукру — розчин буде концентрованим.

Концентрація розчину — це величина, яка характеризує співвідношення між розчиненою речовиною й розчинником.

Зазвичай указують чисельне значення концентрації розчину. У 7 класі ви вивчали один з виразів концентрації розчиненої речовини — масову частку (ω). Дуже умовно для речовин, що добре розчиняються у воді, розбавленим можна вважати розчин з $\omega < 10\text{--}15\%$, а концентрованим — $\omega > 40\text{--}50\%$. Однак для розчинів різних речовин ці значення можуть бути різними.



Не плутайте насичені розчини з концентрованими, а ненасичені — з розведеними. Наприклад, розчинність кальцій гідроксиду дорівнює 0,185 г в 100 г води, отже, розчин насичений, тобто більше ця речовина не розчиняється, але концентрація її дуже низька, тобто це розведений розчин.

Інший приклад. У 100 г води може розчинитися 211,5 г цукру. У цьому випадку ми одержимо насичений розчин. Під час розчинення 100 г цукру в 100 г води одержуємо концентрований розчин, але ненасичений, тобто в ньому ще може розчинитися цукор.

КРИСТАЛОГІДРАТИ

Згадаємо, що частинки (молекули або йони) розчиненої речовини у водних розчинах гідратовані, тобто з'єднані з молекулами води. Під час нагрівання розчинів вода випаровується, а частинки розчиненої твердої речовини з'єднуються між собою, утворюючи кристали з певними кристалічними ґратками. При цьому частина молекул води із гідратної оболонки частинок може увійти до складу кристала. Такі кристали називають **кристалогідратами** (рис. 24). Кристалогідрати містяться і в осадах у насичених розчинах. Воду, яка міститься в кристалогідратах, називають **кристалізаційною**.

Кристалогідрати — це кристалічні речовини, до складу яких входять молекули води.

Наприклад, один із найпоширеніших кристалогідратів — мідний купорос. Його формулу записують так: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Це означає, що в складі кристала на 1 формульну одиницю купрум(II) сульфату припадає 5 молекул кристалізаційної води.

Мідний купорос — назва традиційна, а от хімічна правильно звучить так: купрум(II) сульфат пентагідрат.

CuSO_4	$\cdot 5$	H_2O
купрум(II) сульфат	пента	гідрат

Завдання 1. Назвіть кристалогідрати: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Відповідь дивіться наприкінці параграфа.

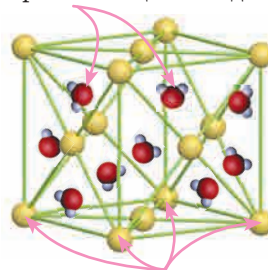
Завдання 2. Напишіть формули кристалогідратів: кальцій сульфат дигідрат, натрій карбонат декагідрат.

Відповідь дивіться наприкінці параграфа.



Зверніть увагу, що кристалогідрати мають свої традиційні назви: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — залізний купорос. Однак безводну сіль FeSO_4 уже назвати купоросом не можна, тому потрібно застосувати хімічну назву: ферум(II) сульфат (рис. 25).

кристалізаційна вода



вузли кристалічної ґратки

Рис. 24. Кристалогідрат

— Дізнайтеся більше

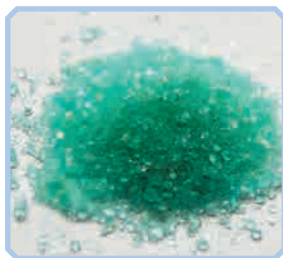
Цифри у формулах кристалогідратів перед молекулами води можуть бути різними, і в назві їх указують за допомогою префіксів, утворених в основному від грецьких числівників (іноді від латинських). Ця таблиця допоможе вам правильно скласти назви.

Префікси, утворені з коренів грецьких (і деяких латинських) числівників:

- $\frac{1}{2}$ — гемі-
- 1 — моно-
- 2 — ди- або бі-
- 3 — три-
- 4 — тетра-
- 5 — пента-
- 6 — гекса-
- 7 — гепта-
- 8 — окта-
- 9 — енна- або нона- (лат.)
- 10 — дека-



Купрум(II) сульфат
пентагідрат
(мідний купорос)



Ферум(II) сульфат
гептагідрат
(залізний купорос)



Кобальт(II) хлорид
гексагідрат

Рис. 25. Кристалогідрати

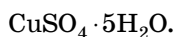
У природі до складу мінералів теж часто входять молекули води, тобто вони є кристалогідратами.

Як рахувати молярні маси кристалогідратів?

► **Приклад 1.** Обчисліть молярну масу мідного купоросу.

Розв'язання

Запишемо формулу:



Цей запис означає, що молярна маса кристалогідрату дорівнює молярній масі CuSO_4 плюс 5 молярних мас води.

$$\begin{array}{l} \text{Одержуємо: } \text{Cu} \quad \text{S} \quad \text{O}_4 \quad \cdot \quad 5\text{H}_2\text{O} \\ \quad \quad \quad | \quad | \quad | \quad \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | \\ \quad \quad \quad 64 + 32 + 16 \cdot 4 + 5 \cdot (2 + 16) = 250 \text{ г/моль.} \end{array}$$



— Найголовніше не забути, що « \cdot » у формулі кристалогідратів вважаємо як знак «+». Це не множення!

▼ **Завдання 3.** Обчисліть молярну масу залізного купоросу.

Відповідь дивіться наприкінці параграфа.

Властивості кристалогідратів

Під час обережного нагрівання кристалогідратів вода, яка входить до їхнього складу, випаровується. При цьому може змінюватися колір кристалогідрату.

Дослід «Нагрівання кристалогідратів»

Візьмемо гарні сині кристали мідного купоросу й почнемо обережно нагрівати. Під час нагрівання кристалогідрати поступово втрачають воду й змінюють колір. Так, наприклад, за $t \leq 100^\circ\text{C}$ сині кристали $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ стають блідо-синіми $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, а за $t = 150^\circ\text{C}$ стають блакитними $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, за $t = 258^\circ\text{C}$ кристали повністю втрачають воду й перетворюються на білі безводні кристали CuSO_4 . Причина зміни кольору — видалення молекул води з кристалогідрату.

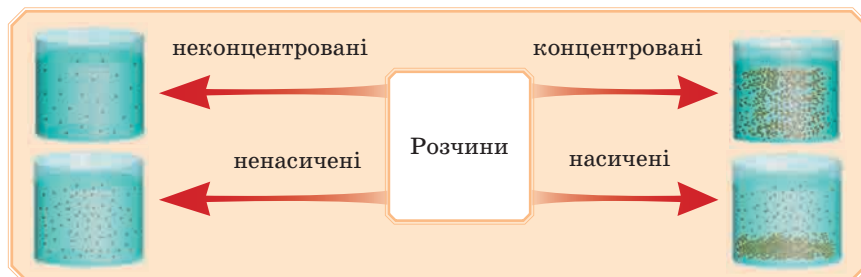

 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
 CuSO_4

✎ Мозковий штурм ✎

Є розчин медичного спирту. Потрібно збільшити концентрацію спирту в цьому розчині, тобто забрати зайву воду. Запропонуйте рішення. Перегонку не використовуємо.

Можливий і зворотний процес: безводний мідний купорос білого кольору на повітрі поступово стає блакитним, приєднуючи молекули води з повітря. Гідрати можуть утворювати не тільки кристалічні речовини. Наприклад, сульфатна кислота активно з'єднується з молекулами води, утворюючи моногідрати $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Вона так активно поглинає воду, що її часто використовують для осушення газів, нафтопродуктів та ін. Інші речовини, які утворюють кристалогідрати, також можна використовувати як **осушувачі**.

Зробимо висновки:



ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Як виростити кристал?

Під час виконання дослідів дотримуйтеся правил безпеки! Просимо допомоги батьків!

Перед виконанням експерименту треба приготувати собі на кухні робоче місце, заслати стіл клейонкою. Після закінчення роботи все прибрати та помити руки.



Кристали з розчину можна виділити не тільки під час випарювання. Якщо в насичений розчин, наприклад, мідного купоросу внести кристалик цієї самої солі, закріплений на ниточці, то поступово він буде рости, збільшуватися, тому що до нього будуть прикріплюватися нові кристали $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (рис. 26).

Насичений розчин готуємо так: у металічній ємності нагріваємо воду, у процесі нагрівання весь час додаємо кристали мідного купоросу й помішуємо розчин. Як тільки вода дійде до кипіння (не кип'ятити), а нова порція кристалів уже не буде розчинятися — розчин готовий.

Важливо, щоб використовуваний посуд був чистий, а вода — дистильована. Домішки будуть спотворювати структуру кристала та сповільнять його ріст. Так можна виростити кристали цукру, солі. Гарні безбарвні кристали утворюють алюмокалієві галуни $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, темно-фіолетові кристали — хромокалієві галуни $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

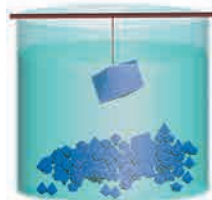


Рис. 26. Вирощування кристалів CuSO_4

Дізнайтеся більше

Галун

Галуном називають калій-алюміній сульфат додекагідрат $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. У давнину в Україні для знежирювання і протравлювання поверхні яйця перед розписуванням його фарбами користувалися алюмокалієвим галуном, звідси давня назва писанок на Поділлі — галунки. Галуни застосовують у медицині та косметології як дезінфікуючий і бактерицидний засіб, вони входять до складу масок і лосьйонів для жирної та пористої шкіри. Можна застосовувати тверді кристали, трошки змочені у воді, як дезодоранти.

І знову задачі...

▶ **Приклад 2.** Обчисліть масову частку кристалізаційної води в кристалогідраті $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Дано:	Розв'язання
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1) Обчислимо відносну молекулярну масу кристалогідрату:
$\omega(\text{H}_2\text{O}) - ?$	$M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 152 + 7 \cdot 18 = 152 + 126 = 278.$

2) Знаходимо $\omega(\text{H}_2\text{O})$:

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{7M_r(\text{H}_2\text{O})}{M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}; \quad \omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{126}{278} \approx 0,45, \text{ або } 45\%.$$

Відповідь: 45%.

▶ **Приклад 3.** Маса кристалогідрату $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ дорівнює 17,2 г. Визначте кількість речовини безводної солі й води, які містяться в цьому зразку кристалогідрату.

Дано:	Розв'язання
$m(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 17,2 \text{ г}$	1) Розрахуємо кількість речовини кристалогідрату за формулою:
$n(\text{CaSO}_4) - ?$	$n = \frac{m}{M}.$
$n(\text{H}_2\text{O}) - ?$	

$$M(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 172 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{17,2 \text{ г}}{172 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}.$$

2) 1 моль $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — 1 моль CaSO_4
 0,1 моль $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — x моль CaSO_4

$$x = 0,1 \text{ моль } (\text{CaSO}_4)$$

3) 1 моль $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — 2 моль H_2O
 0,1 моль $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — x моль H_2O

$$x = 0,2 \text{ моль } (\text{H}_2\text{O})$$

Відповідь: 0,1 моль (CaSO_4); 0,2 моль (H_2O).

ВІДПОВІДІ НА ЗАВДАННЯ ПАРАГРАФА

Завдання 1. Ферум(II) сульфат гептагідрат і натрій сульфат декагідрат.

Завдання 2. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

$$\begin{aligned} \text{Завдання 3. } M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) &= (56 + 32 + 16 \cdot 4) + 7(2 + 16) = \\ &= 152 + 126 = 278 \text{ г/моль}. \end{aligned}$$

ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

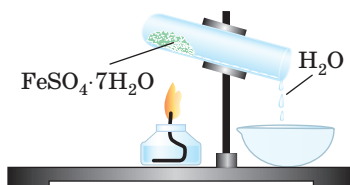
70. Які розчини називають насиченими? ненасиченими?
71. Яка величина чисельно характеризує концентрацію розчину?
72. Які речовини називають кристалогідратами?
73. Що таке кристалізаційна вода?
74. Де використовують кристалогідрати?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

75. Опишіть, як приготувати насичений розчин; ненасичений розчин. Як зробити насичений розчин ненасиченим, і навпаки?
76. Обчисліть масову частку кристалізаційної води в кристалогідратах: $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
77. Формула кристалогідрату $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Обчисліть його молярну масу.
78. Маса кристалогідрату $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ дорівнює 32,2 г. Визначте масу безводної солі й води, які містяться в цьому зразку кристалогідрату.
79. Мідний купорос повністю висушили. Втрата маси склала 9 г. Визначте масу вихідного кристалогідрату.

Для допитливих

80. Розгляньте рисунок і вкажіть тип реакції, перебіг якої схематично зображено на ньому: а) обміну; б) заміщення; в) розкладу; г) сполучення.



Запропонуйте за поданим малюнком дві умови задачі й розв'яжіть їх.

81. У медичному спирті міститься 4 % води, в абсолютному спирті води зовсім немає. Як із допомогою однієї речовини — порошку купрум(II) сульфату — розпізнати ці речовини? Стисло опишіть хід експерименту.
82. Масова частка води в кристалогідраті $\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ становить 51,2 %. Визначте x у формулі кристалогідрату.
83. Масова частка безводної солі в кристалогідраті $\text{FeCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ дорівнює 63,8 %. Визначте x у формулі кристалогідрату.
84. Під час нагрівання кристалічної соди $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ масою 2,86 г маса зменшилася на 1,8 г. Виведіть формулу кристалічної соди.

§ 8. РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИН, ЇЇ ЗАЛЕЖНІСТЬ ВІД РІЗНИХ ЧИННИКІВ



Готуючи насичені розчини, ми говорили, що в якийсь момент речовина перестає розчинятися. Так, наприклад, за температури $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ у 100 г води розчиняється $35,9\text{ г}$ натрій хлориду. Якщо ми насиплемо більше солі, то вона не розчинятиметься, а залишатиметься на дні посудини. Однак цукру в 100 г води за тих самих умов розчиняється близько 200 г . Тому говорять про різну **розчинність** речовин.

ЩО ТАКЕ РОЗЧИННІСТЬ



Поняття «розчинність» стосується тільки насичених розчинів.

Розчинністю називають здатність речовини розчинятися в тому або іншому розчиннику.

Мірою розчинності речовини за певних умов є її **вміст у насиченому розчині**. Зазвичай розчинність виражають у грамах безводної речовини, яку можна розчинити в 100 г води (або іншого розчинника) для приготування насиченого розчину за певних умов. Якщо в 100 г води розчиняється більше 10 г речовини, то таку речовину називають **добре розчинною**. Загалом, **розчинними** вважають речовини й із розчинністю більше 1 г у 100 г води.

Якщо розчиняється від 1 до $0,1\text{ г}$ речовини в 100 г води — речовина **малорозчинна**. Речовину вважають майже **нерозчинною**, якщо в розчин переходить менше $0,1\text{ г}$ речовини.



Розчинність деяких речовин (солей, кислот, основ і амфотерних гідроксидів) представлено в знайомій вам таблиці розчинності.



100 г води

розчинні
> 1 г



100 г води

малорозчинні
0,1 – 1 г



100 г води

нерозчинні
< 0,1 г

Наприклад, за температури 25 °С у 100 г води розчиняється 36 г калій нітрату. Отже, розчинність дорівнює 36.

▶ **Приклад.** Визначте, яка речовина краще розчиняється у воді за такими даними: розчинність за температури 25 °С натрій хлориду дорівнює 35,9, а кальцій гідроксиду — 0,185.

Розв'язання. Розчинність натрій хлориду більша, ніж у кальцій гідроксиду, отже, він краще розчиняється у воді.



Розчинність речовини показує максимальну масу речовини, що може розчинитися в 100 г розчинника за певних умов.

Зовсім нерозчинних речовин, мабуть, немає. Ми вже говорили, що вода дуже гарний розчинник. Навіть коли ми наливаємо воду в скляну посудину, дуже невелика кількість частинок зі скла переходить у розчин. Метали також досить незначно розчиняються у воді: невелика кількість йонів металічних елементів переходить у водне середовище. У цілому розчинність різних речовин визначається багатьма складними причинами, деякі з яких досі не зрозумілі. Тому важко передбачити розчинність якої-небудь речовини за її хімічною формулою або агрегатним станом.

Як приклад наведемо розчинність (у грамах речовини на 100 г води за кімнатної температури) декількох речовин: твердих, рідких і газоподібних, зі схожими хімічними формулами (*табл. 5*).

Таблиця 5

Розчинність деяких речовин у воді за кімнатної температури

Назва речовини	Формула	Агрегатний стан	Розчинність (г/100 г води)
Сульфатна кислота	H_2SO_4	Рідина	Необмежена
Купрум(II) сульфат	CuSO_4	Крист.	20,7
Кальцій сульфат	CaSO_4	Крист.	0,2
Барій сульфат	BaSO_4	Крист.	0,00023
Гідроген хлорид	HCl	Газ	72,47
Натрій хлорид	NaCl	Крист.	35,9
Аргентум(I) хлорид	AgCl	Крист.	0,000019

Дізнайтеся більше

Найменшу розчинність у воді має аргентум(I) сульфід Ag_2S — $6,5 \cdot 10^{-16}$ г у 100 г води.

ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РОЗЧИННІСТЬ

Ви звернули увагу, що, говорячи про розчинність, ми згадуємо умови, за яких відбувалося розчинення? Це важливо, тому що маса речовини, що може розчинитися, залежить від різних причин.

Чинник 1: природа розчинника й речовини, що розчиняється.

Наприклад, цукор краще розчиняється у воді, ніж у бензині, а фенолфталеїн добре розчинний у спирті, але не у воді. Чому так відбувається? На жаль, досі немає наукової теорії, яка б повністю пояснювала процес розчинення. Часто користуються старим, практично встановленим правилом «Подібне розчиняється в подібному». Це означає, що речовини з ковалентним полярним і йонним зв'язком краще розчиняються в полярних розчинниках, таких як вода. І навпаки, речовини з неполярними або слабо полярними зв'язками краще розчиняються в неполярних розчинниках, наприклад у бензині.

Речовин, які б розчинялися абсолютно в усіх розчинниках, не буває.

Продемонструємо здатність речовин розчинятися в різних розчинниках.

Дослід «Розчинення у різних розчинниках»

1. Візьмемо дві хімічні склянки. Першу з них наповнимо водою, другу — бензином. У кожену склянку помістимо невелику кількість калій хлориду. Калій хлорид дуже швидко розчиняється у воді й не розчиняється в бензині.



Висновок: калій хлорид — речовина з йонним зв'язком, він добре розчиняється в «подібній» (полярній) речовині — воді й зовсім не розчиняється в неполярному розчиннику — бензині.

2. Візьмемо дві хімічні склянки. Першу з них наповнимо водою, другу — бензином. У кожну склянку насиплемо невелику кількість порошку сірки. У воді сірка не розчиняється й збирається на поверхні, а в бензині сірка розчиняється. Висновок: у молекулі сірки ковалентні неполярні зв'язки, отже, сірка є неполярною речовиною й має розчинятися в неполярних розчинниках. (Замість сірки можна використати йод, тоді цей дослід також буде супроводжуватися змінами кольору.)

Чинник 2: температура.

Спочатку розглянемо як впливатиме температура на розчинність твердих речовин. Розчинність більшості (але не всіх!) твердих речовин із підвищенням температури збільшується.

Якщо ви уважно прочитали попередній матеріал, то вже зможете пояснити, чому в разі підвищення температури збільшується розчинність твердих речовин. Якщо не можете відповісти — підказуємо: в разі підвищення температури підвищується швидкість руху молекул і швидкість дифузії, гідратація прискорюється, та й підвищення температури сприяє розриву хімічних зв'язків у молекулах або йонних кристалах речовини, що розчиняється (рис. 27).

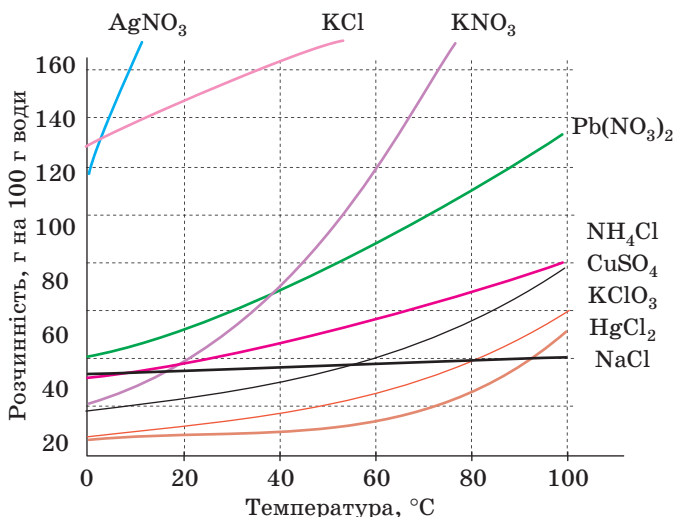


Рис. 27. Розчинність речовин залежно від температури



У разі підвищення температури розчину розчинність твердих речовин, як правило, збільшується.



Однак існують речовини, розчинність яких за нагрівання майже не змінюється. Подивіться на графік. Це, наприклад, натрій хлорид. Є навіть такі тверді речовини, розчинність яких під час нагрівання зменшується, як, наприклад, у кальцій гідроксиду або кальцій сульфату (*табл. 6*).

Таблиця 6

Вплив температури на розчинність деяких твердих речовин
(У таблиці наведено розчинність у г/100 г води.)

Речовина	Температура, °C				
	0	20	50	80	100
KBr	53,5	65,2	80,8	94,6	103,3
NaCl	35,7	35,9	36,8	38,1	39,4
Ca(OH) ₂	0,173	0,166	0,13	0,09	0,08

Під час охолодження гарячих насичених розчинів надлишок розчиненої речовини випадає в осад. Таке виділення кристалів із розчину називають **кристалізацією** або **перекристалізацією**. Нам уже траплялося це явище, коли вирощували кристали.

Підкреслимо, що кристали з розчину виділяються дуже чистими, тому перекристалізацію використовують для очищення речовин.

Тепер розглянемо, як змінюється **розчинність газів у воді** в разі підвищення температури. Чим вище температура, тим більше енергії одержують молекули газів, які містяться в розчині, тим активніше вони рухаються, зв'язки між молекулами води й газу руйнуються, і молекули газу залишають розчин. Таким чином, розчинність газів у разі підвищення температури у воді зменшується (*рис. 28*).

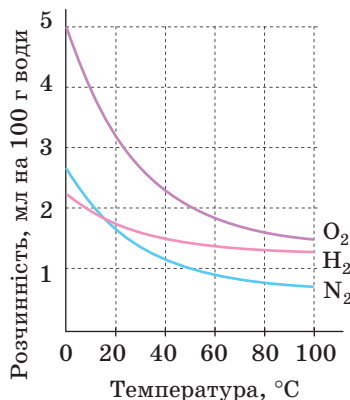


Рис. 28. Розчинність газів залежно від температури

Чинник 3: тиск.

Тиск не чинить помітного впливу на розчинність твердих речовин і рідин, тому що під час їх розчинення не відбувається помітної зміни об'єму системи. **Зміна тиску впливає тільки на розчинність газів.** У разі підвищення тиску газу над розчином проникнення його молекул у воду збільшується, отже, розчинність також збільшується. Щоправда, це відбувається тільки з розведеними розчинами.

Дізнайтеся більше**Кесонна хвороба**

Якщо водолази працюють під водою на великій глибині, то внаслідок підвищення тиску розчинність газів повітря (в основному, азоту) у крові людини значно збільшується. Під час підйому на поверхню тиск зменшується, і, відповідно, розчинність газів зменшується теж. Якщо підйом відбувається швидко, то кров буквально скипає, бо гази дуже швидко залишають рідину. Цей стан називається «кесонна хвороба» та призводить до загибелі людини. Тому підйом водолазів із глибини відбувається повільно, щоби гази, які виділяються з крові, поступово виводилися з організму в легенях.

— Виходить, якщо ми будемо зменшувати тиск, то розчинність газів зменшиться?



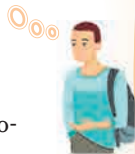
— Так, і ми це спостерігаємо, коли відкриваємо пляшку з газованою водою. Щоби зробити воду газованою, в неї під тиском пропускають вуглекислий газ. Частина газу розчиняється у воді, частина — взаємодіє з водою. Коли ми відкриваємо пляшку, тиск зменшується й пухирці газу виходять із води.

— До речі, перемішуванням ми можемо прискорити цей процес.

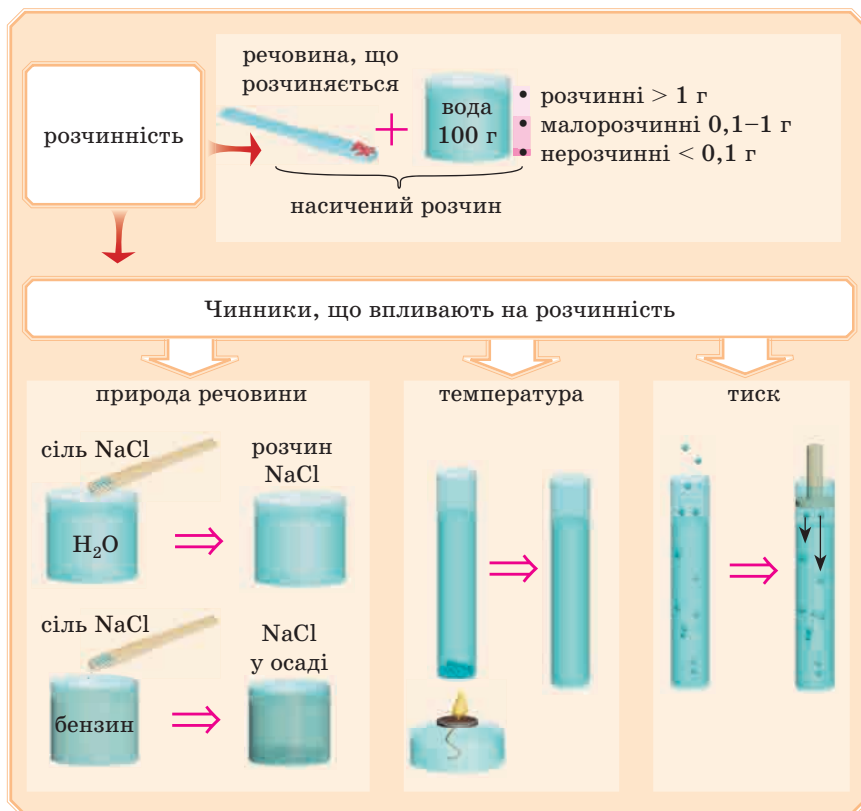
— Так, якщо ми активно струшуємо пляшку з газованою водою, а потім швидко її відкриємо, то газована вода буквально фонтаном виривається із пляшки.

— Ми підсилимо виділення газу, нагріваючи пляшку. А якщо пляшка з газованою водою стоїть на сонці на пляжі...

— От, хотів просто попити — а тут суцільна хімія...



Робимо висновки:



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

85. Для яких розчинів застосовне поняття «розчинність»? Що воно характеризує?
86. Укажіть, за якої розчинності речовину вважають добре розчинною; малорозчинною; нерозчинною.
87. Знайдіть у таблиці розчинності приклади розчинних, малорозчинних і нерозчинних сполук.
88. Розчинність речовини дорівнює 0,0001. Чи добре ця речовина розчиняється у воді?
89. Які чинники впливають на розчинність речовин у воді? Який чинник застосовний тільки до газів?
90. Наведіть приклади, які доводять, що розчинність залежить від природи розчинника й речовини, що розчиняється.
91. Як змінюється розчинність твердих речовин і газів у разі підвищення температури?
92. Наведіть приклади, які доводять, що розчинність залежить від температури.
93. Наведіть приклади, які доводять, що розчинність газів залежить від тиску.
94. Що таке перекристалізація й де її використовують?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

95. Укажіть назву речовини, яка добре розчиняється у воді:
 - а) барій сульфат;
 - б) купрум(II) нітрат;
 - в) ферум(II) сульфід;
 - г) аргентум(I) йодид.
96. Укажіть назву речовини, розчинність якої збільшується з підвищенням температури:
 - а) водень;
 - б) вуглекислий газ;
 - в) кисень;
 - г) калій йодид.
97. Укажіть назву речовини, розчинність якої збільшується з підвищенням тиску:
 - а) калій гідроксид;
 - б) карбон(IV) оксид;
 - в) натрій хлорид;
 - г) натрій йодид.
98. Укажіть назву речовини, розчинність якої збільшується зі зниженням температури:
 - а) калій хлорид;
 - б) водень;
 - в) цукор;
 - г) літій нітрат.

99. За якої температури розчинність двох солей KNO_3 і CuSO_4 однакова (див. криві розчинності речовин, рис. 27):
- а) 20 °С;
 - в) 25 °С;
 - б) 10 °С;
 - г) 18 °С.

Для допитливих

100. Під час охолодження насиченого розчину за температури 40 °С калій хлорату KClO_3 масою 1200 г до температури 20 °С із розчину випали кристали. Користуючись кривою розчинності солі (рис. 27), розрахуйте масу кристалів солі, що випали з розчину.
101. Розчинність деякої солі за температури 25 °С становить 185 г/л. Яку масу солі можна одержати, якщо випарити всю воду з 200 мл такого розчину?
102. Чому в китів, дельфінів не виникає кесонної хвороби, коли вони стрімко піднімаються з глибини до поверхні? Чому цього стану немає у професійних шукачів перлів, які опускаються на значну глибину без акваланга й водолазного костюма?
- Підказка: подумайте, як дихають водолази в скафандрі й нириці без дихальної апаратури.*
103. Якщо у склянку з газованою водою кинути трохи кухонної солі, відразу почне виділятися вуглекислий газ. Поясніть це явище.

§ 9. РОЗРАХУНКИ З ВИКОРИСТАННЯМ МАСОВОЇ ЧАСТКИ РОЗЧИНЕНОЇ РЕЧОВИНИ



Часто в хімічних лабораторіях і на виробництві використовують розчини речовин, причому, як правило, основним реагентом є розчинена речовина. Як у цьому випадку проводити хімічні розрахунки за рівняннями реакцій?

✎ Мозковий штурм ✎

Уявімо, що нам потрібно нейтралізувати хлоридну кислоту, наприклад, розчином натрій гідроксиду. Яку масу розчину лугу потрібно використати?

Подумали? Якщо ви вирішили, що для відповіді на це питання потрібно знати концентрації кислоти й лугу в розчинах, то ви

праві. Якщо, наприклад, концентрація лугу велика, то для нейтралізації кислоти слід узяти меншу масу розчину. Дійсно, реагують кислота з лугом, а розчинник — вода — у цьому випадку участі в реакції не бере.

Отже, для розрахунків потрібно обчислювати маси розчинених речовин. Зараз розглянемо, як слід розв'язувати задачі такого типу, але спочатку згадаємо формули, за якими розраховували масову частку розчину.

Тому тепер трохи матеріалу 7 класу.

МАСОВА ЧАСТКА РОЗЧИНЕНОЇ РЕЧОВИНИ

Масова частка (ω) розчиненої речовини показує, яку масу речовини розчинено у 100 г розчину.

Наприклад, зазначено, що масова частка розчиненої речовини дорівнює 10%. Це означає, що у 100 г розчину розчинено 10 г якоїсь речовини. Води в цьому розчині $100 \text{ г} - 10 \text{ г} = 90 \text{ г}$.

Зверніть увагу, що по суті неважливо, яку речовину розчинено, тому що для розрахунків цієї концентрації використовується маса, а 10 г солі або лугу — це просто 10 г.



Іноді говорять (і пишуть у завданнях) просто «масова частка розчину», опускаючи слова «розчиненої речовини». Можливе й таке формулювання: «20%-й розчин» — це означає, що масова частка розчиненої речовини дорівнює 20%.

Масу розчину можна розрахувати, склавши масу розчиненої речовини (або речовин) з масою розчинника:

$$m_{\text{р-ну}} = m_{\text{р,р-ни}} + m_{\text{р-ка}},$$

де $m_{\text{р-ну}}$ — маса розчину, $m_{\text{р,р-ни}}$ — маса розчиненої речовини, $m_{\text{р-ка}}$ — маса розчинника.

Звідси легко знайти масу розчинника (води):

$$m_{\text{р,р-ка}} = m_{\text{р-ну}} - m_{\text{р,р-ни}}$$

Для розв'язання задач нам знадобиться формула для розрахунку масової частки:

$$\omega = \frac{m_{\text{р.р-ни}}}{m_{\text{р-ну}}}$$

Із формули випливає, що масова частка розчиненої речовини дорівнює відношенню маси розчиненої речовини до загальної маси розчину. Очевидно, що масова частка буде виражена в частках одиниці (ми ж меншу величину ділимо на більшу).

Масову частку можна виражати у відсотках. У цьому випадку у формулу слід додати множення на 100 % :

$$\omega = \frac{m_{\text{р.р-ни}}}{m_{\text{р-ну}}} \cdot 100 \%$$

Звідси: $m_{\text{р.р-ни}} = m_{\text{р-ну}} \cdot \omega$, якщо масова частка виражена в частках одиниці, або $m_{\text{р.р-ни}} = \frac{m_{\text{р-ну}} \cdot \omega}{100 \%}$, якщо масова частка у відсотках.

$$m_{\text{р-ну}} = \frac{m_{\text{р.р-ни}}}{\omega} \quad \text{або} \quad m_{\text{р-ну}} = \frac{m_{\text{р.р-ни}} \cdot 100 \%}{\omega}$$

РОЗРАХУНКОВІ ЗАДАЧІ

Тепер можна приступати до більш складних задач.

▶ **Приклад 1.** Обчисліть масу натрій гідроксиду, необхідного для взаємодії з 200 г розчину гідроген хлориду, якщо масова частка кислоти 10 % .

Дано:

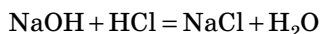
$$m_{\text{р-ну}}(\text{HCl}) = 200 \text{ г}$$

$$\omega = 10 \%$$

$$m(\text{NaOH}) \text{ — ?}$$

Пояснення розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції до задачі:



2. У 200 г розчину гідроген хлориду всього 10 % HCl. Саме він реагує з натрій хлоридом.

Вода, яка міститься в розчині, участі в цій реакції не бере. Тому розрахуємо масу гідроген хлориду в розчині:

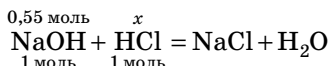
$$m_{\text{р.р-ни}} = \frac{m_{\text{р-ну}} \cdot \omega}{100 \%}, \quad m(\text{HCl}) = \frac{200 \text{ г} \cdot 10 \%}{100 \%}. \quad m(\text{HCl}) = 20 \text{ г}.$$

3. Розрахуємо кількість речовини HCl:

$$n = \frac{m}{M}, \quad M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль},$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{20 \text{ г}}{36,5 \text{ г/моль}} = 0,55 \text{ моль}.$$

4. Напишемо отриману кількість речовини HCl і x над рівнянням, а мольні відношення, рівні коефіцієнтам, — під рівнянням:



5. Складаємо пропорцію й визначаємо кількість речовини NaOH:

$$\frac{0,55 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = \frac{x}{1 \text{ моль}}, \quad x = 0,55 \text{ моль}.$$

6. Залишилося визначити масу NaOH:

$$m = n \cdot M, \quad M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}.$$

$$m = 40 \text{ г/моль} \cdot 0,55 \text{ моль} = 22 \text{ г}.$$

Відповідь: маса NaOH 22 г.

Тепер спробуйте розв'язати задачі самостійно.

▼ **Задача 1.** Кальцій карбонат реагує з розчином нітратної кислоти. Визначте масу солі, що прореагує з 350 г розчину кислоти з масовою часткою HNO_3 5 %.

Відповідь: 13,8 г.

▼ **Задача 2.** Який об'єм водню (н. у.) виділиться внаслідок взаємодії цинку з розчином гідроген хлориду масою 180 г з масовою часткою кислоти 12 %.

Відповідь: 6,6 л.

▶ **Приклад 2.** Розчин гідроген хлориду масою 40 г нейтралізували кальцій гідроксидом. Визначте масову частку (y %) гідроген хлориду в розчині, якщо було витрачено 37 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Дано:

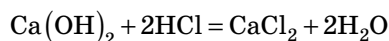
$$m_{\text{р-ну}}(\text{HCl}) = 400 \text{ г}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 50 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HCl}) = ?$$

Пояснення розв'язання

1. Записуємо рівняння реакції:



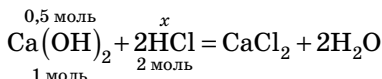
2. Обчислимо кількість речовини $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

$$n = \frac{m}{M}$$

$$M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ г/моль.}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{37 \text{ г}}{74 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль.}$$

3. Пишемо над рівнянням кількість речовини $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і x , під рівнянням — мольні відношення, рівні коефіцієнтам:



4. Складаємо пропорцію й визначаємо кількість речовини HCl :

$$\frac{0,5 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = \frac{x}{2 \text{ моль}}, \text{ звідси } x = 1 \text{ моль.}$$

5. Для визначення масової частки треба знати масу розчиненої речовини, у нашому випадку це HCl :

$$m = n \cdot M.$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}, \quad m(\text{HCl}) = 1 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 36,5 \text{ г.}$$

6. Тепер визначимо масову частку кислоти:

$$\omega = \frac{m_{\text{р-ни}}}{m_{\text{р-ну}}}, \quad \omega(\text{HCl}) = \frac{36,5 \text{ г}}{400 \text{ г}} = 0,09, \text{ або } 9 \%.$$

Відповідь: масова частка кислоти 9 %.

Розв'язуємо самостійно.

Задача 3. Розчин сульфатної кислоти масою 160 г повністю прореагував з цинком масою 13 г. Визначте масову частку кислоти в розчині. (*Відповідь:* 12,25 %)

Задача 4. Під час проведення хімічного експерименту треба було розчинити осад алюміній гідроксиду масою 39 г. Яка маса розчину нітратної кислоти з масовою часткою HNO_3 5 % необхідна для цього? (*Відповідь:* 1890 г)

Для допитливих

Ви вже знаєте, що багато кристалів містять зв'язану кристалізаційну воду. Слід пам'ятати це під час приготування розчинів. Розглянемо розв'язання задач, де розчиненою речовиною є кристалогідрат.

▶ **Приклад 3.** Визначити масову частку купрум(II) сульфату в розчині, якщо змішали 5 г купрум(II) сульфату пентагідрату й 95 г води.

Дано:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 95 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = ?$$

Пояснення розв'язання

Насамперед треба чітко розуміти, що у воду висипали $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, тобто маса розчину буде дорівнювати $5 \text{ г} + 95 \text{ г} = 100 \text{ г}$, але масову частку розчину визначає тільки безводна сіль, тобто CuSO_4 .

Тому обчислимо масу безводної солі, яка міститься в 5 г кристалогідрату.

Знайдемо молярні маси:

$$M(\text{CuSO}_4) = 65 + 32 + 16 \cdot 4 = 160 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 160 + 5 \cdot 18 = 250 \text{ г/моль.}$$

Обчислимо кількість речовини кристалогідрату за формулою:

$$n = \frac{m}{M}.$$

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{5 \text{ г}}{250 \text{ г/моль}} = 0,02 \text{ моль.}$$

Далі міркуємо так:

1 моль $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ містить 1 моль CuSO_4

0,02 моль $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — x моль CuSO_4

$$x = 0,02 \text{ моль } (\text{CuSO}_4)$$

Розрахуємо масу CuSO_4 за формулою $m = n \cdot M$:

$$m(\text{CuSO}_4) = 0,02 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 3,2 \text{ г.}$$

Знаходимо масову частку CuSO_4 у розчині:

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{3,2 \text{ г}}{100 \text{ г}} \cdot 100\% = 3,2\%.$$

Відповідь: масова частка отриманого розчину дорівнює 3,2%.

▼ **Задача 5.** У воді масою 40 г розчинили залізний купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ масою 3,5 г. Визначте масову частку ферум(II) сульфату в одержаному розчині.

Відповідь: 0,045.

► **Приклад 4.** Під час випарювання розчину масою 200 г з масовою часткою FeSO_4 7,6 % одержали кристалогідрат. Визначте його масу.

Дано:

$$m(\text{р-ну}) = 200 \text{ г}$$

$$\omega(\text{FeSO}_4) = 7,6 \%$$

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \text{ — ?}$$

Пояснення розв'язання

Ця задача «навпаки»: треба знайти масу кристалогідрату за відомою масою розчину й масовою часткою.

Виходячи з даних задачі ми легко визначимо масу безводної солі. Як ми пам'ятаємо, масову частку визначає саме вона.

$$m_{\text{р.реч.}} = \frac{\omega \cdot m_{\text{р-ну}}}{100 \%}. \quad m(\text{FeSO}_4) = \frac{7,6 \% \cdot 200 \text{ г}}{100 \%} = 15,2 \text{ г.}$$

Але в осад випадає кристалогідрат. Можна визначити масу кристалогідрату, порівнюючи молярні маси FeSO_4 і $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$:

$$M(\text{FeSO}_4) = 56 + 32 + 16 \cdot 4 = 152 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 152 + 126 = 278 \text{ г/моль.}$$

У 278 г/моль $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ міститься 152 г/моль FeSO_4

У x кристалогідрату $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 15,2 г безводного FeSO_4

$$x = \frac{278 \text{ г/моль} \cdot 15,2 \text{ г}}{152 \text{ г/моль}} = 27,8 \text{ г.}$$

Відповідь: маса кристалогідрату 27,8 г.

Дізнайтеся більше

Важливо знати, що властивості розчинів залежать від концентрації розчинених речовин.

Так, у разі збільшення концентрації розчиненої речовини збільшується температура кипіння розчинів і зменшується температура їх замерзання.

Як правило, змінюється і густина розчинів.

Наведемо приклад. Узимку тротуари й дороги посипають сушішою солі й піску, і тоді доріжки стають неслизькими. Це «працює» до певних температур (десь до -5°C). Чому? За невеликих негативних температур у структурі льоду є трохи рідкої води. Сіль розчиняється в цій невеликій кількості води, і виходить досить концентрований розчин, який буде замерзати за значно більш низьких температур (нижче -10°C). На поверхні льоду утворюються маленькі таловини, у них потрапляє пісок, і доріжка стає неслизькою.

Під час розчинення твердих речовин у воді її густина, як правило, збільшується. Тому плавати в дуже солоних озерах легко, а потонути майже неможливо. У нас в Україні теж є такі озера.



Рис. 29. Рожеве озеро Лемурійське — найсолоніше в Україні

На Херсонщині біля селища Григорівка є незвичайне рожеве озеро Лемурійське (рис. 29). Воно дуже солоне, у ньому солоність вище, ніж у Мертвому морі (у Мертвому морі солоність близько 30–33 %). На такому озері дуже легко вчитися плавати, а потонути просто неможливо. Дно озера вкрито кристалами солей, але їх не видно. Соляні поклади видно тільки по краях озера.

Якщо дивитися зблизька, вода озера здається каламутною, здалеку вона має рожевий колір, якого надають озеру продукти життєдіяльності одноклітинних водоростей.

ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

104. Назвіть формулу, за якою розраховують масову частку.
105. Розкажіть, як приготувати 300 г розчину з масовою часткою калій сульфату 0,15.
106. Розв'яжіть задачі (усно):
 - ✓ У водному розчині натрій сульфату масою 120 г міститься 20 г цієї солі. Визначте масу води в розчині.
 - ✓ Яку масу купрум(II) хлориду необхідно додати до 240 г води, щоб одержати 300 г розчину цієї солі?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

107. Яку масу розчину натрій хлориду з масовою часткою 9 % можна одержати зі 100 г солі?
108. Який об'єм вуглекислого газу (н. у.) утворюється внаслідок взаємодії 40 г розчину натрій карбонату з масовою часткою солі 15 % із хлоридною кислотою?
109. Потрібно розчинити 20 г купрум(II) оксиду. Яка маса розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 5 % буде потрібна для цього?
110. Визначте масову частку нітратної кислоти в розчині, якщо для нейтралізації 10 г розчину цієї кислоти необхідно 2 г калій гідроксиду.
111. Яка маса розчину HCl з масовою часткою кислоти 15 % необхідна для повного розчинення іржі масою 40 г? Прийmemo, що іржа складається тільки з Fe_2O_3 .
112. У розчин купрум(II) сульфату додали 30 г 12 % розчину калій гідроксиду. Яка маса осаду при цьому утворилася?
113. Визначте масову частку розчину сульфатної кислоти, якщо 200 г її розчину повністю прореагувало з магнієм масою 8 г.
114. Яка кількість речовини солі та який об'єм водню (за нормальних умов) утворюється внаслідок взаємодії заліза й 200 г 22 % -го розчину HCl?
115. Розчин калій гідроксиду масою 20 г з масовою часткою КОН 12 % обробили розчином нітратної кислоти. Обидві речовини прореагували повністю. Розчин, який утворився після реакції, випарували. Визначте масу одержаної солі.
116. До розчину сульфатної кислоти масою 40 г з масовою часткою 15 % долили надлишок розчину барій хлориду. Яка маса осаду утворилася при цьому?

Для допитливих

117. Визначте масову частку NaOH у розчині, утвореному розчиненням 8 г NaOH у 50 г води. Яка маса HCl піде на повну нейтралізацію цього розчину?
118. У розчині сульфатної кислоти розчинили магній масою 6 г та залізо масою 16,8 г. Яка маса 10 % -го розчину кислоти необхідна для цього? Який об'єм водню, виміряний за н. у., виділився при цьому?

119. Натрій масою 34,5 г обробили водою масою 200 г. Який об'єм водню (н. у.) при цьому утворився? Визначте масову частку натрій гідроксиду в одержаному розчині.
120. 4 г кальцій оксиду розчинили у 200 г води. Визначте масову частку кальцій гідроксиду в отриманому розчині.
121. Яку масу кристалів мідного купоросу й води треба взяти, щоб приготувати розчин масою 200 г з масовою часткою купрум(II) сульфату 1,6 %?
122. Яку масу зелених кристалів $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і води треба взяти, щоб отримати розчин масою 152 г з масовою часткою ферум(II) сульфату 1 %?
123. Обчисліть масу води, яку необхідно додати до зелених кристалів залізного купоросу масою 2,78 г, щоб одержати розчин солі з масовою часткою розчиненої речовини 5 %.
124. Яка маса натрій гідроксиду міститься у 20 мл розчину, густина якого 1,25 г/мл, а масова частка розчиненої речовини — 32 %?
125. Коричневі кристали $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ масою 2,705 г були розчинені в розчині масою 497,295 г з масовою часткою ферум(III) хлориду 1,14 %. Обчисліть масову частку ферум(III) хлориду в новому розчині.
126. Який об'єм води треба додати до 200 мл розчину з масовою часткою луку 0,5 %, щоб отримати розчин з масовою часткою 0,25 %? Густина води й розчинів прийміть рівною 1 г/мл.
127. Яку масу солі треба додати до розчину об'ємом 94,06 мл (густина розчину дорівнює 1,01 г/мл) з масовою часткою кухонної солі 3 %, щоб отримати розчин з масовою часткою солі 5 %?
128. Який об'єм води треба додати до розчину оцтової есенції масою 480 г, щоб отримати розчин оцту, необхідний у харчовій промисловості? Масова частка оцтової кислоти в оцтовій есенції дорівнює 80 %, в оцті — 6 %. Яку масу розчину оцту можна отримати при цьому?
129. Який об'єм оцтової есенції густиною 1,070 г/мл треба взяти для виготовлення розчину харчового оцту об'ємом 200 мл і густиною 1,007 г/мл? Масова частка оцтової кислоти в оцтовій есенції дорівнює 80 %, в оцті — 6 %.
130. Юний хімік для приготування розчину з масовою часткою розчиненої речовини 10 % узяв сіль натрій хлорид масою 10 г і воду масою 90 г. Для приготування розчину мідного купоросу з такою ж масовою часткою солі він зважив на терезах

10 г синіх кристалів $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ і розчинив їх у воді масою 90 г. Вимірявши густину обох розчинів, він з'ясував, що один із розчинів був приготований неправильно й густина розчину менша, ніж у довіднику. Який із двох розчинів було приготовано неправильно? Розрахуйте масові частки солей у отриманих розчинах.

§ 10. ЕЛЕКТРОЛІТИ Й НЕЕЛЕКТРОЛІТИ. ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ



Ще на зорі вивчення електричних явищ учені помітили, що струм можуть проводити не тільки метали, але й розчини. Але не будь-які. Так, водні розчини кухонної солі й інших солей, розчини сильних кислот і лугів добре проводять струм. Розчини оцтової кислоти, вуглекислого газу проводять його набагато гірше. А от розчини спирту, цукру й більшості інших органічних сполук електричний струм зовсім не проводять.

Чому розчини одних речовин проводять електричний струм, а інші — ні?



Згадаємо, що таке електричний струм. Це потік заряджених частинок. Виходить, якщо розчин проводить електричний струм, то в ньому мають бути заряджені частинки. Звідки ж вони можуть узятися в розчині?

ЕЛЕКТРОЛІТИ Й НЕЕЛЕКТРОЛІТИ

Дослід «Дослідження речовин та їх водних розчинів на електричну провідність»

Досліджувані речовини: кристалічний натрій хлорид, дистильована вода, розчин натрій хлориду, кристалічний цукор, розчин цукру, хлоридна кислота.



Зберемо таке електричне коло (рис. 30):

У склянку по черзі будемо поміщати різні речовини та вмикати джерело електричного струму. Якщо речовина струм проводить, лампочка буде горіти.

Отже, кристалічний натрій хлорид — лампочка не горить, значить, ця кристалічна сіль електричний струм не проводить.

- ♦ Дистильована вода — лампочка не горить, значить, чиста вода електричний струм не проводить.
- ♦ Розчин натрій хлориду — лампочка горить, отже, цей розчин проводить електричний струм.
- ♦ Кристалічний цукор — лампочка не горить, значить, кристалічний цукор електричний струм не проводить.
- ♦ Розчин цукру — лампочка не горить, значить, розчин цукру електричний струм не проводить.
- ♦ Хлоридна кислота — лампочка горить, отже, цей розчин проводить електричний струм.

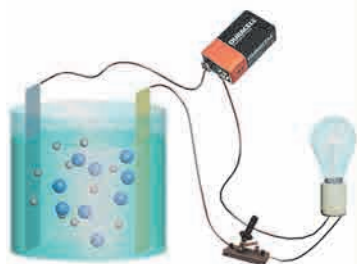


Рис. 30. Електричне коло для дослідження речовин на електричну провідність

— У побуті ми завжди використовуємо воду, в якій розчинені певні речовини: солі, гази. З хімічної точки зору, це не вода, а розчин. Тому електричний струм вона проводить.



Висновок: далеко не всі речовини та їх розчини проводять електричний струм. Причому кристалічна кухонна сіль електричний струм не проводить, а її розчин — проводить. Чому?

За створення теорії електролітичної дисоціації Арреніус 1903 року був удостоєний Нобелівської премії з хімії.

1887 року шведський фізик і хімік Сванте Арреніус, досліджуючи електропровідність водних розчинів, висловив припущення, що під час розчинення речовини розпадаються на заряджені частинки — йони, які можуть пересуватися

до електродів — негативно зарядженого катода (катіони) і позитивно зарядженого анода (аніони). Це і є причина виникнення електричного струму в розчинах (рис. 31 і 32). Очевидно, чим більше йонів у розчині, тим краще він проводить електричний струм.

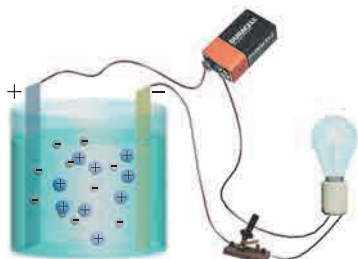


Рис. 31. Під час розчинення (або розплавлення) речовини йони рухаються хаотично

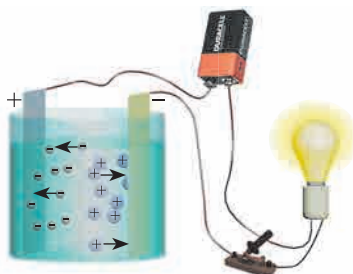


Рис. 32. Під час пропускання електричного струму катіони й аніони рухаються спрямовано — виникає електричний струм

Речовини, які розпадаються в розчинах або розплавах на йони й завдяки цьому проводять електричний струм, називають **електролітами**.

Речовини, які в розчинах і розплавах на йони не розпадаються і не проводять електричний струм, називають **неелектролітами**.



До електролітів належать речовини з йонними й ковалентними полярними зв'язками: кислоти, луги й розчинні солі, до неелектролітів — речовини, в молекулах яких є тільки ковалентні неполярні або малополярні зв'язки, наприклад більшість органічних сполук. Так як речовини розпадаються на йони під час розчинення у воді, то належність їх до електролітів можна визначити за **таблицею розчинності**. Якщо сіль, кислота або основа **розчинна**, то вона є **електролітом**.

Дослід «Рух йонів у електричному полі»

Можна побачити рух йонів до електродів, якщо вони забарвлені. Приєднаємо до батарейки два електроди й закріпимо їх на фільтрувальному папері.



Попередньо змочимо папір водою, а ще краще водним розчином якого-небудь електроліту, наприклад кухонної солі. Помістимо посередині між електродами кристалик калій перманганату KMnO_4 («марганцівки»). Через деякий час ми побачимо фіолетово-коричневу «доріжку» в напрямку до позитивно зарядженого електрода (рис. 33). Це рухаються забарвлені йони MnO_4^- . Цей дослід можна провести з іншими забарвленими йонами, наприклад блакитними йонами Cu^{2+} . Звичайно, ці йони будуть рухатися до негативно зарядженого електрода.

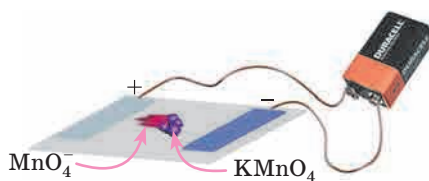


Рис. 33. Рух йонів до електродів

Яким чином речовини розпадаються на йони — пояснює теорія електролітичної дисоціації.

ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ

Ми вже розглядали, як відбувається розчинення речовин у воді. Давайте стисло повторимо основні положення:

- ♦ Молекула води має заряджені полюси, вона є диполем. Вода — полярний розчинник.
- ♦ У воді добре розчиняються речовини з ковалентним полярним і йонним зв'язком.
- ♦ Під час розчинення молекули води притягуються до часточок речовини, що розчиняється, — відбувається процес гідратації.
- ♦ Під час гідратації виділяється енергія, яка використовується на розрив зв'язків у молекулах або кристалічних ґратках речовини, що розчиняється.
- ♦ У розчин переходять гідратовані (оточені частинками води) частинки — молекули або йони.

Так описують розчинення будь-яких речовин: і електролітів, і неелектролітів. Теорія електролітичної дисоціації включає ці самі положення, але тільки щодо електролітів. Таким чином,

для розчинних речовин з йонними або ковалентними полярними зв'язками процеси розчинення і дисоціації — це одне й те саме.

Теорію дисоціації застосовують не тільки до розчинів, але й до розплавів електrolітів.

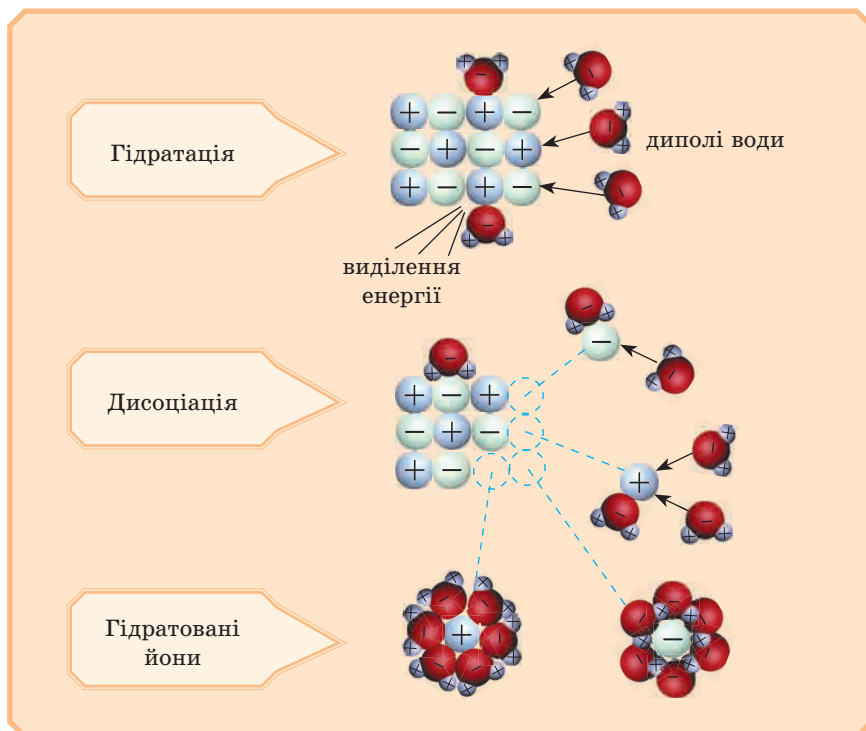
Розпад електrolітів на йони під час розчинення їх у воді або розплавлення називають **електrolітичною дисоціацією**.

— «Електrolітична» — це від слова «електrolіт»;

— «дисоціація» — від лат. *dissociation* «розподіл». Те саме слово англійською *dissociation*, німецькою *Dissoziation* має таке саме значення.



Розглянемо малюнок, який ілюструє електrolітичну дисоціацію речовин з йонним зв'язком:

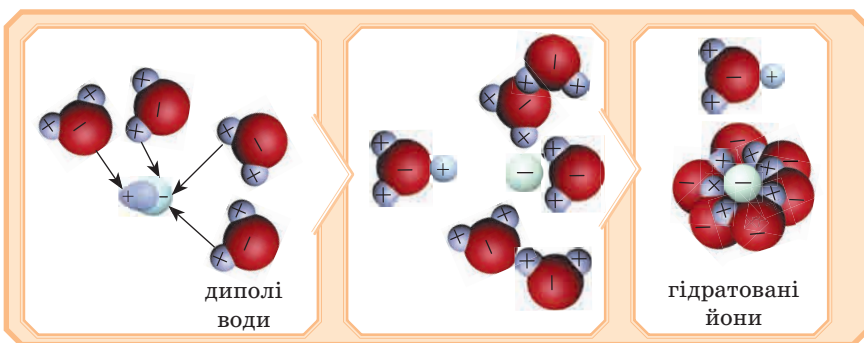




У закордонних підручниках хімії поряд із йонами, які містяться у водному розчині, поряд у дужках нижнім індексом пишуть (aq), наприклад $\text{Na}_{(\text{aq})}^+$, показуючи в такий спосіб, що йон гідратований. У наших підручниках так писати не прийнято, але ми маємо пам'ятати про це.

Розглянути процес розчинення й дисоціації речовин із **ковалентним полярним зв'язком** можна на прикладі гідроген хлориду.

Зв'язок $\text{H}-\text{Cl}$ — ковалентний, полярний. Молекули HCl — диполі з негативним зарядом на атомі Cl і позитивним — на атомі H . У водному розчині молекули HCl оточені з усіх боків молекулами води так, що позитивні полюси молекул H_2O притягуються до негативних полюсів молекул HCl , а негативні полюси — до позитивних полюсів молекул HCl . У результаті зв'язок $\text{H}-\text{Cl}$ додатково поляризується й розривається з утворенням гідратованих катіонів H^+ й аніонів Cl^- . Диполі H_2O ніби розривають молекули HCl на окремі йони.

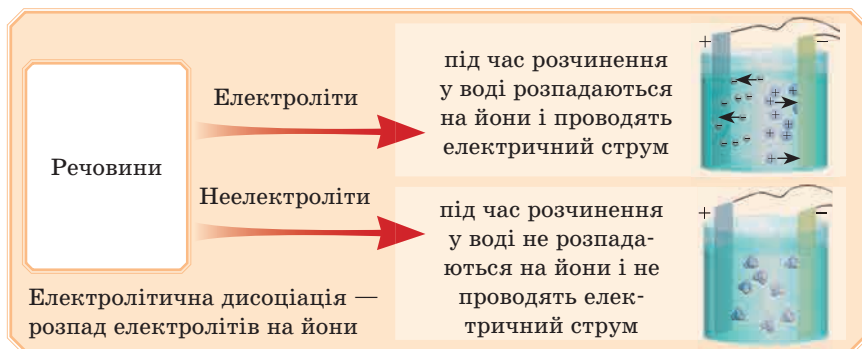


Дізнайтеся більше

Йон H^+ — по суті протон — приєднується до молекули води, утворюючи йон гідроксонію H_3O^+ . Йон гідроксонію, у свою чергу, може об'єднуватися з іншими молекулами води, утворюючи гідратовані йони, наприклад H_5O_2^+ , H_7O_3^+ , H_9O_4^+ .

Таким чином, унаслідок електролітичної дисоціації речовин у розчині утворюються йони, які обумовлюють його електропровідність.

Висновок:



ПЕРЕВІРТЕ ВАШІ ЗНАННЯ

131. Які речовини називають електролітами? Наведіть приклади.
132. Які речовини називають неелектролітами? Наведіть приклади.
133. Які положення включає теорія електролітичної дисоціації?
134. Поясніть, чому розчини натрій гідроксиду й гідроген броміду проводять електричний струм.
135. Які хімічні зв'язки в електролітах? неелектролітах?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

136. Електроліти — це речовини:
 - а) що складаються з йонів;
 - б) що у твердому стані проводять електричний струм;
 - в) розчини яких проводять електричний струм;
 - г) розчини й розплави яких проводять електричний струм.
137. Речовини, що проводять електричний струм тільки в розплаві, мають:
 - а) атомні кристалічні ґратки;
 - б) молекулярні кристалічні ґратки;
 - в) йонні кристалічні ґратки;
 - г) атомні та йонні кристалічні ґратки.
138. Речовини, що проводять електричний струм у розчині, мають:
 - а) ковалентний неполярний зв'язок;
 - б) ковалентний полярний зв'язок;
 - в) йонний і ковалентний полярний зв'язок;
 - г) йонний зв'язок.

139. Виберіть зі списку йони, які будуть рухатися:

а) до позитивно зарядженого електроду — анода;

б) до негативно зарядженого електроду — катода.

Йони: Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , NO_3^- .

140. Після випарювання всієї води з розчину калій хлориду масою 2000 г отримали суху сіль масою 4 г. Обчисліть масову частку солі у вихідному розчині.

§ 11. ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ КИСЛОТ, ОСНОВ, СОЛЕЙ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ. СТУПІНЬ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ



Теорія Арреніуса, з одного боку, пояснювала, чому розчини електролітів проводять струм, а з іншого — свідчила про збільшення числа частинок у розчині. Наприклад, у розчині алюміній сульфат $Al_2(SO_4)_3$ розпадається відразу на п'ять йонів: два катіони Алюмінію Al^{3+} і три сульфат-аніони SO_4^{2-} . Чому так? Читаємо параграф.

ЯК ЗАПИСАТИ РІВНЯННЯ ДИСОЦІАЦІЇ РЕЧОВИН?

Зараз будемо вчитися записувати рівняння електролітичної дисоціації електролітів. Ми вже знаємо, що під час їх дисоціації утворюються йони.

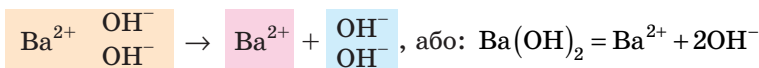
Приклад 1. Складіть рівняння дисоціації калій гідроксиду, барій гідроксиду.



Пам'ятаєте, визначення основ було таким: основами називають складні речовини, до складу яких входять йони металічного елемента й гідроксогрупи. От на ці йони луги й дисоціюють:



У складі формульної одиниці $Ba(OH)_2$ дві гідроксогрупи, тому запишемо рівняння дисоціації цієї речовини так:



— Головне не забути, що перед OH^- потрібний коефіцієнт 2: у формульній одиниці дві гідроксо-групи — значить, 2 йони OH^- .

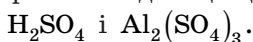


Якщо записують процес дисоціації як схему, то між лівою і правою частиною ставлять стрілку \rightarrow . Якщо речовина повністю розпадається на йони, тобто сильний електроліт, то ставлять знак рівності $=$. Якщо речовина дисоціює середньо або слабо — пишуть знак оборотності процесу \rightleftharpoons .

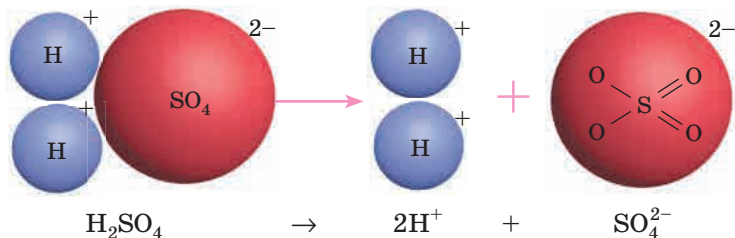
Завдання 1. Запишіть рівняння дисоціації натрій гідроксиду, кальцій гідроксиду.

Відповідь дивіться наприкінці параграфа.

Приклад 2. Запишіть рівняння дисоціації таких речовин:



Знову згадаємо визначення: кислоти складаються з атомів Гідрогену й кислотного залишку. От ці йони й утворюються під час їх дисоціації:

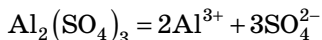


— Зверніть увагу: індекс 2, який був у молекулі в атома Гідрогену, стає коефіцієнтом — із двох атомів утворилися 2 йони.



— Йон кислотного залишку один, перед ним справа в рівнянні немає ніякого коефіцієнта. Не ставте цифру 4 перед кислотним залишком! 4 має відношення тільки до атома Оксигену й не має ніякого відношення до атома Сульфуру. Йон кислотного залишку SO_4^{2-} один, коефіцієнт перед ним не потрібний!

Тепер запишемо рівняння дисоціації солі:



— Зверніть обов'язково увагу на заряди: зліва формульна одиниця не має заряду. Справа рахуємо так: 2 йони Алюмінію, кожний має заряд 3+, усього 6+. Три йони кислотного залишку, кожний по 2-, усього 6-. Теж у сумі 0.

▼ **Завдання 2.** Напишіть рівняння дисоціації речовин: HBr , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Відповідь дивіться наприкінці параграфа.



Дисоціюють тільки розчинні у воді речовини. У таблиці розчинності вони позначені літерою «Р».



— Усе зрозуміло: якщо в таблиці розчинності літера «Р» — дисоціює, «Н» — не дисоціює, «М» — дисоціює обмежено.

ДИСОЦІАЦІЯ КИСЛОТ, ОСНОВ, СОЛЕЙ У ВОДІ

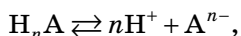
За допомогою теорії електролітичної дисоціації дають визначення й описують властивості кислот, основ і солей.

Кислоти

Кислотами називають електроліти, під час дисоціації яких утворюється тільки один вид катіонів — Гідрогену.

Наприклад: $\text{HI} = \text{H}^+ + \text{I}^-$; $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$.

Або в загальному вигляді:

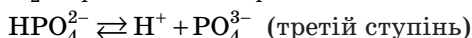
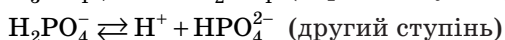
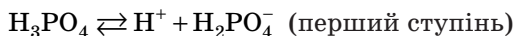


де A^- — аніон кислотного залишку.

Основність кислоти визначається кількістю катіонів Гідрогену, які можуть утворюватися під час дисоціації однієї молекули. Так, HCl , HNO_3 — одноосновні кислоти — утворюється один

катіон Гідрогену; H_2S , H_2CO_3 , H_2SO_4 — двохосновні, а H_3PO_4 , H_3AsO_4 — трьохосновні, тому що можуть утворюватися, відповідно, два й три катіони Гідрогену.

Дво- та багатоосновні кислоти дисоціюють ступінчасто (поступово). Наприклад:

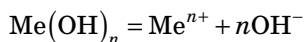


Дисоціація багатоосновної кислоти відбувається головним чином за першим ступенем, меншою мірою — за другим і лише незначною мірою — за третім. Тому у водному розчині, наприклад, ортофосфатної кислоти поряд із молекулами H_3PO_4 є йони (у послідовно зменшуваних кількостях): $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, HPO_4^{2-} і PO_4^{3-} .

Основи

Основами називають електроліти, під час дисоціації яких утворюється тільки один вид аніонів — аніони гідроксильної групи.

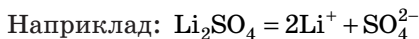
Наприклад: $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$. Або в загальному вигляді:



Згадаємо, що основи, розчинні у воді, ще називають лугами. Більшість основ у воді майже нерозчинні.

Солі

Солями називають електроліти, під час дисоціації яких утворюються катіони металічних елементів* й аніони кислотних залишків.



Або в загальному вигляді:



де A — аніон кислотного залишку.

* Ще можуть утворюватися катіони амонію NH_4^+ . Це ви будете вивчати у старших класах.

Дізнайтеся більше

Йони різко відрізняються за своїми фізичними й хімічними властивостями від нейтральних атомів і від простих і складних речовин. Наприклад, метал натрій реагує з водою з утворенням луку й виділенням водню, а катіони Na^+ — ні; проста речовина хлор — газ жовто-зеленого кольору, сильний окисник і отруйний, а аніони Cl^- не утворюють газ і не отруйні.

Колір йонів під час гідратації може змінитися. Наприклад, негідратовані йони Купруму безбарвні (безводний CuSO_4), а гідратовані — блакитні. Йони Ba^{2+} , які утворюються під час дисоціації розчинних солей Барію, отруйні, а нерозчинна сіль BaSO_4 — неотруйна.

СТУПІНЬ ДИСОЦІАЦІЇ

Електроліти дисоціюють по-різному: деякі практично повністю розпадаються на йони, деякі — частково. Для кількісної характеристики дисоціації електролітів використовують **ступінь дисоціації** (позначають грецькою літерою альфа α).

Ступінь дисоціації — це відношення числа молекул $N_{\text{дис.}}$, які розпалися на йони, до загального числа розчинених молекул $N_{\text{заг.}}$:

$$\alpha = \frac{N_{\text{дис.}}}{N_{\text{заг.}}}$$

Її можна виражати у відсотках:

$$\alpha = \frac{N_{\text{дис.}}}{N_{\text{заг.}}} \cdot 100\%$$

Якщо $\alpha = 0$, то дисоціація відсутня, а якщо $\alpha = 1$, або 100% , то електроліт повністю розпадається на йони. Наприклад, якщо $\alpha = 20\%$, то це означає, що зі 100 молекул електроліту 20 розпалося на йони. Ступінь дисоціації електроліту визначають дослідним шляхом.

Різні електроліти мають різний ступінь дисоціації. Дослід показує, що він залежить від природи розчиненої речовини, концентрації електроліту й від температури. Зі зменшенням концентрації

електроліту, тобто в разі розведення його водою, ступінь дисоціації завжди збільшується. Як правило, збільшується ступінь дисоціації й за підвищення температури.

СИЛЬНІ Й СЛАБКІ ЕЛЕКТРОЛІТИ

За ступенем дисоціації на йони електроліти почали ділити на сильні (повний розпад на йони) і слабкі (на йони розпадається тільки частина розчиненої речовини).



Якщо ступінь дисоціації менше 3%, то такий електроліт називають слабким, якщо більше 30% — сильним. Електроліти, ступінь дисоціації яких у межах від 3 до 30%, називають електролітами середньої сили.

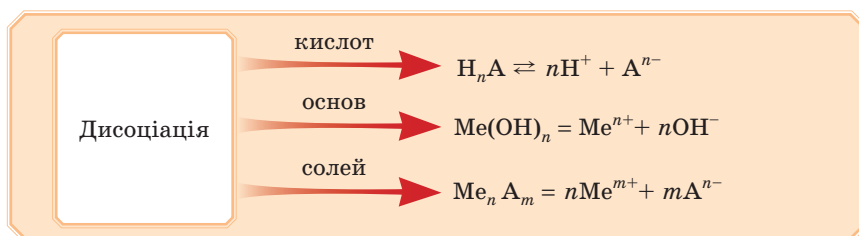
Таблиця 7

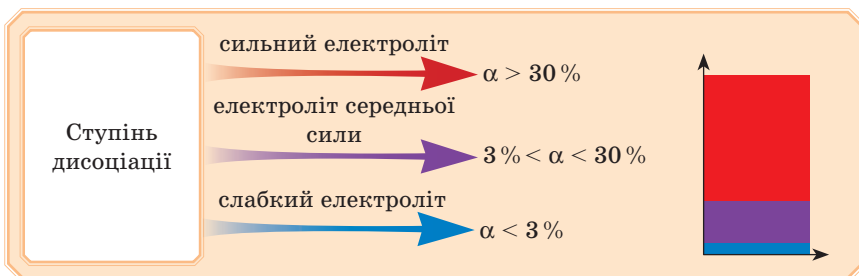
Сильні електроліти	Електроліти середньої сили	Слабкі електроліти
<ul style="list-style-type: none"> • Луги; • сильні кислоти (сульфатна, нітратна, хлоридна, йодидна); • більшість розчинних солей 	<ul style="list-style-type: none"> • Ортофосфатна кислота H_3PO_4, фторидна HF, нітритна HNO_2, сульфітна H_2SO_3, 	<ul style="list-style-type: none"> • Сульфідна H_2S, карбонатна H_2CO_3, силікатна H_2SiO_3, більшість органічних кислот; • малорозчинні солі й основи, амфотерні гідроксиди; • вода та ін.



З поняттям дисоціації пов'язано поняття про сильні й слабкі кислоти й луги. Чим більше в розчині йонів H^+ або OH^- , тобто чим сильніший електроліт, тим сильніша кислота або луг. Це стосується тільки водних розчинів.

Висновки:



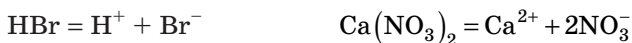


ВІДПОВІДІ НА ЗАВДАННЯ ПАРАГРАФА

Завдання 1



Завдання 2



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

141. Дайте визначення кислотам, основам, солям з точки зору електролітичної дисоціації.
142. Як ви розумієте вираз «ступінь дисоціації речовини дорівнює 35 %»? Це сильний або слабкий електроліт?
143. Які йони утворюються під час дисоціації солей?
144. Під час дисоціації деякої сполуки утворилися катіони H^+ і аніони. До якого класу неорганічних сполук належить ця речовина? Які аніони могли утворитися?
145. Під час дисоціації деякої сполуки утворилися аніони OH^- і катіони. До якого класу неорганічних сполук належить ця речовина? Які катіони могли утворитися?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

146. Запишіть рівняння дисоціації під час розчинення у воді таких речовин:

натрій сульфат, ферум(III) хлорид, барій гідроксид,
нітратна кислота, натрій карбонат, сульфідна кислота,
купрум(II) сульфат, калій гідроксид.

147. Перепишіть у зошит і заповніть таблицю, записавши відсутні катіони або аніони, які утворюються під час дисоціації речовини, або формулу речовини, яка під час дисоціації може утворити наведені йони (коефіцієнти не вказано):

Формула речовини	Катіони	Аніони
Na_2SO_4		
	K^+	NO_3^-
$\text{Ba}(\text{OH})_2$		OH^-
H_2SO_4		
	Fe^{3+}	SO_4^{2-}
$\text{Na}(\text{OH})$		
	H^+	PO_4^{3-}
	Ag^+	NO_3^-
Na_2CO_3		

148. У водному розчині містяться йони:

- H^+ , Cl^- , Na^+ , NO_3^- ;
- OH^- , K^+ , SO_4^{2-} , Li^+ ;
- Ba^{2+} , Cl^- , H^+ , NO_3^- .

Під час розчинення яких речовин вони могли утворитися?

149. Яку кількість речовини: а) натрій хлориду; б) магній хлориду потрібно взяти, щоб у розчині містилося стільки ж йонів Хлору, скільки їх утворюється під час розчинення 2 моль алюміній хлориду? Уважайте, що речовини дисоціюють повністю.

Підказка. Скільки йонів Хлору утворюється під час дисоціації 1 моль алюміній хлориду? Визначили? А під час дисоціації 2 моль? Тепер подумайте, скільки молів йонів Хлору утворюється під час дисоціації натрій хлориду й скільки молів його має продисоціювати.

Для допитливих

150. У скільки разів збільшився ступінь електролітичної дисоціації кислоти, якщо на початку в розчині з кожних 24 молекул кислоти розпадалося на йони 8, а після додавання води — 18 молекул кислоти?

151. Визначте ступінь електролітичної дисоціації кислоти, якщо з кожних 12 молекул її у водному розчині розпадаються 4.
152. У воді розчинили натрій гідроксид масою 5 г. Розрахуйте кількість речовини катіонів, що утворилися в розчині луку.
153. У воді розчинили натрій сульфат масою 14,2 г. Розрахуйте сумарну кількість речовини йонів, що містяться в розчині солі.
154. Розрахуйте кількість речовини катіонів Гідрогену, що містяться в розчині нітратної кислоти масою 100 г з масовою часткою кислоти 6 %, якщо ступінь дисоціації кислоти 98 %.

§ 12. ЙОННО-МОЛЕКУЛЯРНІ РІВНЯННЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ



— Як ти вважаєш, що в цій пляшечці?

— На ній є напис: КОН, значить, там калій гідроксид.

— Неправильно, КОН — тверда речовина, а тут безбарвна рідина.

— Ну, тоді вода й КОН.

— І знову ні. Ми ж вивчали, що КОН — сильний електроліт.

— Добре. Там вода, йони Калію й гідроксильної групи.

— Точно! А якщо я додам туди вміст цієї пляшечки, на якій написано HCl, то я додам...

— Воду та йони Гідрогену й Хлору.

— Правильно. Тепер ці йони будуть міститися разом у розчині, й між ними буде або не буде відбуватися хімічна взаємодія!

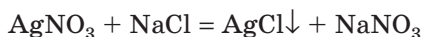


ЙОННІ РІВНЯННЯ РЕАКЦІЙ

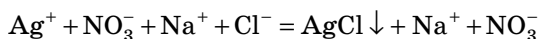
Змішуючи розчини речовин, ми маємо розуміти, що по суті в хімічну взаємодію будуть вступати йони, на які ці речовини дисоціювали. Тому, враховуючи дисоціацію електролітів у розчинах, рівняння багатьох реакцій можна записати в йонній формі. Таку форму запису називають **йонним рівнянням реакції**.

Йонне рівняння показує, які саме йони беруть участь у реакції.

Наприклад, змішаємо розчини аргентум(I) нітрату й натрій хлориду. Обидві солі розчинні, отже, вони присутні в розчині у вигляді йонів, а в результаті реакції утворюється нерозчинна речовина AgCl — на йони вона не розпадається.

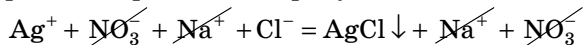


Запишемо, які йони ми змішали, зливши разом розчини, складемо рівняння:

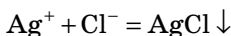


От це рівняння й називається **йонним**. Оскільки тут представлені всі йони, то його називають **повним йонним рівнянням**.

Суть реакції полягає в утворенні осаду AgCl внаслідок взаємодії йонів Ag^+ і Cl^- , тоді як йони Na^+ і NO_3^- залишаються в розчині й фактично не беруть участі в реакції. Йони, які не брали участі в хімічній реакції, прийнято скорочувати.



Тоді рівняння набуває такого вигляду:



Таке рівняння називають **скороченим йонним рівнянням**.

Йонні рівняння можна записувати до будь-яких хімічних реакцій, у яких беруть участь водні розчини речовин. Найповніше вони описують хімічні взаємодії, які належать до реакцій обміну.

Реакції йонного обміну — це реакції між йонами, які утворилися в результаті дисоціації електролітів.



Складаючи йонні рівняння реакцій, не забувайте після запису хімічного рівняння:

1. Визначити, які речовини дисоціюють, а які — ні.

- ✓ Нерозчинні у воді сполуки (у таблиці розчинності вони позначені літерою «н») майже не дисоціюють.*
- ✓ Також дисоціації не піддаються гази.

Приблизно на 556 000 000 недисоційованих молекул води дисоціює тільки 1 молекула.

* Речовини, позначені в таблиці розчинності як нерозчинні, дисоціюють, але в дуже малому ступені. Тому під час запису йонних рівнянь їх дисоціацією нехтують.

- ✓ Не записують у йонних рівняннях реакцій і дисоціацію води, тому що це речовина, яка дисоціює в незначній кількості.
- ✓ Якщо в таблиці розчинності в клітинці стоїть літера «р», то речовина, утворена цими йонами, дисоціює.



— Я вам ще скажу, що не треба писати дисоціацію простих речовин (не зрозуміло, на що вони взагалі можуть дисоціювати) і оксидів. Здається, це й так зрозуміло, але в мене у класі деякі учні роблять помилки.

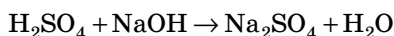
2. Розставити коефіцієнти.

Зверніть увагу, що ми будемо умовно записувати в йонних рівняннях дисоціацію слабких електролітів повністю.

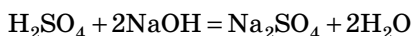
ПОРЯДОК СКЛАДАННЯ ЙОННИХ РІВНЯНЬ РЕАКЦІЇ

Зараз будемо вчитися складати йонні рівняння. Діємо поетапно.

1. Записуємо схему рівняння реакції в молекулярній формі:



2. Розставляємо коефіцієнти в схемі хімічної реакції:

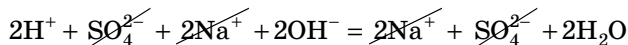


3. Перевіряємо, чи є серед реагентів або продуктів реакції такі, що мало дисоціюють, речовини, які випадають в осад, або гази. Осади позначаємо стрілкою вниз, гази — стрілкою вгору. У наведеному рівнянні є сполука, що мало дисоціює, — вода, значить, H_2O записуємо в молекулярній формі, а інші речовини — у вигляді йонів. Отримуємо повне йонне рівняння:



Увага! Коефіцієнт, який стоїть перед формулою, має відношення до всіх елементів, що входять до складу речовини. Так, коефіцієнт 2 перед NaOH показує, що в реакції бере участь 2 моль речовини, відповідно, під час дисоціації утворюється 2 моль йонів Na^+ і 2 моль йонів OH^- .

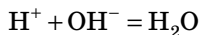
- ♦ Виключаємо з обох частин йонного рівняння однакові (тобто такі, що не беруть участі в реакції) йони:



- ♦ Перепишемо йони, що залишилися:



Скорочуємо коефіцієнти:

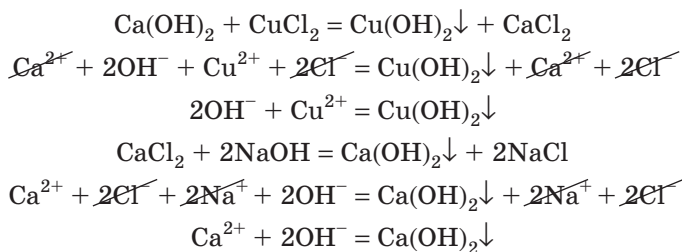


Це скорочене йонне рівняння.

4. Малорозчинні речовини (у таблиці розчинності літера «м») можуть бути в розчині й у вигляді йонів, і у вигляді осаду. Як же його записувати?

Як правило, якщо малорозчинна речовина утворюється в результаті реакції, то під час запису йонного рівняння її вважають нерозчинною та, відповідно, у вигляді йонів не записують. Якщо ця речовина вступає в хімічну реакцію, то, залежно від взаємодії, її можна записувати або у вигляді йонів, або в недисоційованому вигляді.

Наприклад, згадайте, що нерозчинні основи не реагують із солями. Тому якщо ви запишете рівняння реакції взаємодії кальцій гідроксиду з купрум(II) хлоридом і сподіваєтеся одержати купрум(II) гідроксид, то кальцій гідроксид у йонному рівнянні слід записувати у вигляді йонів. У реакції буде брати участь тільки розчинна частина цієї сполуки. Якщо кальцій гідроксид утворюється в результаті реакції, то його враховують як осад.



Зверніть увагу, що для отримання осаду $\text{Ca}(\text{OH})_2$ потрібні досить значні концентрації реагентів.



Якщо ви хочете з'ясувати, чи правильно ви написали рівняння, то подивіться спочатку на скорочене йонне рівняння: якщо число атомів елементів зліва і справа однакове і сума зарядів йонів зліва дорівнює сумі зарядів йонів справа, то є надія, що правильно записано й повні йонні та молекулярні рівняння. Але перевірити їх також треба.

✎ Мозковий штурм ✎

Напишіть молекулярні, повні та скорочені йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії бромідної кислоти й барій гідроксиду, ортофосфатної кислоти й калій гідроксиду. Чому йонні скорочені рівняння однакові? Чому ці реакції відносять до реакцій нейтралізації?

Відповідь дивіться наприкінці параграфа.

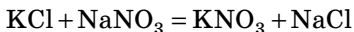
УМОВИ НЕОБОРОТНОСТІ РЕАКЦІЙ ЙОННОГО ОБМІНУ

Якщо реагенти і продукти реакції добре розчинні, то вони існують тільки у вигляді йонів.

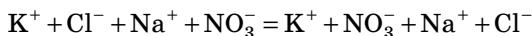
Таким чином, якщо в розчині весь час містяться одні й ті самі йони, хімічна реакція не відбувається.

Якщо в хімічній реакції обміну у водному розчині **не утворюються** нерозчинні речовини, гази і речовини, які мало дисоціюють, то **реакція не відбувається**.

Наприклад:



Запишемо йонне рівняння:



У цьому рівнянні всі йони зліва і справа однакові, нових речовин не утворюється, значить, реакція не відбувається. Всі йони вільно переміщуються в розчині. Але якщо воду випарити, то йони, з'єднавшись випадковим чином, утворюють чотири солі: KCl, NaNO₃, KNO₃ і NaCl.

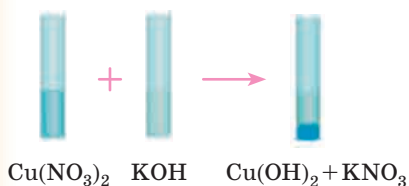
Якщо в хімічній реакції обміну у водному розчині беруть участь нерозчинні речовини, гази, речовини, які мало дисоціюють, наприклад вода, то **хімічна реакція відбувається до кінця**.

Розглянемо докладніше такі хімічні реакції.

1. Реакції, які відбуваються з утворенням осаду (↓)

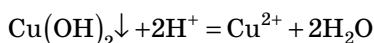
Лабораторний дослід

«Реакції обміну між електролітами у водних розчинах, що супроводжуються випаданням осаду»



До 1–2 мл прозорого блакитного розчину $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ додамо невелику кількість розчину калій гідроксиду. Відразу випадає блакитний осад $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Напишіть самі йонні рівняння.

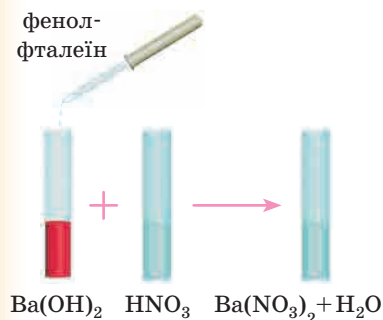
Реакції відбуваються до кінця, якщо осад розчиняється:



2. Реакції, які відбуваються з утворенням речовини, що мало дисоціює (H_2O)

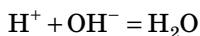
Лабораторний дослід

«Реакції обміну між електролітами у водних розчинах, що супроводжуються утворенням води»



До 1–2 мл прозорого безбарвного розчину барій гідроксиду додамо невелику кількість розчину фенолфталеїну. Розчин стає малиновим. Додамо декілька крапель розчину нітратної кислоти. Забарвлення зникло.

Поясніть явища, які спостерігаєте. Напишіть самі повне йонне рівняння.



Як називається ця реакція?

3. Реакції, які відбуваються з утворенням газу (↑)

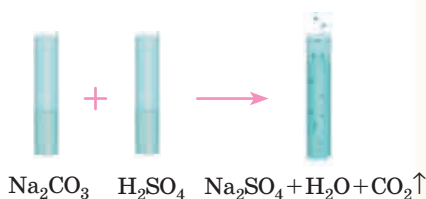
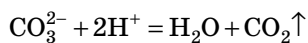
Лабораторний дослід

«Реакції обміну між електролітами у водних розчинах, що супроводжуються виділенням газу»

До 1–2 мл прозорого розчину натрій карбонату додамо невелику кількість розчину сульфатної кислоти.

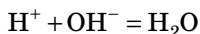
Спостерігаємо виділення газу.

Напишіть самі повне йонне рівняння.



ВЗАЄМОДІЯ ЙОНІВ

Чи можна було для демонстрації досліді 2 взяти іншу кислоту й інший луг? Давайте візьмемо хлоридну кислоту й калій гідроксид (або інші кислоти і луг на ваш розсуд). Напишіть рівняння в повній і скороченій йонній формах для цієї реакції. Ну що? Скорочене йонне рівняння все одно таке саме:



Згадайте, на початку параграфу ми говорили, що йонні рівняння показують суть реакції. Суть реакції нейтралізації — взаємодія йонів H^+ і OH^- , їх взаємна нейтралізація, яку описує рівняння $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$. Інші катіони й аніони просто не беруть участі в реакції.

Виходячи із цього, наприклад, спробуйте відповісти на запитання: Які речовини можна взяти, щоб одержати осад аргентум(I) хлориду?

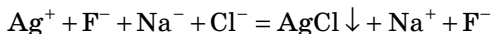
Якщо не виходить, працюємо разом.

Запишемо скорочене йонне рівняння: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$

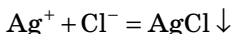
Нам потрібні йони Аргентуму. Де їх узяти? Потрібна будь-яка розчинна сполука Аргентуму. Дивимось в таблицю розчинності. У стовпчику з йоном Ag^+ розчинний AgF . Тепер потрібна будь-яка

розчинна сполука з йонами Хлору. Дивимось рядок у таблиці розчинності з іоном Cl^- . Тут багато розчинних сполук. Візьмемо NaCl . Отже, молекулярне рівняння: $\text{AgF} + \text{NaCl} = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaF}$

Повне йонне рівняння:



Скорочене йонне рівняння:



Під час проведення цієї реакції ми можемо замінити реактиви, наприклад, узяти AgNO_3 і CaCl_2 і також одержувати осад AgCl .

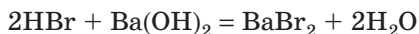
Робимо висновки:

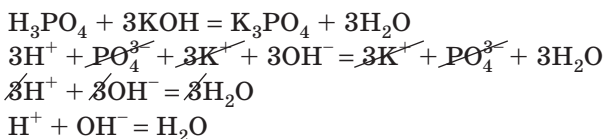
Йонні рівняння показують взаємодію між йонами

Умови перебігу йонних реакцій до кінця

осад	газ	вода

ВІДПОВІДІ НА ЗАВДАННЯ ПАРАГРАФА





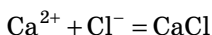
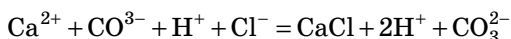
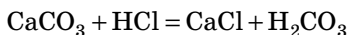
Ці реакції відносять до реакцій нейтралізації тому, що йони H^+ , які обумовлюють кислотне середовище, взаємодіючи з йонами OH^- , які обумовлюють лужне середовище, утворюють воду — нейтральне середовище.

ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

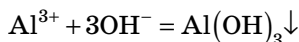
155. Які рівняння називають повними йонними? скороченими йонними?
156. Як визначити, розпадається речовина на йони чи ні?
157. За яких умов реакція обміну у водному розчині неможлива?
158. За яких умов реакції обміну у водних розчинах електролітів відбуваються до кінця?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

159. Визначте схему реакції йонного обміну у водному розчині, що відбувається до кінця. Запишіть відповідні молекулярні та йонні рівняння:
 - а) $\text{AgNO}_3 + \text{HF} \rightarrow$
 - б) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgCl}_2 \rightarrow$
 - в) $\text{HNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
 - г) $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$
160. Запишіть молекулярні, повні й скорочені йонні рівняння реакцій, які відбуваються між розчинами таких речовин: NaOH і CuSO_4 ; BaCl_2 і H_2SO_4 ; AgNO_3 і NaCl ; CaCO_3 і HCl .
161. Дано скорочені йонні рівняння реакцій:
 - а) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$
 - б) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 - в) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 - г) $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S} \uparrow$
 Напишіть молекулярні рівняння, які їм відповідають.
162. У запропонованих рівняннях знайдіть помилки. Перепишіть рівняння без помилок.



163. Дано скорочене йонне рівняння реакції: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
Напишіть не менше трьох молекулярних рівнянь, які відповідають цьому скороченому йонному рівнянню.
164. Укажіть правильний запис рівняння реакцій між розчинами калій карбонату й кальцій нітрату в повній йонній формі:
- $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{KNO}_3$
 - $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^- = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$
 - $2\text{K}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^- = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$
 - $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3\downarrow$
165. Визначте речовини, реакція між якими в розчині відповідає скороченому йонному рівнянню, запишіть молекулярне і повне йонне рівняння:



- Алюміній нітрат і калій гідроксид;
 - алюміній і вода;
 - алюміній сульфат і купрум(II) гідроксид;
 - алюміній оксид і калій гідроксид.
166. Напишіть рівняння **можливих** реакцій у молекулярній і йонній формах між розчинами:
- барій гідроксиду та йодидної кислоти;
 - барій гідроксиду й сульфатної кислоти;
 - барій нітрату й натрій карбонату;
 - калій йодиду й аргентум(I) флуориду;
 - натрій карбонату й сульфатної кислоти;
 - цинк нітрату й літій гідроксиду;
 - алюміній сульфату й натрій ортофосфату;
 - літій гідроксиду й сульфатної кислоти;
 - літій нітрату й калій ортофосфату.

Для допитливих

167. Розташуйте схеми хімічних рівнянь реакцій у такій послідовності: реакція обміну між електролітами не відбувається до кінця → реакція обміну між електролітами з утворенням осаду → реакція обміну між електролітами з утворенням тільки слабого електроліту (води) → реакція обміну між електролітами з утворенням газоподібного продукту реакції.
- $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 - $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow$
 - $\text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$
 - $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow$

168. До розчину суміші двох солей додали надлишок хлоридної кислоти. Після закінчення реакції в розчині крім йонів Cl^- виявилися тільки йони Na^+ . Які солі могли міститися у вихідному розчині? Відповідь підтвердьте рівняннями реакцій.
169. Напишіть рівняння реакцій, з допомогою яких можна здійснити такі перетворення: $\text{CaO} \rightarrow \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+}$
170. Було проведено такий дослід. У банку налили розчин купрум(II) сульфату й занурили два електроди та підключили електричну лампочку. Після підключення до системи джерела електричного струму лампочка почала світитися. Чому? Доведіть свою думку відповідним рівнянням реакції дисоціації. Потім по краплях почали додавати розчин барій гідроксиду. Поступово, з додаванням лугу, лампа світила дедалі слабше й через деякий час зовсім згасла. Поясніть спостереження. Доведіть свою думку відповідним рівнянням реакції в повній і скороченій йонній формах.

§ 13. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ. ПОНЯТТЯ ПРО pH РОЗЧИНУ



— І про що ти думаєш, дивлячись на ці пробірки?

— Вони всі з водою!

— Ну звичайно, ні. Ти думаєш, якщо прозора безбарвна рідина — то це обов'язково вода? Тут тільки в першій пробірці вода, у другій — розчин натрій хлориду, а в третій — розчин натрій сульфату. От мені треба якось визначити, що де міститься. Але я не знаю як, бо рідини однакові.

— Це дуже просто! Треба знати якісні реакції.

— А що таке якісні реакції?

— Зараз дізнаєшся.



Хіміки часто мають потребу визначити склад речовини. Якщо речовина електроліт, то завдання зводиться до визначення йонів, на які дисоціює ця речовина в розчині. Для цього існують якісні реакції.

Якісними називають такі реакції, з допомогою яких можна визначити, атоми або групи атомів яких елементів входять до складу речовини.

Для електролітів це визначення буде звучати так:

Якісними називають такі реакції, з допомогою яких можна визначити, **які йони** входять до складу речовини.

У результаті якісної реакції повинна утворюватися речовина зі специфічними властивостями, не схожа на інші. Наприклад, для якісного визначення йонів Cl^- використовують йони Ag^+ , тому що осад AgCl , який утворюється, досить специфічний, не схожий на інші: це білий сирнистий (або пластівчастий) осад. Жодний інший осад так не виглядає.

Розберемо деякі якісні реакції на йони, які містяться у водному розчині.

ВИЗНАЧЕННЯ ЙОНІВ H^+ І OH^-

Ці йони, як ви знаєте, утворюються в результаті дисоціації кислот або лугів відповідно.

Наявність у розчині йонів Гідрогену, які обумовлюють кислотне середовище, та гідроксид-іонів, які обумовлюють лужне середовище, можна виявити з допомогою індикаторів — речовин, що змінюють забарвлення залежно від кислотності й лужності середовища (табл. 8).

Таблиця 8

Зміна кольору індикаторів у різних середовищах

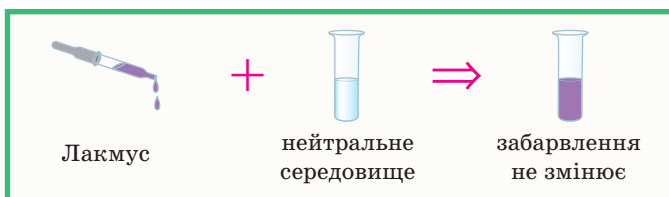
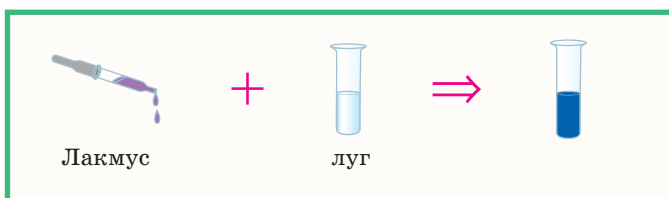
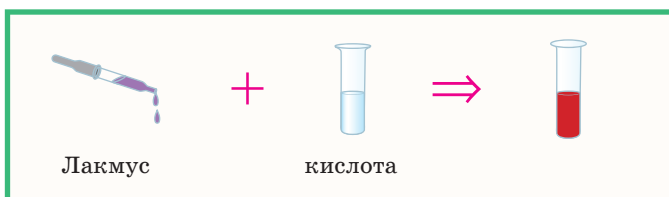
Середовище	Фенолфталеїн	Фіолетовий лакмус	Метилоранж	Універсальний індикаторний папір
Кислотне	Безбарвний	Червоний	Червоний	Червоний
Нейтральне	Безбарвний	Фіолетовий	Жовто-гарячий (помаранчевий)	Жовтий
Лужне	Малиновий	Синій	Жовтий	Синій

Лабораторний дослід «Виявлення йонів Гідрогену та гідроксид-іонів у розчинах»

Візьмемо три пробірки. У першу наллємо 1–2 мл розчину кислоти, у другу — стільки ж розчину лугу, у третю — води.



Додамо в кожен пробірку по кілька крапель розчину лакмусу. Спостерігаємо зміну кольору розчинів: лакмус у кислотному середовищі стає червоним, у лужному — синім, а в нейтральному середовищі забарвлення лакмусу залишається фіолетовим.



Поясніть зміну кольору. Чому неважливо, розчин якої кислоти й лугу ми використовуємо?

ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК рН

Для кількісного визначення кислотності (або лужності) розчину (часто говорять «середовища») використовують водневий показник — рН («пе аш»). Кожне значення рН відповідає певному вмісту катіонів Гідрогену в 1 л розчину.

У розчинах кислот уміст катіонів Гідрогену збільшується, а уміст гідроксид-іонів зменшується, у розчинах лугів спостерігається зворотна картина. Відповідно до цього змінюється й значення водневого показника (рН).

За кімнатної температури в нейтральних розчинах $\text{pH} = 7$, в кислотних розчинах $\text{pH} < 7$, а в лужних $\text{pH} > 7$. Приблизно значення рН водного розчину можна визначити з допомогою індикаторів.



Наприклад, метиловий оранжевий за $\text{pH} < 3,1$ має червоний колір, а за $\text{pH} > 9,4$ — жовтий; лакмус за $\text{pH} < 6,1$ — червоний, а за $\text{pH} > 8$ — синій і т. д.

Спробуйте самі визначити середовище за таких значень рН. Більш точно (до сотих часток) значення рН можна визначити з допомогою спеціальних приладів — рН-метрів.

Дізнайтеся більше

Значення рН часто вказують на етикетках мийних косметичних засобів. Це важливо, тому що в нас на шкірі й волоссі в нормі дуже слабкокислое середовище, тому постійне використання мийних засобів з $\text{pH} > 7$ (лужне середовище) призводить до погіршення стану шкіри й волосся. А от прати сильно забруднені речі краще в слабколужному середовищі.

У кислому середовищі гірше розвиваються гнильні бактерії, тому під час консервування овочів у банки додають оцтову кислоту.

У нашому організмі різні тканини мають різне значення рН. Це необхідна умова для нормальної роботи організму.

Лабораторний дослід «Встановлення приблизного значення рН води і різних розчинів з допомогою універсального індикатора»



Підготуйте пробірки: з дистильованою водою, з розчинами натрій гідроксиду, хлоридної кислоти, харчової соди, мийного засобу для посуду, господарського й дитячого мила, засобу для прання. Усі розчини з масовою долею розчиненої речовини — приблизно 10%. Опустіть у кожен пробірку смужку індикаторного паперу, вийміть його й порівняйте отриманий колір зі зразком на упаковванні паперу.

Визначте приблизне значення рН, укажіть середовище кожного розчину.

Дізнайтеся більше

Для дощової води середнє значення рН дорівнює 5,6. У випадку, коли рН опадів менше 5,6, говорять про кислотні дощі. Сполуками, що призводять до зниження рівня рН в опадах, є оксиди Сульфуру, Нітрогену, гідроген хлорид і леткі органічні сполуки.

Підвищена кислотність опадів призводить до пригнічення життя рослин і тварин, руйнування ґрунтів, а також будівель.

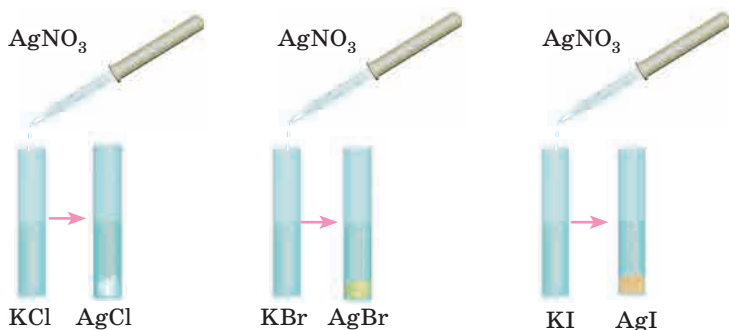
ВИЗНАЧЕННЯ ЙОНІВ Cl^- , Br^- , I^-

Для якісного визначення цих трьох йонів необхідний реагент, який містить йони Ag^+ .

**Лабораторний дослід
«Виявлення хлорид-іонів, бромід-іонів і йодид-іонів у розчині»**



Візьміть 3 пробірки й налійте: в першу — 1–2 мл розчину хлориду, наприклад натрій хлориду або хлоридну кислоту, у другу — розчин броміду, наприклад калій броміду, у третю — йодиду, наприклад калій йодиду. У кожен пробірку додайте по декілька крапель розчину аргентум(I) нітрату. Що спостерігаєте?



Чи можна було взяти інші розчинні хлориди, броміди, йодиди? Чому?

Додайте в кожну пробірку по кілька крапель розчину нітратної кислоти.

Зверніть увагу: осади не розчиняються.

Як ви вже помітили, характерною рисою є структура осадів — вони сирнисті, пластівчасті.

А от колір змінюється зі зміною йона галогену: AgCl — білий, AgBr — жовтуватий, AgI — жовтувато-коричневий.

Напишіть молекулярні, повні й скорочені йонні рівняння реакцій, які були здійснені в цьому досліді.

ВИЗНАЧЕННЯ ЙОНІВ SO_4^{2-} У РОЗЧИНІ

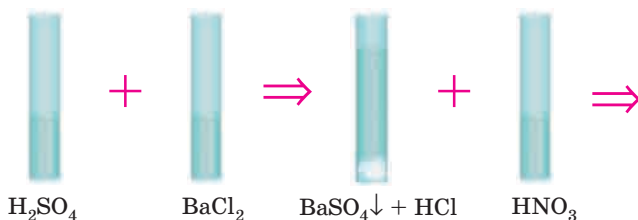
Якісним реактивом на йони SO_4^{2-} є йони Ba^{2+} .

Лабораторний дослід «Виявлення сульфат-іонів у розчині»

У пробірку налийте 1–2 мл розчину сульфатної кислоти або будь-якого сульфату. Додайте трохи розчину солі Барію або барій гідроксиду. Розчин відразу стає білим, як молоко. Це утворився білий порошокподібний осад BaSO_4 . Він досить швидко осідає на дно пробірки.

Додамо в пробірку розчин нітратної кислоти. Осад не розчиняється.





На перший погляд, утворення білого порошкоподібного осаду можливе в різних реакціях. Що ж тут незвичайного? Чому ця реакція якісна? Виявляється, BaSO_4 не розчиняється в кислотах (ми це перевірили). От такий цей осад.

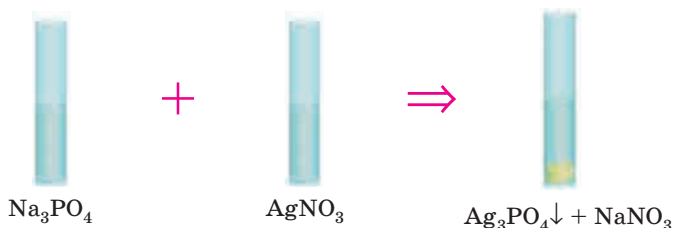
Напишіть молекулярні, повні й скорочені йонні рівняння реакції, яку було здійснено в цьому досліді.

ВИЗНАЧЕННЯ ЙОНІВ PO_4^{3-} У РОЗЧИНІ

Для визначення цих йонів потрібен якісний реактив, який містить йони Ag^+ .

Лабораторний дослід «Виявлення ортофосфат-іонів у розчині»

У пробірку налейте 1–2 мл розчину ортофосфатної кислоти або будь-якого ортофосфату. Додайте трохи розчину аргентум(I) нітрату. Випадає красивий жовтий осад.



Йони Ag^+ , як ми вже знаємо, утворюють жовтуватий осад з йонами Br^- . Але в цьому випадку осад не пластівчастий, а порошкоподібний, та й колір інший — яскравіший.

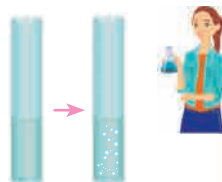
Напишіть молекулярні, повні й скорочені йонні рівняння реакції, яку було здійснено в цьому досліді.

ВИЗНАЧЕННЯ ЙОНІВ CO_3^{2-} У РОЗЧИНІ

Для визначення цих йонів якісним реактивом може бути розчин будь-якої сильнішої кислоти.

Лабораторний дослід «Виявлення карбонат-іонів у розчині»

У пробірку налийте 1–2 мл розчину будь-якого карбонату. Додайте акуратно трохи хлоридної кислоти. Активно виділяються бульбашки газу.



Що це за газ? Як він утворився?

Карбонатна кислота, яка утворює карбонати, дуже нестійка й під час виділення моментально розкладається на вуглекислий газ і воду. У такому випадку ми спостерігаємо виділення CO_2 .

Напишіть молекулярні, повні й скорочені йонні рівняння реакції, що було проведено в цьому досліді.

Тепер із допомогою якісних реакцій ми можемо відрізнити різні речовини, які навіть зовні майже однакові, наприклад натрій карбонат від натрій сульфату.

У таблиці 9 наведено якісні реакції на деякі аніони.*

Таблиця 9

Якісні реакції на аніони

Аніон	Реагент	Рівняння реакції	Спостережувані явища
Cl^-	Ag^+	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$	Білий сирнистий осад
Br^-	Ag^+	$\text{Ag}^+ + \text{Br}^- = \text{AgBr} \downarrow$	Жовтуватий сирнистий осад
I^-	Ag^+	$\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI} \downarrow$	Жовтувато-коричневий сирнистий осад
CO_3^{2-}	H^+	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	Виділяється газ

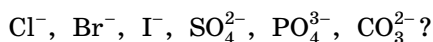
* Якісні реакції на деякі катіони див. у додатку на с. 300.

Закінчення табл. 9

Аніон	Реагент	Рівняння реакції	Спостережувані явища
OH^-	Метилоранж	Зміна кольору індикатора	Жовто-гаряче забарвлення змінюється на жовте
	Лакмус	Зміна кольору індикатора	Фіолетове забарвлення змінюється на синє
	Фенолфталеїн	Зміна кольору індикатора	З'являється малинове забарвлення
S^{2-}	Cu^{2+} або Pb^{2+}	$\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$ $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS} \downarrow$	Чорний осад
SO_3^{2-}	H^+	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$	Характерний запах або почервоніння вологого лакмусового паперу
SO_4^{2-}	Ba^{2+}	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$	Білий осад, не розчинний ані у воді, ані в кислотах
SiO_3^{2-}	H^+	$\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$	Білий драглистий осад
PO_4^{3-}	Ag^+	$3\text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} = \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$	Жовтий осад

ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

171. Які реакції називають якісними? Чому?
172. Як визначити йони H^+ і OH^- у розчині?
173. Охарактеризуйте поняття «водневий показник» і з'ясуйте його значення.
174. Наведіть приклади розчинів з різним показником рН.
175. Які йони необхідні для визначення йонів:



ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

176. Напишіть у молекулярній і йонній формах рівняння якісних реакцій, з допомогою яких можна виявити в розчині йони:



Поясніть ваші відповіді.

177. Як розчином однієї солі розрізнити водні розчини $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ і HCl ? Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій у молекулярній і йонній формах, укажіть явища, що їх супроводжують.

178. Якого забарвлення набуде розчин лакмусу, який долили до розчину, що утворився після закінчення реакції між 1,5 моль хлороводню і 2 моль калій гідроксиду? Поясніть ваше рішення.

179. Яка кількість речовини солі та який об'єм водню утвориться під час взаємодії цинку з 200 г 22% -го розчину хлоридної кислоти?

180. До розчину, що містить суміш карбонату і натрій гідроксиду, спочатку додали надлишок розчину барій нітрату, а потім — сульфатної кислоти. Які йони залишились у розчині? Напишіть рівняння реакцій.

181. До розчину, який містить суміш калій сульфату і натрій хлориду, спочатку додали надлишок розчину хлоридної кислоти, а потім — аргентум(I) нітрату. Які йони залишились у розчині? Відповідь підтвердіть рівняннями реакцій.

Для допитливих

182. Мінерал гідрогаліт має у складі йони Натрію. Під час розчинення 9,4 г цього мінералу в 100 мл води отримали розчин з масовою часткою розчиненої речовини 5,35%. Під час дії аргентум(I) нітрату на цей розчин утворюється білий сирнистий осад.

Визначте з допомогою розрахунків формулу мінералу.

183. Білі кристали солі А після додавання краплі води перетворюються на сині кристали солі Б, які повністю розчиняються у воді з утворенням блакитного розчину В. Якщо до розчину В додати розчин натрій гідроксиду, випадає блакитний осад Г, а після додавання розчину барій хлориду випадає білий осад Д, який не розчиняється в розчині кислот. Визначте речовини А, Б, В, Г, Д.

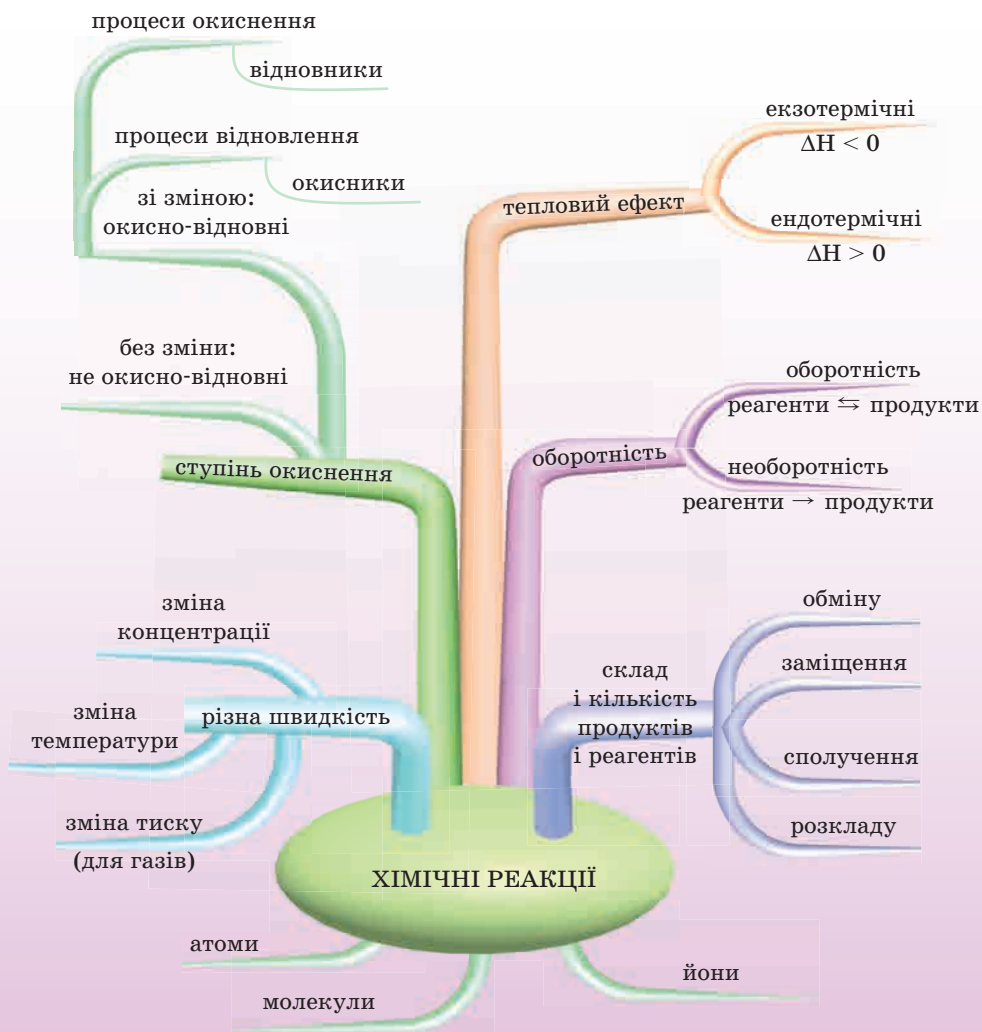
184. Невелику кількість речовини Х блідо-зеленого кольору було поміщено в пробірку й розчинено у воді. Отриманий розчин

розділили на дві частини. Після додавання до розчину першої пробірки — розчину натрій гідроксиду — випав осад брудно-зеленого кольору; до розчину другої пробірки — розчину барій нітрату — випав білий осад, що не розчиняється в розчинах кислот. Визначте формулу речовини X, якщо відомо, що вона є кристалогідратом, масова частка двовалентного металу в якому дорівнює 20,14 %, а в його безводній солі — 36,8 %.

185. Натрій масою 0,23 г розчинили у воді масою 180 г. Обчисліть масову частку лугу в розчині, що утворився.
186. До розчину масою 1000 г з масовою часткою купрум(II) сульфату 16 % додали надлишок розчину калій гідроксиду. Обчисліть масу блакитного осаду, що утворився після реакції.
187. До розчину сульфатної кислоти масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 4,9 % додали надлишок розчину барій хлориду. Обчисліть масу білого осаду, що утворився після реакції.
188. До розчину нітратної кислоти масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 6,3 % додали розчин натрій гідроксиду до повної нейтралізації кислоти. Обчисліть масу солі, що утворилася після реакції. Яку масу розчину лугу з масовою часткою натрій гідроксиду 4 % треба взяти для нейтралізації кислоти?
189. Обчисліть масу й об'єм води, яку необхідно додати до літій оксиду масою 15 г, щоб одержати розчин лугу з масовою часткою розчиненої речовини 10 %.

3

ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ



§ 14. КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ



Ви вже вивчаєте хімію третій рік і знаєте чимало рівнянь хімічних реакцій. У природі їх існує кілька десятків мільйонів. Деякі з них використовують на виробництвах, з їх допомогою одержують різні речовини.

Хімічні реакції дуже різні. В одних реакціях тепло виділяється, під час проведення інших, навпаки, поглинається. Є реакції, під час яких змінюється ступінь окиснення елементів. Є такі, що відбуваються одночасно в протилежних напрямках, і багато інших.

Звичайно, для зручності розуміння хімічних процесів усі ці реакції треба розділити на групи — класифікувати. Але під час класифікації вчені зіткнулися з проблемою: вони не могли класифікувати всі хімічні реакції за однією ознакою. Довелося розробити кілька класифікацій.

КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ЗА КІЛЬКІСТЮ Й СКЛАДОМ РЕАГЕНТІВ ТА ПРОДУКТІВ РЕАКЦІЙ

Згідно з цією класифікацією, виділяють чотири типи реакцій: сполучення, розкладу, обміну, заміщення. Ми їх вивчали, а тепер узагальнимо отримані знання.

1. Реакції сполучення

Згадайте, які реакції так називають. Звичайно, ті, в яких із декількох речовин утворюється одна. От приклад: одержання оксидів із простих речовин.

Дослід «Реакція сполучення з киснем»



Розжаримо мідний дріт у полум'ї. Розглянемо його. Кінець дроту, який був у полум'ї, став чорним. Це утворився купрум(II) оксид чорного кольору. Напишіть самі рівняння реакції.



У цю реакцію сполучення вступали прості речовини — кисень і мідь. Але можуть вступати й складні.

Дослід «Реакція сполучення оксиду з водою»

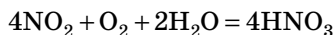
Помістимо у воду трохи кальцій оксиду. Відбувається активне розігрівання ємності, в якій перебігає хімічна реакція. Утворюється кальцій гідроксид.



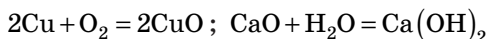
Як визначити, що утворився саме луг? Здогадалися? Ну звичайно, індикатором. Наприклад, фенолфталеїном, який змінить забарвлення на малинове.

Напишіть самі рівняння реакції.

У реакцію сполучення може вступати не тільки дві, але й більше речовин.



Ось рівняння реакцій до наших попередніх дослідів:



Якщо ви написали їх самі, то ви молодці.

Реакції сполучення — це реакції, в результаті яких із двох і більше речовин утворюється одна.

Схема реакцій сполучення: $\boxed{\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}}$

2. Реакції розкладу

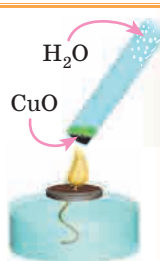
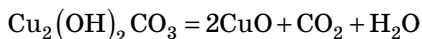
У реакціях розкладу речовини, природно, розкладаються. Розпадатися можуть тільки складні речовини, звідси визначення:

Реакції розкладу — це реакції, в результаті яких одна складна речовина розкладається на дві й більше речовин.

Схема реакцій розкладу: $\boxed{\text{C} \rightarrow \text{A} + \text{B}}$

Дослід «Реакція розкладу»

Помістимо у пробірку ніжно-зелений порошок малахіту — $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ і нагріємо. Зелена речовина перетворилася на чорну, на стінках пробірки видно краплі води. Це розклався малахіт:



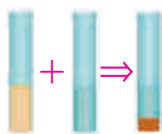
У цьому досліді з однієї речовини утворюються три, причому одна — тверда CuO , друга — рідка H_2O і третя — газоподібна CO_2 . Звичайно, це реакція розкладу.

3. Реакції обміну

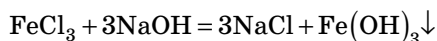
Виходячи з назви реакції зрозуміло, що складні речовини, які вступають у хімічну реакцію, обмінюються своїми складовими частинами (атомами, йонами, групами атомів). У результаті реакції утворюються теж складні речовини. Не забувайте, що ці реакції, якщо вони відбуваються у водних розчинах, мають відповідати умовам, за яких вони відбуваються до кінця (утворюються осад, газ, вода).

Дослід «Реакція обміну»

До 1–2 мл розчину ферум(III) хлориду додамо стільки ж розчину натрій гідроксиду. Відразу утворюється щільний осад бурого кольору.



Запишемо рівняння реакції до цього досліді й звернемо увагу на обмін йонами:

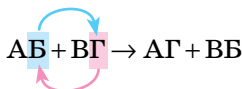


▼ **Завдання 1.** Запишіть самостійно рівняння реакції з досліді в йонній формі.

Відповідь дивіться наприкінці параграфа.

Реакції обміну — це реакції, під час яких складні речовини обмінюються своїми складовими частинами (атомами, групами атомів, йонами).

Схема реакції обміну:

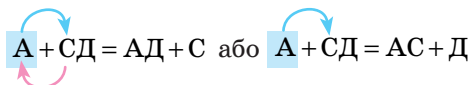


У цих реакціях катіони або аніони міняються місцями.

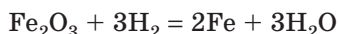
4. Реакції заміщення

У реакціях заміщення прості речовини заміщують катіони, аніони або атоми в складних речовинах.

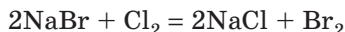
Схема реакції заміщення:



Головне запам'ятати, що в реакцію вступають проста й складна речовини й утворюються теж проста й складна речовини. Наприклад, відновлення заліза з оксиду:



або витиснення менш активного галогену більш активними:



Дослід «Реакція заміщення»



У розчин купрум(II) сульфату помістимо залізну скріпку.

Через якийсь час на скріпці утворюється рожевий наліт міді.



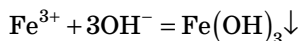
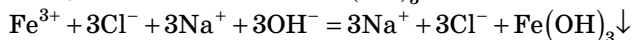
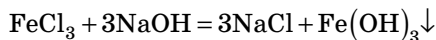
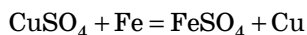
Завдання 2. Напишіть самі рівняння реакції до цього досліді.

Відповідь дивіться наприкінці параграфа.

Існують також інші класифікації хімічних реакцій. Із ними ми ознайомимося далі.

Таким чином, реакції за кількістю й складом реагентів та продуктів реакції класифікують так:



ВІДПОВІДЬ НА ПИТАННЯ ПАРАГРАФА**Завдання 1****Завдання 2****ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ**

190. Які типи хімічних реакцій виділяють під час класифікації за кількістю й складом реагентів та продуктів реакцій?
191. Які реакції називають реакціями сполучення? Наведіть приклади.
192. Які реакції називають реакціями розкладу? Наведіть приклади.
193. Які реакції називають реакціями заміщення? Наведіть приклади.
194. Які реакції називають реакціями обміну? Наведіть приклади.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

195. Доберіть коефіцієнти у схемах реакцій, укажіть їхні типи:
- 1) $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 - 2) $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
 - 3) $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$
 - 4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$
 - 5) $\text{NiCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NaCl}$
 - 6) $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3$
 - 7) $\text{CuCO}_3 \rightarrow \text{CuO} + \text{CO}_2$
 - 8) $\text{AgNO}_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ag}$
196. Наведіть не менше двох прикладів реакцій:
- | | |
|----------------|---------------|
| а) сполучення; | в) заміщення; |
| б) розкладу; | г) обміну. |
197. Закінчіть рівняння реакцій:
- $$\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \dots$$
- $$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \dots$$
- $$\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \dots$$

До якого типу належать ці реакції? Яка маса води утворюється в кожному рівнянні, якщо буде розкладатися по 100 г кожної речовини?

198. У реакцію сполучення вступають:

- а) водень і літій;
- б) кисень і кремній;
- в) фосфор і алюміній.

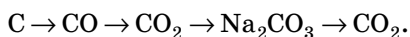
Напишіть рівняння реакцій, назвіть продукти. Розрахуйте кількість речовини кожного реагенту, необхідного для одержання 0,5 моль продукту в кожній реакції.

199. Який об'єм водню (н. у.) виділиться, якщо 97,5 г цинку розчинити в надлишку хлоридної кислоти? До якого типу належить ця реакція?

200. Натрій масою 34,5 г помістили у воду. Який об'єм водню за н. у. при цьому утворився? До якого типу належить ця реакція?

201. Як одержати купрум(II) гідроксид із міді? Напишіть рівняння відповідних реакцій. Укажіть їхні типи. Яка кількість речовини гідроксиду утворюється з 1 моль міді?

202. Напишіть рівняння реакцій, з допомогою яких можна здійснити такі перетворення, укажіть їхні типи:



Який об'єм CO_2 за н. у. можна одержати із 66 г вуглецю?

§ 15. ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ. ПРОЦЕСИ ОКИСНЕННЯ, ВІДНОВЛЕННЯ; ОКИСНИКИ, ВІДНОВНИКИ



— Я знайшов от таке рівняння реакції:



Скажи, до якого типу реакцій воно належить?

— Це рівняння реакції не можна класифікувати так, як ми вивчали. Це окисно-відновна реакція. От зараз ми й будемо їх вивчати.



ЗНАЙОМИМОСЯ З ОКИСНО-ВІДНОВНИМИ РЕАКЦІЯМИ

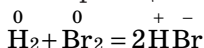
Окисно-відновні реакції — це такі реакції, під час яких змінюються ступені окиснення елементів.

Це означає, що під час перебігу цих реакцій відбувається не тільки обмін атомами, йонами або групами атомів, а й обмін електронами, який і веде до зміни ступеня окиснення елементів.

Окисно-відновні реакції найпоширеніші в природі. З їх допомогою на виробництві одержують багато хімічних речовин (амоніак, луги, кислоти). До окисно-відновних реакцій належать процеси горіння, дихання, фотосинтезу й багато інших. Характерна риса цих процесів — зміна ступеня окиснення елементів у речовинах, які беруть участь у реакції.

Наприклад, у реакції $\overset{+2}{\text{Fe}}\overset{-2}{\text{O}} + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-1}{\text{Cl}} \rightarrow \overset{+2}{\text{Fe}}\overset{-1}{\text{Cl}}_2 + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}}$ ступені окиснення елементів у реагентах і продуктах реакції не змінюються (однакові). Така реакція не є окисно-відновною.

Розглянемо приклад іншої реакції:



Це окисно-відновна реакція, під час її перебігу ступінь окиснення Гідрогену й Броду змінився.

У Гідрогену ступінь окиснення дорівнював нулю, а став +1, у Броду також ступінь окиснення дорівнював нулю, а став -1.



Зміна ступеня окиснення атомів або йонів — головна ознака окисно-відновних реакцій.

Завдання. Давайце згадаємо, як визначати ступені окиснення. Визначте ступені окиснення всіх елементів у речовинах: BaSO_4 , FeCl_3 , H_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

ПРОЦЕСИ ОКИСНЕННЯ Й ВІДНОВЛЕННЯ. ОКИСНИКИ Й ВІДНОВНИКИ

В окисно-відновних реакціях ступені окиснення елементів змінюються, тому що у процесі взаємодії речовин одні атоми або йони віддають електрони, а інші їх приймають.

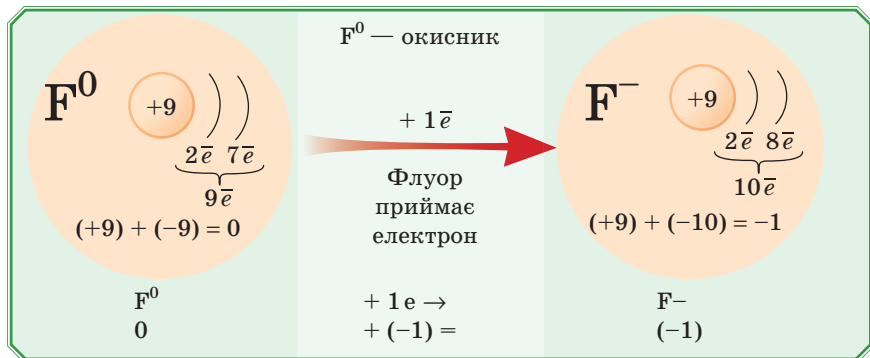
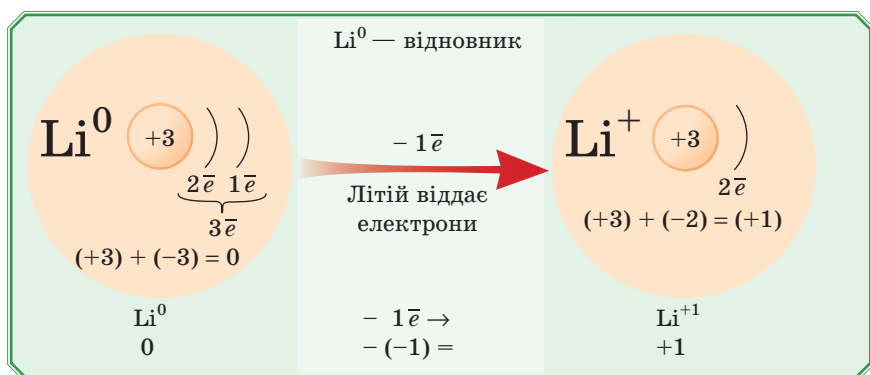
Ці частинки мають свої назви.

Атом або йон, який віддає електрони, називають **відновником**. Атом або йон, який приймає електрони, називають **окисником**.

Як змінюється заряд під час приймання або віддачі електронів? Треба пам'ятати, що електрони негативно заряджені. Тому:



Якщо частинка віддає електрони, то її заряд підвищується, якщо приймає — заряд знижується.



— Як же запам'ятати, що окисник, а що відновник?

— Можна так: «відновник — віддає», обидва слова на літеру «в».



— А я так придумав: відновлює мої кишенькові гроші мама, вона мені їх віддає, значить, вона — відновник!

— Ну, тоді ти — окисник: ти ж забираєш гроші — електрони.



Процеси віддачі або приймання електронів теж мають свої назви.

Окиснення — це процес віддачі електронів атомом, молекулою, йоном. При цьому ступінь окиснення елемента підвищується.

Відновлення — це процес приймання електронів атомом, молекулою, йоном. При цьому ступінь окиснення елемента знижується.

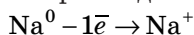


Коли ми говоримо «ступінь окиснення елемента підвищується або знижується», то маємо на увазі його алгебраїчне значення, тобто враховуємо знак, який стоїть перед числом.

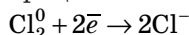


Запам'ятайте, що, якщо частинка окиснюється, вона — відновник, якщо відновлюється — окисник.

Наприклад:



Na^0 — відновник,
процес — окиснення;

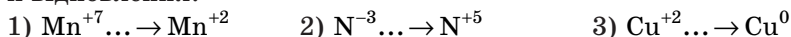


Cl_2^0 — окисник, процес — відновлення.

— Я зрозумів: треба запам'ятати що-небудь одне, а інше — просто навпаки.



▶ **Приклад.** Допишіть число відданих або прийнятих електронів у процесах, укажіть окисник, відновник, процеси окиснення й відновлення.



Розв'язання

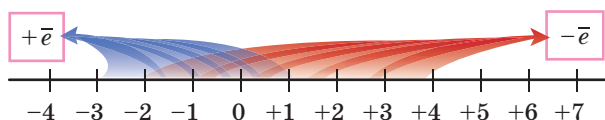
- ♦ У схемі $\text{Mn}^{+7} \dots \rightarrow \text{Mn}^{+2}$ ступінь окиснення Мангану знижується, отже, відбувається приймання електронів. Скільки \bar{e} слід додати? Подумайте так: скільки «мінусів» треба додати до +7, щоб вийшло +2? Очевидно, 5: $(+7) + (-5) = (+2)$.

Тоді запис буде таким: $\text{Mn}^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$. Mn^{+7} — окисник («забирає» \bar{e}), процес — відновлення (процес приймання електронів).

- ♦ У схемі $\text{N}^{-3} \dots \rightarrow \text{N}^{+5}$ ступінь окиснення Нітрогену підвищується, отже, відбувається віддача \bar{e} . Треба забрати 3 «мінуси» до нуля й ще 5 після нуля. Усього 8 «мінусів», тобто $8\bar{e}$: $(-3) - (-8) = (+5)$. Підсумковий запис буде таким: $\text{N}^{-3} - 8\bar{e} \rightarrow \text{N}^{+5}$, де N^{-3} — відновник («віддає» \bar{e}), процес — окиснення (процес «віддачі» електронів).
- ♦ У схемі $\text{Cu}^{+2} \dots \rightarrow \text{Cu}^0$ ступінь окиснення Купруму знижується, отже, відбувається приймання електронів. Скільки \bar{e} слід додати? Думаємо: скільки «мінусів» треба додати до +2, щоби вийшло 0? Очевидно, $(+2) + (-2) = 0$. Тоді запис буде таким: $\text{Cu}^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}^0$.
 Cu^{+2} — окисник («забирає» \bar{e}), процес — відновлення (процес приймання електронів).

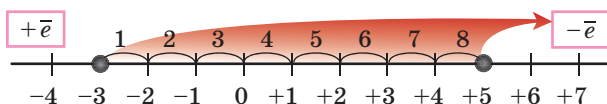


Також можна скористатися числовою віссю:



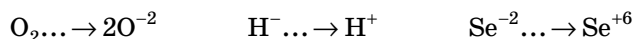
Навчимося нею користуватися на прикладі $\text{N}^{-3} \dots \rightarrow \text{N}^{+5}$.

Ставимо крапку на -3 і на $+5$, тобто рухаємося по числовій осі вправо. На стрілці, що вказує направо, написано $-\bar{e}$, виходить, електрони потрібно віднімати. Скільки? Рахуємо по осі: $8\bar{e}$.



Правильний запис: $\text{N}^{-3} - 8\bar{e} \rightarrow \text{N}^{+5}$

Завдання. Визначте число відданих або прийнятих електронів у таких схемах, укажіть окисник або відновник, назву процесу:



Відповідь дивіться наприкінці параграфа.

ВИЗНАЧАЄМО ОКИСНИКИ Й ВІДНОВНИКИ

Як же зрозуміти, які елементи матимуть відновні властивості, а які — окисні? Метали проявляють тільки відновні властивості. Неметали частіше є окисниками, але можуть бути й відновниками в реакціях з іншими неметалами. Звернемося до періодичної системи. Згадаємо, як змінюються властивості елементів у періодах і групах.

Зі збільшенням порядкового номера в періоді посилюються неметалічні властивості елементів, отже, окисні властивості простих речовин посилюються, а відновні — послаблюються. Наприклад, натрій має відновні властивості, а хлору більш притаманні окисні.

Зі збільшенням порядкового номера (згори вниз) у головних групах підсилюються металічні й, відповідно, відновні властивості елементів, а окисні послаблюються. Наприклад, Телур значно слабший окисник, ніж Оксиген.

Ці зміни відповідають змінам значень електронегативності.

Найсильніший окисник — Флуор, у нього найбільше значення електронегативності. За ним — Оксиген. Найбільш активні відновники — елементи I і II груп головних підгруп. У них найменші значення електронегативностей.

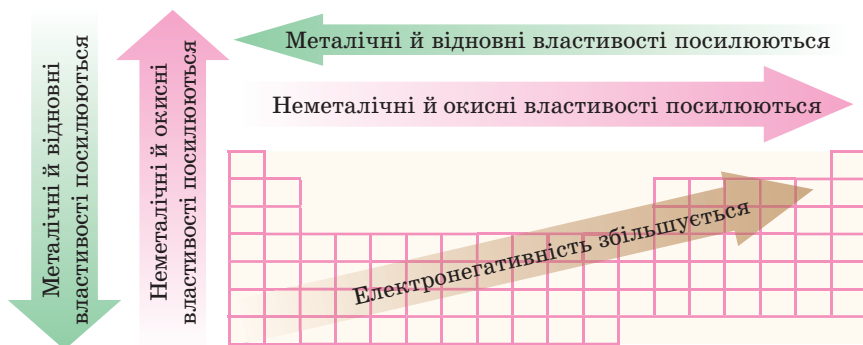


Рис. 34. Зміна електронегативності та властивостей залежно від місця елемента в Періодичній системі

Буде елемент окисником або відновником, залежить від його ступеня окиснення й іншого реагенту в кожному конкретному випадку. Наприклад, S^{-2} не може приймати електрони, зовнішній рівень заповнений повністю, тому в цьому випадку S^{-2} може бути тільки відновником; S^0 може приймати й віддавати електрони,

тому залежно від реагентів може бути й окисником, і відновником. Таке саме міркування має відношення й до S^{+4} , а от S^{+6} може бути тільки окисником, тому що на зовнішньому рівні електронів уже немає, віддавати нема чого й можливе тільки приймання електронів.



Треба зазначити, що, якщо в молекулі або формульній одиниці речовини є атоми, які віддають електрони внаслідок хімічної взаємодії, тобто відновники, то й усю речовину часто називають **відновником**. Якщо в складі речовини є атоми, які приймають електрони, тобто окисники, то й усю речовину називають **окисником**. Це не зовсім точно, але така вже у хіміків існує традиція. Наприклад, у калій перманганаті Mn^{+7} — окисник, тому $KMnO_4$ вважають речовиною-окисником.

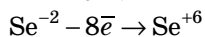
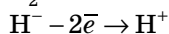
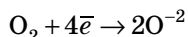
Підсумок:

Відновник віддає електрони $-e^-$ — окиснюється

Окисник приймає електрони $+e^-$ — відновлюється



ВІДПОВІДЬ НА ЗАВДАННЯ ПАРАГРАФА



O_2 — окисник, процес — відновлення

H^+ — відновник, процес — окиснення

Se^{-2} — відновник, процес — окиснення

ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

- 203.** Які реакції називають окисно-відновними?
- 204.** В якому випадку елемент є окисником, а в якому — відновником?
- 205.** Які процеси називають окисненням, а які — відновленням?
- 206.** Укажіть, які окисно-відновні властивості будуть мати частинки: Cl^- , Cl_2^0 , Cl^{+3} , Cl^{+7} .

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

- 207.** Визначте ступінь окиснення:
- Хлору в сполуках: KCl , Cl_2 , KClO_3 , KClO_4 ;
 - Сульфуру в сполуках: S , H_2S , H_2SO_3 , FeS , SO_3 , H_2SO_4 , SO_2 , Na_2SO_3 ;
 - Оксигену в сполуках: OF_2 , O_2 , H_2O , O_3 , CO_2 , H_2O_2 ;
 - Мангану в сполуках: KMnO_4 , MnO_2 , Mn_2O_7 , Mn , K_2MnO_4 , MnO .

Запишіть таблицю в зошит.

Речовини, які можуть бути тільки відновниками	Речовини, які можуть бути тільки окисниками	Речовини, які можуть бути й окисниками, й відновниками

Розподіліть формули речовин із завдання по стовпчиках таблиці.

- 208.** Розташуйте елементи за порядком посилення окисних властивостей:
- N , As , Sb , P ;
 - B , F , O , N .
- 209.** Визначте рядок сполук, які можуть бути тільки окисниками:
- H_2S , SO_2 , H_2SO_3 ;
 - HNO_3 , F_2 , HMnO_4 ;
 - K , SO_3 , O_2 ;
 - H_2SO_4 , S , NH_3 .
- 210.** Визначте рядок сполук, які можуть бути тільки відновниками:
- H_2S , SO_3 , HNO_3 ;
 - HNO_2 , Fe , HMnO_4 ;
 - K , H_2S , HI ;
 - H_2SO_4 , S , NH_3 .
- 211.** Допишіть число електронів, яке було прийняте або віддане частинками у схемах:
- $\text{H}_2^0 \dots \rightarrow 2\text{H}^+$
 - $\text{Fe}^{+3} \dots \rightarrow \text{Fe}^{+2}$
 - $\text{H}_2^0 \dots \rightarrow 2\text{H}^-$
 - $\text{S}^{-2} \dots \rightarrow \text{S}^{+6}$
- Укажіть окисні й відновні процеси.

212. Наведіть приклади реакцій сполучення, які:
а) є окисно-відновними; б) не є окисно-відновними.
213. Наведіть приклади реакцій розкладу, які:
а) є окисно-відновними; б) не є окисно-відновними.
214. Чи є реакції заміщення окисно-відновними? Чому? Підтвердьте свою відповідь рівняннями реакцій.

Для допитливих

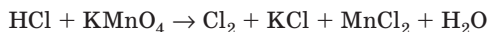
215. Друзі довго сиділи навколо багаття, що догоряє. По жовто-жовтогарячих вугіллячках пробігали язички блакитного полум'я. Це згоряв чадний газ. Чому він утворювався? Чому чадний газ горить, а вуглекислий — ні?
216. Відомо, що на дні Чорного моря у воді на великій глибині розчинено велику кількість гідроген сульфіді. Це дуже отруйний газ. Однак там мешкають хемосинтезуючі бактерії. Енергію, необхідну для життєвих процесів, вони беруть із окисно-відновної реакції, під час якої з гідроген сульфіді утворюється сірка. Напишіть схему цього процесу, укажіть число електронів, що беруть участь у ньому.

§ 16. СКЛАДАННЯ РІВНЯНЬ ОКИСНО-ВІДНОВНИХ РЕАКЦІЙ, ЇХНЕ ЗНАЧЕННЯ



— Над чим ти так довго думаєш?

— Намагаюся зрівняти рівняння:



Ніяк не виходить!

— Так, складно... Але рішення є. Треба знати метод електронного балансу! Зараз ми його будемо вивчати.



Окисно-відновні реакції можуть бути дуже складними, і їх не завжди вдається швидко зрівняти, просто підбираючи коефіцієнти. Тому існує кілька методів, які дозволяють швидко й правильно зрівняти рівняння реакцій.

У школі використовують метод електронного балансу.

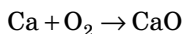


Цей метод ґрунтується на законі збереження речовини: у процесі окисно-відновної реакції кількість електронів, відданих відновником, має дорівнювати кількості електронів, прийнятих окисником. Процеси окиснення й відновлення взаємозалежні й відбуваються одночасно в ході реакції.

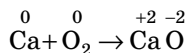
Розберемо підбір коефіцієнтів у рівнянні методом складання електронного балансу.

▶ **Приклад.** Доберіть коефіцієнти в рівнянні реакції окиснення кальцію киснем, використовуючи метод електронного балансу.

1) Спочатку записуємо схему реакції:



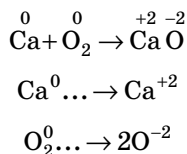
2) Над символами хімічних елементів запишемо значення ступенів окиснення:



Не забудьте, що у простих речовинах ступінь окиснення дорівнює 0.

3) Тепер складаємо електронний баланс.

Для цього випишуємо елементи, які змінили свій ступінь окиснення:



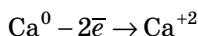
У рівняннях електронного балансу двохатомні молекули простих речовин записують з індексом 2, як, наприклад, кисень (O_2), отже, з іншої сторони рівняння слід поставити коефіцієнт 2 для зрівнювання кількості атомів Оксигену.



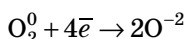
Формули простих речовин, які записують з індексом 2, у баланс переносять із цим індексом (це гази й галогени: H_2 , O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , At_2). Індеси у формулах складних речовин у баланс не переносять.

4) Ступінь окиснення Кальцію під час хімічної реакції підвищується, це процес окиснення, тому у випадку схеми $\text{Ca}^0 \dots \rightarrow \text{Ca}^{+2}$ зліва слід написати $-2\bar{e}$. Можна при цьому розмірковувати так:

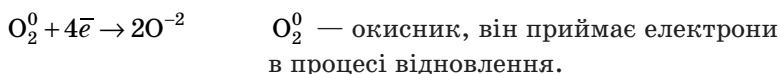
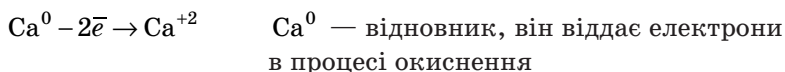
$0 - (-2\bar{e}) = 0 + 2 = +2$, де 0 — ступінь окиснення атома Кальцію, а +2 — набутий ступінь окиснення Кальцію. Або прийняти рішення, розглянувши числову вісь (див. попередній параграф). Одержуємо одне з рівнянь балансу:



5) У випадку схеми $\text{O}_2^0 \dots \rightarrow 2\text{O}^{-2}$ ступінь окиснення Оксигену знижується, це процес відновлення. Справа сумарний заряд атомів Оксигену дорівнює $2 \cdot (-2) = -4$, отже, зліва слід написати $+4\bar{e}$. Перевіримо: $0 + (-4) = 0 - 4 = -4$, де 0 — ступінь окиснення Оксигену, а отримані -4 — набутий сумарний заряд Оксигену:



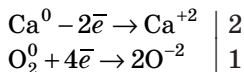
6) У підсумку виходить запис електронного балансу:



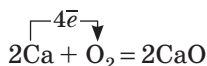
— Зрозуміло, чому це метод електронного балансу. Ми ніби балансуємо електронами — додаємо та віднімаємо.



7) Кількість відданих і прийнятих електронів має бути однаковою! Електрони з нізвідки не беруться й не зникають у нікуди. Тому будемо зрівнювати кількість електронів у балансі з допомогою множників. Отже, 2 електрони віддано, 4 прийнято. Очевидно, щоби зрівняти кількість відданих і прийнятих електронів, рівняння $\text{Ca}^0 - 2\bar{e} \rightarrow \text{Ca}^{+2}$ слід помножити на 2.

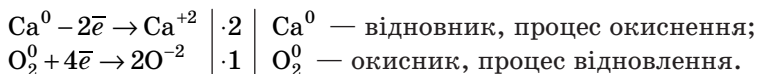
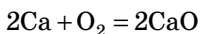


8) Врахуйте, що на 2 помножуємо все рівняння, а отже, збільшимо не тільки кількість електронів, але й кількість атомів Кальцію, які беруть участь у реакції. Тому множник 2 буде коефіцієнтом у молекулярному рівнянні реакції перед речовинами, які містять елемент Кальцій.



Після того як у рівнянні було поставлено коефіцієнти, що дорівнюють множникам у балансі (2 перед Ca і CaO), слід перевірити правильність розміщення коефіцієнтів.

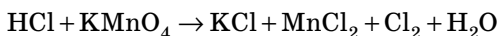
Остаточне рівняння з електронним балансом виглядає так:



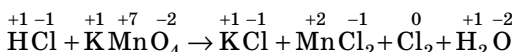
Не всі коефіцієнти в рівнянні ставлять виходячи тільки з електронного балансу. Зазвичай потрібно ще додати коефіцієнти для зрівнювання атомів тих елементів, які не обмінювалися електронами.

Так само записують баланс і розставляють коефіцієнти й у більш складних рівняннях реакцій.

Давайте розглянемо приклад:



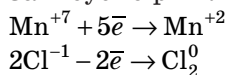
1. Визначимо ступені окиснення елементів у всіх речовинах, що беруть участь у реакції:



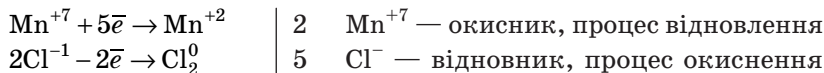
2. Манган змінив заряд із +7 на +2, прийняв 5 електронів — він окисник.

Хлор змінив заряд з -1 на 0, віддав 2 електрони (у реакції беруть участь 2 атоми Хлору, тому 2 електрони) — він відновник.

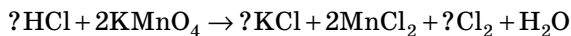
3. Записуємо рівняння балансу:



4. Зрівняємо кількість відданих і прийнятих електронів за допомогою множників:



5. Розставимо коефіцієнти в рівнянні реакції. У першу чергу поставимо 2 перед формулами речовин, які містять Mn (KMnO₄ і MnCl₂).

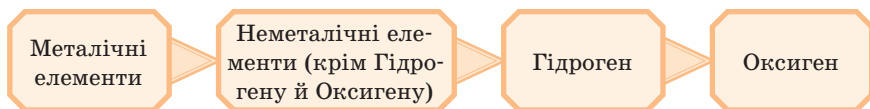


Зверніть увагу, що атоми Cl зліва містяться в одній речовині (HCl), а справа — у трьох (KCl, MnCl₂, Cl₂).

Куди ж поставити коефіцієнт? Зрівнювати потрібно починати з тієї сторони, де більше речовин, або з тієї сторони, де є проста речовина. Завжди коефіцієнт ставлять перед формулою, в якій є атоми, що змінюють ступінь окиснення. У нашому випадку це коефіцієнт 5 справа перед Cl_2 :



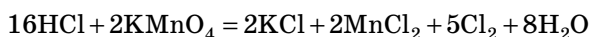
6. Продовжуємо зрівнювати. Тепер, коли поставлено коефіцієнти, які було визначено балансом, продовжуємо зрівнювати атоми елементів у такому порядку:



Першим ставимо коефіцієнт 2 перед KCl — кількість йонів Калію зрівняно. Тепер рахуємо всі атоми Хлору справа (їх там більше) — виходить 16. Ставимо коефіцієнт 16 перед HCl зліва. Кількість атомів Хлору зрівняно. Тепер Гідроген: зліва 16, справа потрібний коефіцієнт 8 перед H_2O .

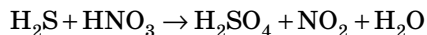
Рахуємо атоми Оксигену зліва і справа. Вийшло по 8.

Перевіримо правильність розміщення коефіцієнтів:



Ура! Усе зрівняно.

Завдання. Розставте коефіцієнти в окисно-відновній реакції з допомогою електронного балансу:



Відповідь дивіться наприкінці параграфа.

ЗНАЧЕННЯ ОКИСНО-ВІДНОВНИХ ПРОЦЕСІВ



— Просте питання: навіщо ми дихаємо?

І ще одне: навіщо ми їмо?

— Щоби жити...

— Щоби кров кисень переносила...

— Їмо тому, що хочеться...

— Так усі дихають і їдять! І ми теж...





— Ці відповіді годяться для дітей із дитячого садочка.

Пояснюю: кисень, який міститься у повітрі, що вдихаємо (а його там 21 % за об'ємом, якщо хтось забув), є окисником у численних окисно-відновних реакціях, які відбуваються в нашому організмі. Зокрема, з допомогою цих реакцій частина органічних молекул, які надійшли в наш організм як їжа, окиснюються в мітохондріях з утворенням необхідної енергії. І це відбувається в усіх живих організмах.

Окисно-відновні процеси — одні з найважливіших процесів природи. До них належать основні процеси життєдіяльності — дихання й обмін речовин у живих організмах, гниття й шумування, фотосинтез у зелених частинах рослин (рис. 35).

У кожній клітині живих організмів безперервно відбуваються окисно-відновні реакції, завдяки яким утворюється енергія.

Кругообіг елементів у природі також містить окисно-відновні процеси, які відбуваються в живій і неживій природі. Наприклад, процеси корозії (руйнування) металів, усі процеси горіння, зв'язування атмосферного азоту під час грозових розрядів і багато чого іншого.

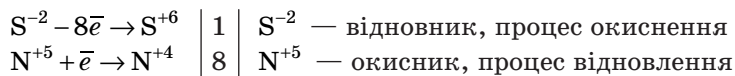


Рис. 35. Окисно-відновні процеси в природі

У промисловості до цих реакцій належать основні процеси чорної й кольорової металургії, видобуток металів, кислот, лугів, амоніаку, електрохімічне виробництво, наприклад покриття сталі іншими металами — нікелем, хромом — для попередження корозії.

З допомогою окисно-відновних реакцій можна одержати не тільки теплову енергію, але й електричну. Приклад — гальванічні елементи, або, простіше, батарейки.

Очищення різних речовин, природних і стічних вод, вихлопних газів і т. д. ґрунтується на цих реакціях. Усе просто неможливо перелічити, а ми ще не згадали харчову промисловість, медицину, побутову хімію, виробництво барвників, органічні й неорганічні синтези в лабораторіях...

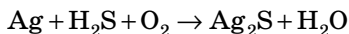
ВІДПОВІДЬ НА ЗАВДАННЯ ПАРАГРАФА**ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ**

217. Наведіть приклади окисно-відновних процесів, укажіть у них окисник і відновник.
218. Розташуйте за посиленням окисних властивостей прості речовини: йод, фтор, бром, хлор.
219. Розташуйте за посиленням відновних властивостей прості речовини: магній, фосфор, алюміній, сірка.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

220. Зрівняйте методом електронного балансу такі схеми, укажіть окисник і відновник, процеси відновлення та окиснення:
- а) $\text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ в) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$
 б) $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ г) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
221. Зрівняйте з допомогою методу електронного балансу рівняння реакцій, укажіть окисник та відновник, процеси окиснення й відновлення:
- а) $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr}$ в) $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
 б) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$ г) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
222. Складіть електронний баланс і розставте коефіцієнти в таких окисно-відновних процесах:
- а) виверження вулкана з утворенням сірки:
- $$\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{S}$$
- $$\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{S}$$
- б) зв'язування атмосферного азоту киснем під час грозових розрядів:
- $$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$$
- $$\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$$
- $$\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$$

в) потемніння срібних предметів:



г) знезаражування овочесховищ:



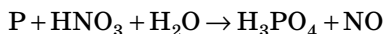
д) відновлення заліза з його оксиду (вилавка чавуну):



223. Напишіть рівняння реакції між простими речовинами, утвореними елементами, електронні формули атомів яких мають таке закінчення: $\dots 4s^1$ і $\dots 3s^2 3p^4$. Укажіть окисник і відновник, покажіть перехід електронів.

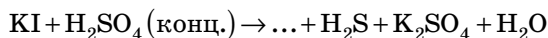
Для допитливих

224. Підберіть коефіцієнти в рівняннях окисно-відновних реакцій.
- $\text{FeCl}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{KNO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{KMnO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{NO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
225. Який об'єм гідроген сульфід, виміряний за нормальних умов, прореагує з розчином масою 150 г, масова частка йоду в якому становить 2%. У результаті реакції утворюється сірка.
226. Ортофосфатну кислоту можна одержати способом Марграффа з фосфору:



Застосувавши метод електронного балансу, доберіть коефіцієнти в рівнянні цієї окисно-відновної реакції.

227. Якось, закриваючи аптеку, аптекар Куртуа вирішив вигнати кішку на вулицю. Перелякана кішка стрибнула з полиці й перекинула склянку з концентрованою сульфатною кислотою. Склянка впала, розбилася, кислота пролилася на попіл з водоростей (водорості містять калій йодид). Здивований аптекар відразу побачив фіолетовий дим. Яку речовину відкрив Куртуа? Застосувавши метод електронного балансу, підберіть коефіцієнти в рівнянні цієї окисно-відновної реакції:



У відповіді вкажіть загальну кількість відданих електронів.

228. Безбарвний отруйний газ із запахом тухлих яєць (1) згоряє в безбарвному газі (2), який важче гелію у 8 разів. У результаті реакції утворюється газоподібна речовина (3) без кольору

Екзотермічні й ендотермічні процеси

Однією з ознак хімічної реакції є поглинання або виділення теплоти.

Із **виділенням тепла** відбуваються всі реакції горіння, наприклад деревини, вугілля, газу. Ці реакції люди здавна використовують для обігріву й освітлення приміщень, приготування їжі. Ті самі реакції горіння використовують у роботі автомобільних двигунів внутрішнього згорання, для руху ракет і навіть у космічних човнах.

Це все окисно-відновні реакції. Ось іще приклад. Під час реакції відновлення заліза з його оксиду алюмінієм (алюмотермії) виділяється така велика кількість теплоти, що залізо утворюється в розплавленому стані, а температура плавлення заліза — 1538 °С (рис. 36). Щоправда, тут, як і в деяких інших реакціях, які відбуваються з виділенням теплоти, спочатку потрібно нагріти реагенти (рис. 37).



Рис. 36. Алюмотермія

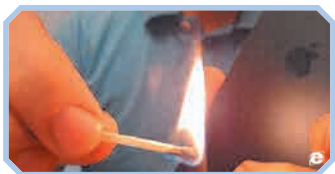


Рис. 37. Реакція горіння

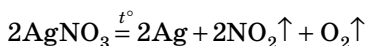
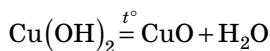
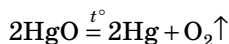
— Так само ми нагріваємо сірником папір, перед тим як він займеться.



Ми вже знаємо, що під час розведення сульфатної кислоти виділяється велика кількість теплоти. Вона виділяється й під час розчинення у воді лугів, і під час реакції нейтралізації.

Реакції, під час яких теплота виділяється, можуть відбуватися й самовільно, наприклад гниття органічних речовин.

Як приклади реакцій, що відбуваються з **поглинанням теплоти**, можна навести багато реакцій розкладу:



У цьому випадку енергія необхідна для руйнування кристалічних ґраток і молекул. Ці реакції відбуваються за постійного нагрівання. Самовільно процеси, які відбуваються з поглинанням теплоти, перебігати не можуть, їм увесь час потрібне надходження енергії ззовні.

Реакції, які відбуваються з виділенням теплоти, називають **екзотермічними**, а ті, що відбуваються з поглинанням теплоти, — **ендотермічними**.

Часто потрібно точно знати, скільки теплоти поглинається або виділяється під час проведення хімічної реакції.

Наприклад, під час виробництва будь-яких хімічних речовин відбуваються екзо- або ендотермічні процеси. Відтак необхідно знати, скільки тепла необхідно підвести або як охудити зону проведення хімічних реакцій. Ця інформація також необхідна для наукових досліджень. Такі розрахунки проводять з використанням термохімічних рівнянь реакцій.

Префікси *екзо-* і *ендо-* походять від грецьк. *exo* — поза, зовні; *endon* — усередині.

Термохімічні рівняння реакцій

У будь-якій речовині є певний запас **внутрішньої енергії**.



Внутрішня енергія визначається сумою енергії руху молекул, атомів, енергії руху електронів у атомах, хімічних зв'язків, внутрішньоядерної енергії.

Під час перебігу хімічних реакцій, коли утворюються нові речовини, змінюється й кількість внутрішньої енергії. Якщо внутрішня енергія продуктів реакції менше, ніж реагентів, то зайва енергія виділяється назовні — реакція **екзотермічна** (рис. 38).

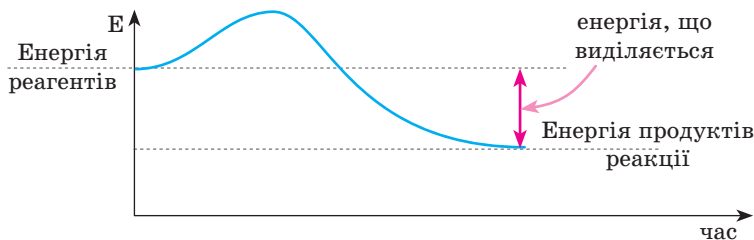


Рис. 38. Екзотермічна реакція

Якщо внутрішня енергія продуктів реакції більше, ніж реагентів, то енергія буде поглинатися із зовнішнього середовища — реакція **ендотермічна** (рис. 39).

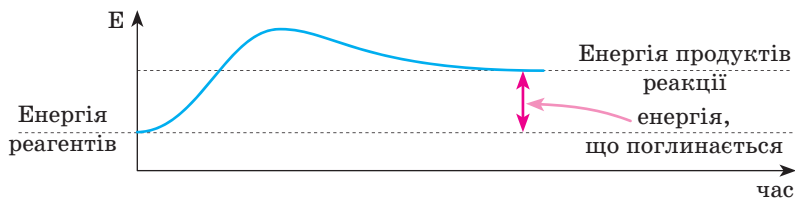


Рис. 39. Ендотермічна реакція

Для математичного визначення виділеної або поглиненої енергії використовують таке поняття, як **ентальпія** — тепловміст речовини.

У хімії зазвичай ототожнюють **внутрішню енергію й ентальпію**.

Ентальпію позначають літерою **H**. Зміну її в процесі реакції записують так: ΔH , значок Δ (дельта) означає «зміна». Читають як «дельта аш». Значення ΔH реакції прийнято записувати справа, зі знаком «+» або «-», відокремлюючи від рівняння комою або крапкою з комою.

$S + O_2 = SO_2, \Delta H < 0$ — реакція екзотермічна, енергія виділяється в навколишнє середовище, а внутрішня енергія зменшується (тому ΔH менше 0).

$CaCO_3 = CaO + CO_2, \Delta H > 0$ — реакція ендотермічна, енергія поглинається в реакційне середовище, внутрішня енергія збільшується (тому ΔH більше 0).



Зміну ентальпії ΔH використовують для характеристики **теплогового ефекту реакцій**, тобто для визначення кількості виділеної або поглиненої енергії.

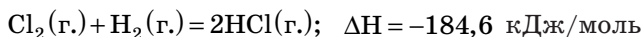
Кількість теплоти, що поглинається або виділяється під час хімічної реакції, називають **тепловим ефектом хімічної реакції** та вимірюють у кДж.

Зазвичай тепловий ефект реакції відносять до 1 моль продуктів або реагентів. Наприклад: $CaCO_3 = CaO + CO_2, \Delta H = +178$ кДж/моль.

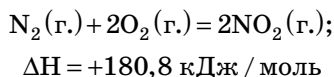
У рівняннях указують ще й агрегатний стан речовин, які беруть участь у реакції: (г.) — газоподібна, (р.) — рідка, (тв.),

або (крист.) — тверда, або кристалічна, тому що агрегатний стан речовин також впливає на тепловий ефект реакції.

Рівняння реакцій, в яких указано чисельне значення теплового ефекту реакції, а також агрегатний стан речовин, називають **термохімічними**.



Це рівняння показує, що під час взаємодії 1 моль Cl_2 з 1 моль H_2 виділяється 184,6 кДж теплоти, а продукти й реагенти газоподібні.

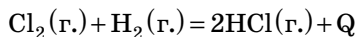


Це рівняння показує, що під час взаємодії 1 моль N_2 з киснем поглинається 180,8 кДж теплоти, продукти й реагенти газоподібні.

Дізнайтеся більше

Крім величини ΔH у термохімічних рівняннях, за традицією, теплові ефекти позначають літерою Q . Якщо реакція екзотермічна, то Q записують зі знаком «+», і зі знаком «-» — якщо реакція ендотермічна, тобто $+\Delta H = -Q$.

Тоді термохімічне рівняння буде виглядати так:



або так:



Зварювання термітом

Що робити, якщо потрібно швидко з'єднати металеві деталі, та ще й у польових умовах? Відмінним рішенням стане термітне зварювання. Такий спосіб з'єднання металів дістав застосування в ремонті залізничних колій (рис. 40), кабелів зв'язку або електричних дротів.



Рис. 40. Алюмотермітне зварювання рейок — єдиний спосіб швидко провести ремонт за мінімальних витрат

Термітне зварювання деталей застосовують у виробництві. Особливо такий спосіб з'єднання актуальний у виготовленні великих за габаритами деталей: лопати в річкових і морських судах, колінчаті вали автомобілів та ін.

Також широко застосовують терміт у ремонті великого устаткування в металургії та металообробці: прокатних станів, роторних валів, ковальських пресів та інших.

Є різні способи термітного зварювання. Наприклад, встик. Для цього в зазорі між деталями встановлюють термітну плівку. Окремо від деталей у тиглях готують розплав, який заливають встик, самі заготовки при цьому стискаються для якісного з'єднання. Можна готувати розплав шляхом спалювання терміту в окремій формі й потім його залити в зазорі між деталями.

Звичайно, використовувати таке зварювання в побутових умовах просто недоцільно. Адже в домашньому господарстві немає таких великих конструкцій, а дрібний ремонт можна провести за рахунок звичайної зварки. Часто можна побачити відео в *YouTube* про самостійне виготовлення терміту з метою різання металу. Це не просто непрактично (адже звичайна «болгарка» з відрізним кругом спрощує всі операції), а й навіть небезпечно.

Застосування термітних сумішей на війні

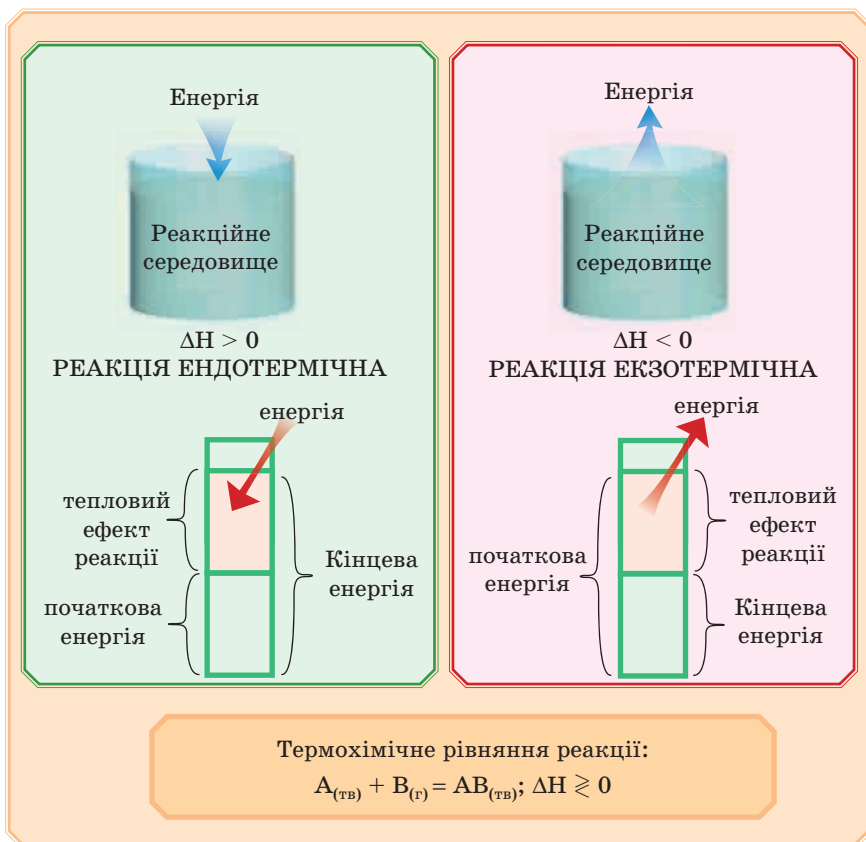
Терміт і термітні запальні речовини найбільш широко застосовувалися в запалювальних бомбах, снарядах і кулях у період Другої світової війни. Не втратили вони свого значення і в наші дні. Для спорядження запальних боєприпасів застосовують головним чином термітні склади ТН2, ТНЗ та інші, які містять, крім терміту

(50–80%), порошкоподібний магній, алюміній і ряд добавок, багатих киснем (барій нітрат, перекис Плюмбуму), а також сірку. Ці добавки, крім полегшення запалення терміту, сприяють збільшенню полум'я і посиленню запальної дії (рис. 41). Температура спалаху термітних запалювальних складів становить 1300 °С, а температура горіння досягає 3000 °С. Термітні суміші пропалюють броню.



Рис. 41. Застосування термітних сумішей на війні

Отже:



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

231. Що таке «внутрішня енергія» речовини?
232. Для чого використовують поняття «ентальпія»?
233. Дайте визначення тепловому ефекту реакцій.
234. Чим термохімічне рівняння реакції відрізняється від звичайного молекулярного?
235. Охарактеризуйте екзотермічні реакції. Наведіть приклади.
236. Охарактеризуйте ендотермічні реакції. Наведіть приклади.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

237. Ендотермічними називають реакції, які відбуваються:
 - а) з виділенням тепла;
 - б) з поглинанням тепла;
 - в) у процесі реакції теплота не виділяється й не поглинається.
238. Ендотермічною реакцією є:
 - а) розклад KMnO_4 ;
 - б) горіння бензину;
 - в) гниття листя;
 - г) іржавіння заліза.

Для допитливих

239. Існує багато рецептів «хімічних грілок», у яких нагрівання відбувається за рахунок хімічних реакцій. Наприклад, такий рецепт. У півлітрову банку вміщують шматок алюмінієвого дроту, скрученого спіраллю. Потім у банку засипають суміш деревної тирси, кухонної солі й мідного купоросу приблизно в такому співвідношенні: 70 % тирси, 20 % мідного купоросу і 10 % кухонної солі. Ця суміш повинна повністю закривати алюмінієвий дріт. Потім заливають водою так, щоб тільки покрити тирсу. Через кілька хвилин банка почне розігріватися і залишатиметься гарячою близько двох годин.

Питання

1. Запишіть рівняння хімічних реакцій, які, на вашу думку, тут перебігають.
2. Поясніть причини нагрівання банки.
3. Чи можна замінити алюмінієвий дріт на магнієву стрічку? на мідний дріт? на сталевий?
4. Запропонуйте рецепти інших таких грілок. Які з них можна використовувати в побуті, а які — ні й чому?

240. Склад термітних сумішей. Замість алюмінію в поєднанні із залізною окалиною в термітних сумішах можуть застосовуватися й інші метали, у тому числі в таких співвідношеннях:

1. Ферум(III) оксид (69 %) + магній (31 %).
2. Ферум(III) оксид (57 %) + кальцій (43 %).
3. Ферум(III) оксид (69 %) + титан (31 %).
4. Ферум(III) оксид (79 %) + кремній (21 %).

Розрахуйте маси ферум(III) оксиду і металів для отримання 0,5 кг термітної суміші. Цієї кількості суміші досить для одного процесу зварювання рейок.

§ 18. ШВИДКІСТЬ ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ, ЗАЛЕЖНІСТЬ ШВИДКОСТІ РЕАКЦІЇ ВІД РІЗНИХ ЧИННИКІВ



Деякі хімічні реакції перебігають дуже швидко, наприклад зміна забарвлення індикатора в якому-небудь середовищі або реакція нейтралізації. Деякі відбуваються повільніше, наприклад реакція розкладу купрум гідроксиду. Навколо нас теж є реакції, які відбуваються швидко, наприклад горіння, а є повільні — гниття, іржавіння. На хімічних підприємствах потрібно точно розрахувати, з якою швидкістю будуть використовуватися реагенти й утворюватися продукти реакції. Від цього залежить робота виробництва.

ПОНЯТТЯ ПРО ШВИДКІСТЬ РЕАКЦІЇ

Під середньою швидкістю хімічних реакцій ($v_{\text{сеп.}}$) в одно-рідній суміші розуміють зміну кількості речовини реагентів за одиницю часу в одиниці об'єму.

Позначивши кількість речовини буквою n , а час — буквою τ (тау), різницю — Δ (дельта), об'єм — V , одержимо формулу середньої швидкості реакції:

$$v_{\text{сеп.}} = - \frac{\Delta n}{\Delta \tau \cdot V}.$$

Час вимірюють у секундах, кількість речовини — у молях, об'єм — у літрах, а швидкість, відповідно, — у моль/л·с.

Оскільки концентрація реагентів у процесі реакції зменшується, праворуч у рівнянні ставимо знак «-».

Як видно з формули, швидкість прямо пропорційна величині зміни концентрації й зворотно пропорційна часу, тобто чим більше речовини реагує за менший час, тим більше швидкість реакції.



З якою швидкістю відбувається зменшення концентрації реагентів, з такою самою швидкістю утворюються продукти реакції. Найчастіше в розрахунках використовують зміну концентрації реагентів.

► **Приклад.** Обчисліть середню швидкість реакції, якщо концентрація одного з реагентів становила 1,5 моль у 1 літрі, а через 60 секунд — 0,5 моль у 1 літрі.

Пояснення розв'язання

Знайдемо Δn : 1,5 моль – 0,5 моль = 1 моль. Об'єм, згідно з умовою задачі, дорівнює 1 л, час проведення реакції (Δt) = 60 секунд. Відповідно:

$$v_{\text{сер.}} = \frac{1 \text{ моль}}{60 \text{ с} \cdot 1 \text{ л}} \approx 0,017 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$$

Чинники, які впливають на швидкість реакції

1. Природа реагентів

Важливо, які речовини вступають у реакцію, якими є їхній склад і будова, тобто якою є природа реагентів. Наприклад, розглянемо реакцію горіння в кисні різних речовин: аркуш паперу, шматок вугілля, порох, шматок деревини. В якому випадку швидкість реакції буде максимальною? Так, коли горить порох (швидке горіння — вибух). Найменша швидкість горіння — у шматка вугілля.

— У цьому випадку, щоправда, треба враховувати ще й ступінь подрібнення вугілля і його контакт із киснем. Якщо вдмухувати тонкий порошок вугілля в кисень, моментальне згорання забезпечене.

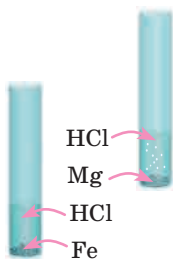




Швидкість реакції залежить від хімічної активності речовин.

Завдання. Наведіть приклади, які підтверджують це правило.

Дослід «Вплив природи реагентів на швидкість реакції»



Візьмемо 2 пробірки, у кожную наллємо по 1–2 мл хлоридної кислоти. В одну пробірку опустимо шматочок магнію, в іншу — такий самий шматочок заліза. Швидкість реакції визначаємо за інтенсивністю виділення водню.



Очевидно, швидкість реакції більше в тій пробірці, в яку ми опускали магній.

2. Збільшення концентрації реагентів



Яка умова є обов'язковою для того, щоби почалася хімічна реакція? Подумали? Відповідь: частинки (атоми, молекули, йони), які вступають у реакцію, мають зіткнутися одна з одною. Тому, якщо ми хочемо збільшити швидкість реакції, треба ці зіткнення зробити частіше, а якщо зменшити швидкість — то, відповідно, навпаки.



У разі збільшення концентрації реагентів швидкість реакції збільшується, тому що частішає зіткнення між частинками.

Це правило годиться для речовин у газоподібному й рідкому станах.



— Уявіть шкільний коридор, у якому всього два учні. Якою є ймовірність їх зіткнення? Низька.

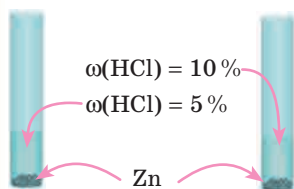
— А тепер уявіть перерву, у коридорі багато учнів (підвищилася концентрація), і зіткнення почастішали.



Збільшення концентрації передбачає збільшення частинок речовини в певному об'ємі або в перерахуванні на загальну масу. Ми вивчали один із виразів концентрацій — масову частку. Застосуємо це в досліді.

Лабораторний дослід «Вплив концентрації HCl на швидкість реакції»

Взьмемо дві пробірки. В одну пробірку наллємо 1–2 мл хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 5 %, в іншу — хлоридну кислоту з масовою часткою 10 %.



Опустимо в обидві пробірки по гранулі цинку. Про швидкість реакції будемо судити за інтенсивністю виділення водню. Швидкість реакції більше в тій пробірці, в якій концентрація кислоти більше.

Для взаємодії речовин у газоподібному стані важлива зміна тиску й об'єму посудини, в якій вони містяться. Збільшення об'єму (зменшення тиску) призводить до зменшення концентрації реагентів і вповільнення реакції. Зменшення об'єму (збільшення тиску) призводить до підвищення швидкості реакції (рис. 42).



Рис. 42. Зменшення об'єму (збільшення тиску) призводить до збільшення концентрації реагентів та швидкості реакції

Причина та сама: молекули газів будуть частіше зіштовхуватися.

Якщо в реакцію вступають рідини або гази, то, перемішуючи реагенти, ми теж прискоримо реакцію, тому що це теж призводить до збільшення числа зіткнень між реагуючими частинками.

3. Зміна площі зіткнення реагентів

Якщо один із реагентів у твердому стані, то швидкість реакції безпосередньо залежить від площі зіткнення реагентів. Це зрозуміло: тільки на поверхні твердої речовини можливе зіткнення молекул (рис. 43).

Тому чим більше подрібнена речовина й чим краще відбувається перемішування, тим більше швидкість реакції (рис. 44).

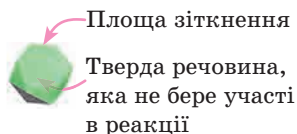


Рис. 43. Площа зіткнення реагентів

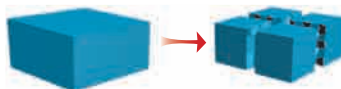


Рис. 44. Подрібнення речовини збільшує площу взаємодії речовин

Наприклад, велика концентрація вугільного пилу в шахтах може призводити до пожеж, тому що він легко займається.

✎ Мозковий штурм ✎

Якщо насипати вугільний пил купкою й намагатися його підпалити, горіти буде досить погано. Відомо, що млини належать до першої категорії за пожежонебезпечністю внаслідок того, що в повітрі багато борошняного пилу. Але знов-таки підпалити борошно не вдається, якщо воно насипано купкою. Поясніть ці явища.

Дізнайтеся більше

У давньому Києві існували так звані «вогняні потіхи», які влаштовували на свята. У полум'я смолоскипа вдмухували дрібні спори плауна, вони спалахували великою вогненною кулею (рис. 45). Можна вдмухувати в полум'я й порошок крохмалю.



Рис. 45. Вогняні потіхи

Дослід «Вплив площі поверхні контакту реагентів на швидкість реакції»

У дві пробірки наллємо хлоридну кислоту з однаковою концентрацією. В одну пробірку опустимо гранулу цинку, у другу — насиплемо цинковий порошок. Бурхливе виділення водню в пробірці з порошком свідчить про велику швидкість реакції.



Zn (гранула)



Zn (порошок)

Взаємодія між кислотою й цинком відбувається тільки на його поверхні. Загальна площа часточок цинку в порошок значно перевершує площу гранули цинку.

4. Зміна температури



Швидкість реакції збільшується в разі підвищення температури.

Причина в тому, що частинки речовин, одержавши додаткову енергію, починають швидше рухатися й зіштовхуватися.

— Уявіть багато учнів у коридорі, й усі швидко бігають. Зіткнення значно почастишали.



Лабораторний дослід «Вплив температури на швидкість реакції»



У дві пробірки з хлоридною кислотою з концентрацією HCl 5% опустіть по гранулі цинку. Одну пробірку нагрійте, іншу не нагрівайте.

Кількість водню, що виділяється, а отже, і швидкість реакції більше в тій пробірці, яку нагрівали.



В організмі людини відбувається велика кількість хімічних реакцій. Підвищення температури тіла прискорює багато з них. Якщо ми хворіємо й підвищується температура, то реакції в організмі відбуваються швидше й ми активніше боремося із джерелом хвороби.

5. Каталізатори

Уявіть, що нам потрібно прискорити реакцію. Ця необхідність виникає досить часто, особливо на виробництві: прискорення реакції призводить до збільшення випуску продукції, а це економічно вигідно. Є такі речовини — каталізатори. Вони змінюють швидкість реакції в десятки й сотні разів, при цьому залишаються незмінними й не входять до складу продуктів реакції.

Каталізаторами можуть бути дуже різні речовини. Часто це метали та їх оксиди, це можуть бути оксиди неметалічних елементів і солі, кислоти, органічні речовини. Добирання каталізатора для якоїсь певної реакції — справа дуже непроста, доводиться випробувати сотні речовин, поки не знайдеться потрібна. Але якщо каталізатор знайдено, то реакція між речовинами в його присутності відбувається дуже швидко й найчастіше не вимагає високих температур.

Каталізатори — це речовини, які прискорюють реакції. При цьому каталізатори в процесі реакції не витрачаються й до складу продуктів реакції не входять.

Дізнайтеся більше

Каталізатори — це речовини, які змінюють швидкість реакції. Прискорення реакції називають *позитивним каталізом*, а речовини, які сприяють цьому, називають каталізаторами. Уповільнення реакції — *негативний каталіз*, або *інгібування*; речовини-каталізатори, використовувані для цього, називають *інгібіторами*. Ми будемо говорити зараз тільки про позитивний каталіз.

Теоретично один і той самий каталізатор можна використовувати дуже тривалий час, але насправді так не буває, бо каталізатори можуть реагувати з домішками, які містяться в реагентах (їх іще називають «каталітичними отрутами»), і тоді вони перестають працювати. Тому перед проведенням каталітичної реакції речовини ретельно очищують.

Розберемо дію каталізатора на конкретному прикладі.

Дослід «Вплив каталізатора на швидкість реакції»

Візьмемо 2 пробірки й у кожену наллємо 1–2 мл розчину гідроген пероксиду. Ця речовина розкладається на воду й кисень дуже повільно. Прискоримо цю реакцію:

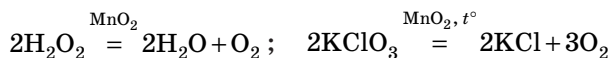


додамо в одну з пробірок трохи манган(IV) оксиду. Відразу моментально рідина буквально скипає — так активно виділяється кисень. Внесемо в пробірку тліючу скіпку — вона яскраво спалахує. Чому?

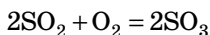


У цій реакції каталізатором є манган(IV) оксид.

У хімічних рівняннях формулу каталізатора пишуть над знаком рівності:

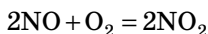


Розглянемо як приклад каталізу ще одну реакцію: окиснення сульфур(IV) оксиду до сульфур(VI) оксиду. Вона відбувається за високих температур:

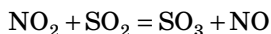


Цю реакцію використовують під час виробництва сульфатної кислоти. Щоби прискорити реакцію й зменшити витрати на нагрівання на виробництві, зазвичай використовують каталізатор — ванадій(V) оксид.

Однак цю реакцію можна каталізувати, додавши газоподібний нітроген(II) оксид, який легко окиснюється до нітроген(IV) оксиду:



Нітроген(IV) оксид, у свою чергу, відразу окиснює сульфур(IV) оксид до сульфур(VI) оксиду:

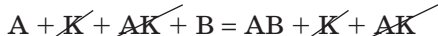


Знову отриманий у цій реакції NO продовжує окиснюватися в NO_2 , який, у свою чергу, окиснює SO_2 і т. д. От і каталізатор NO не витрачається, і швидкість реакції за низьких температур досить висока. Схематично дію каталізатора для реакції $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$ можна записати так:



Тут A і B — реагенти, K — каталізатор.

Сумарне рівняння:



Отже, $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$.

Роль каталізаторів у сучасній промисловості важко переоцінити. Їх використовують майже на кожному виробництві. Всі реакції, які відбуваються у живих організмах, теж каталітичні. У біології каталізатори називають ферментами. Якщо з якихось причин порушується робота ферментів, організм не може нормально функціонувати. Ферменти ви будете вивчати на уроках біології у старших класах.

Дізнайтеся більше

Розклад гідроген пероксиду, який каталізують йони Fe^{2+} , перебігає приблизно за 1 хвилину. Якщо ця ж реакція перебігає у присутності фермента каталази, її швидкість збільшується приблизно в мільйон разів, тобто за 0,00006 частку секунди.

— Цікаво, чи можна з продуктів реакції одержати реагенти?

— Ну так. Наприклад, під час розкладу кальцій карбонату утворюються кальцій оксид і вуглекислий газ, які відразу можуть реагувати між собою з утворенням того ж кальцій карбонату.

— Ну, а якщо горить газ метан CH_4 , утворюються вуглекислий газ і вода. З них ми не можемо відразу знову одержати метан.

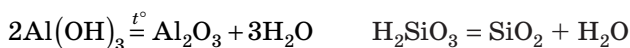
— Не сперечайтесь! Бувають реакції оборотні й необоротні. Їх зараз ми й будемо вивчати.

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕАКЦІЙ ЗА ОЗНАКОЮ ОБОРОТНОСТІ

Хімічні реакції бувають оборотними й необоротними.

Необоротні реакції відбуваються тільки в одному напрямку й перебігають майже до кінця.

Наприклад:



Отримані продукти реакції неможливо з'єднати між собою для одержання реагентів.

Оборотні реакції за одних і тих самих умов одночасно відбуваються у двох взаємно протилежних напрямках і тому не перебігають до кінця.

Наприклад: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$



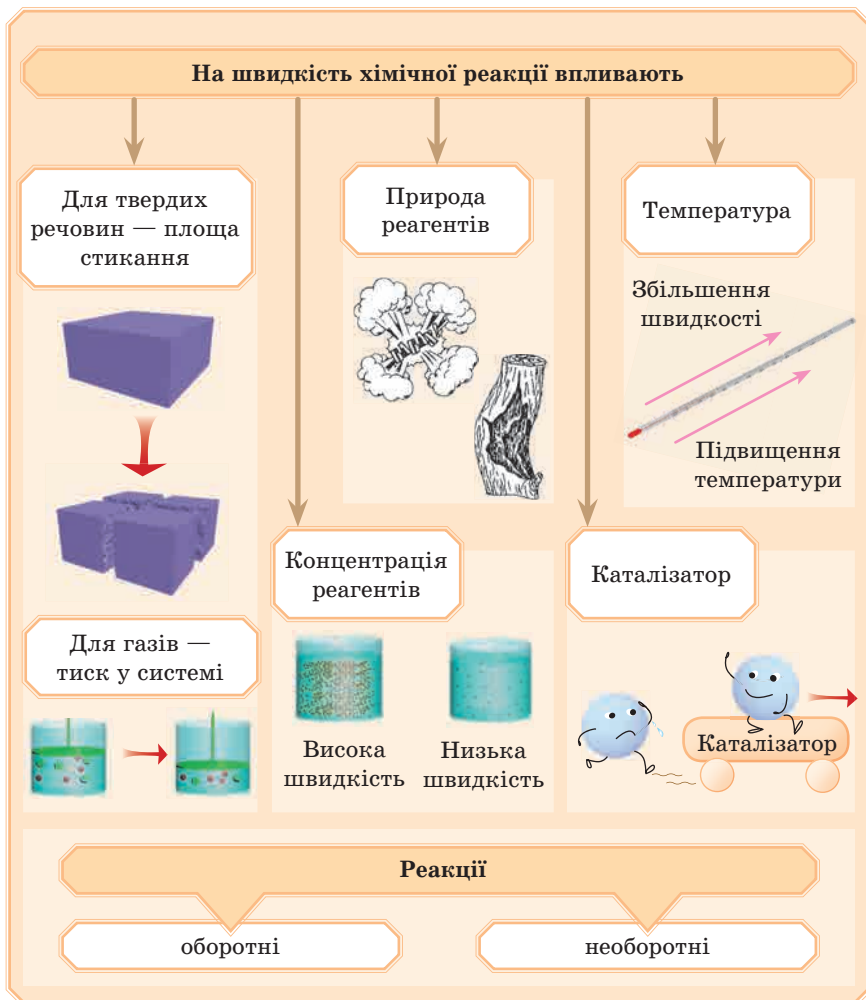
Реакція, яка відбувається вбік утворення продуктів реакції (у нашому випадку NH_3), називається **прямою**, а реакція, яка одночасно відбувається вбік утворення реагентів (у нас це N_2 і H_2), називається **зворотною**. Оборотність реакцій указують стрілками: \rightleftharpoons



Слід урахувувати, що деякі реакції можуть бути оборотними тільки за певних умов.

Наприклад, реакція $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ майже необоротна за температури кілька сотень градусів, вона відбувається тільки в напрямку утворення води. Однак за температури близько 2000°C починається зворотна реакція — водяний пар розкладається на водень і кисень: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$.

Висновок:



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

241. Дайте визначення швидкості хімічних реакцій.
242. За якою формулою можна розрахувати середню швидкість хімічної реакції?
243. Які реакції прийнято називати прямими, а які — зворотними?
244. Наведіть приклади оборотних реакцій.
245. Які чинники впливають на швидкість реакції, в якій беруть участь газоподібні речовини? Дайте стислу характеристику кожного з них.
246. Поясніть, чому швидкість реакцій, у яких бере участь тверда речовина, не залежить від її концентрації.
247. Які речовини називають каталізаторами? Наведіть приклади каталітичних реакцій.
248. Виберіть із кожної пари наведених реакцій ту, яка має більшу швидкість. Припустіть, що умови перебігу реакцій однакові.
- а) Горіння деревини та горіння вугілля;
- б) взаємодія з водою натрію та взаємодія з водою заліза.
- Обґрунтуйте свою відповідь.
249. Поясніть, чому існує небезпека вибуху, коли в повітрі є велика кількість сухої порошкоподібної горючої речовини.
250. Поясніть, чому різноманітні хімічні реакції в живому організмі, які потребують для свого перебігу різних умов, відбуваються з високою швидкістю за тих самих температури й тиску.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

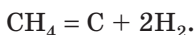
251. Обчисліть середню швидкість реакції, якщо кількість речовини одного з реагентів у 1 літрі становила 0,2 моль, а через 10 секунд — 0,01 моль.
252. Обчисліть середню швидкість певної реакції між газуватими речовинами, якщо за 15 секунд концентрація однієї з вихідних речовин зменшилася від 0,5 до 0,1 моль. Реакцію проводили в посудині об'ємом 10 л.
253. Дві реакції відбувалися з такою швидкістю, що за одиницю часу в першій утворився вуглекислий газ масою 6,4 г, а в другій — хлороводень масою 4,8 г. Яка з реакцій перебігала з більшою швидкістю? Обидві реакції перебігають у однакових реакційних ємностях.

Підказка. Час і об'єм однакові, тому швидкість залежить тільки від зміни кількості речовини. Переведіть масу в молі й знайдете відповідь.

254. Установіть відповідність між реагентами та продуктами оборотних реакцій:

Реагенти	Продукти
а) $\text{SO}_2 + \text{O}_2$	1) H_2CO_3
б) $\text{N}_2 + \text{H}_2$	2) SO_3
в) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	3) NH_3

255. Для синтезу амоніаку потрібен водень, який одержують під час термічного розкладу метану:



Яку масу метану потрібно розкласти для одержання 560 м^3 водню?

Для допитливих

256. Поясніть із точки зору хімії, чому продукти повільніше псується, якщо їх зберігати в холодному місці; у вакуумних упаковках; герметично закритими; у середовищі інертного газу; висушеними (в'яленими).

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Під час виконання дослідів дотримуйтеся правил безпеки!

Взаємодія яєчної шкаралупи з оцтом

Підготуйте три невеличких одноразових стаканчики з невеликою кількістю оцту кімнатної температури.



Яєчну шкаралупу, яка містить CaCO_3 , розділіть на п'ять однакових частин. Дві частини подрібніть у кавомолці. У перший стакан з оцтом додайте невеликий шматочок яєчної шкаралупи, у другий стакан з оцтом — змелений у кавомолці такий самий шматочок шкаралупи, у третій стакан з оцтом додайте води і шматочок шкаралупи.

У четвертий і п'ятий стакани налийте гарячого оцту (обережно) і додайте до четвертого стакана шматочок шкаралупи, а до п'ятого — змелену в кавомолці шкаралупу.

Де виділення вуглекислого газу відбувається з найбільшою, а де — з найменшою швидкістю? Поясніть зміну швидкості в кожному випадку.

§ 19. УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАНЬ З НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

— Наступні параграфи підручника будуть присвячені органічній хімії.

— Ми що, уже вивчили всю неорганічну хімію?

— Ні, що ти! Ми будемо ще вивчати неорганічні сполуки у старших класах. Але ти побачиш, що дуже багато з того, що ми вивчали, буде потрібно й в органічній хімії. Там теж є й рівняння реакцій, і розчини, і розрахункові задачі... Тому не слід забувати вже знайомий нам матеріал.

— Так, непогано було б повторити все, що ми вивчали. Я вже забув дещо...



Стисло повторимо вивчений матеріал. Перша тема була присвячена розчинам.

Давайте повторимо цю тему, відповідаючи на питання й розв'язуючи задачі. Успішніше за все буде робота, якщо ви всі разом, усім класом будете обговорювати розв'язання й відповіді. Отже, мозковий штурм!

Задача 1. У літрову скляну банку налили до половини воду і поклали картоплю. Картопля опустилася на дно. Чому картопля потонула? Що будемо спостерігати, якщо замість води взяти насичений розчин кухонної солі? До насиченого розчину додали чистої води, і картопля... Опишіть стисло всі спостереження і поясніть їх. Згадайте, чим насичені розчини відрізняються від ненасичених? Опишіть покроково всі дії з одержання ненасичених і насичених розчинів.

Задача 2. Якщо у склянку з газованою водою вкинути трохи соди, відразу почне виділятися вуглекислий газ. Поясніть це явище. Чи можна додати іншу сіль? Збільшиться чи зменшиться виділення пухирців газу в разі додавання різних солей? Обґрунтуйте свою відповідь.

- ▼ **Задача 3.** Фільтрувальний папірець був змочений у розчині, приготованому розчиненням темно-рожевих кристалів $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ у воді. Після висушування папірця і подальшого його нагрівання над полум'ям сухого пального його колір змінився з рожевого на блакитний. Якщо цей папірець залишити на повітрі, через деякий час папірець знову стане рожевим. Дайте пояснення цим спостереженням. У разі перебігу хімічних реакцій запишіть відповідні рівняння реакцій.
- ▼ **Задача 4.** На початку минулого століття німецький хімік Крістіан Шенбейн винайшов нове невидиме чорнило, що являло собою рожевий розчин манган(II) сульфату. Після висихання текст, написаний ним на рожевому папері, стає зовсім невидимим. Гордий вигадкою, Шенбейн написав своїм чорнилом листа англійському фізикуві й хімікуві Майклу Фарадею. Історія замовчує, чи вдалося Фарадею прочитати послання свого німецького колеги. Подумайте, як можна було «виявити» написане.
- ▼ **Задача 5.** Бавовняну нитку кілька разів змочували в насиченому розчині кухонної солі та щоразу висушували. Підготовлену таким чином нитку протягнули через кільце (воно має бути легким) і прив'язали обома кінцями до вогнетривкої опори так, щоб кільце повисло на натягнутій нитці приблизно посередині. Потім нитку підпалили з одного кінця. Вогник «пробіг» до іншого кінця нитки, але кільце продовжувало висіти. Поясніть, чому кільце не впало? Чому нитку потрібно було змочувати кілька разів у насиченому розчині солі й щоразу її висушувати?
- ▼ **Задача 6.** Запропонуйте, у який спосіб можна довести експериментально, що під час розчинення речовини відбуваються хімічні процеси. Опишіть стисло хід запропонованого експерименту.
- ▼ **Задача 7.** Хірурги в разі переломів накладають гіпсові пов'язки. Хоча насправді їх треба було б називати алебастрові. Саме алебастрові пов'язки застигають після додавання води, а природний гіпс не застигає. Алебастр $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ добувають хіміки з природного гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, випалюючи з нього певну кількість води. Якщо видалити всю воду, можна отримати «мертвий» гіпс CaSO_4 , який уже ніколи не застигне після додавання води. Поясніть, чому застигає алебастр, перетворюючись на гіпс? Чи можна з гіпсу знову одержати алебастр? Яким чином?

Задача 8. Говорять, одного разу відомий фізик і хімік Вуд поїхав кататися на санях зі своєю знайомою. На жаль, знайома Вуда забула рукавички, руки в неї змерзли й вона вирішила їхати додому. Вуд, навпаки, бажав продовжувати прогулянку. Із собою в нього був бутель, у якому містилося трохи концентрованої сульфатної кислоти, тож йому спало на думку... У результаті знайома Вуда могла гріти руки, тримаючи бутель, і прогулянка продовжилася.

Що придумав Вуд? Наскільки це безпечно? Дайте вашу оцінку діям ученого.

Задача 9. Два учні на занятті хімічного гуртка хочуть отримати блакитний осад купрум(II) гідроксиду. Один для цього взяв розчин купрум(II) сульфату і додав надлишок розчину натрій гідроксиду, другий — розчин купрум(II) сульфату і додав надлишок розчину барій гідроксиду.

Чи обидва учні змогли отримати однаковий блакитний осад? А як би ви здобували цей осад? Запишіть рівняння реакцій у молекулярній і йонній формах.

Дослід «Малюємо невидимими чорнилами»

Таким називають чорнило, яке невидиме за певних умов. Ним можна писати таємні листи або робити невидимі малюнки. Таких рідин багато. Давайте спробуємо в цій якості розчини кристалогідратів.



Малюємо розчином мідного купоросу на блакитному папері, розчином кобальт(II) хлориду на рожевому папері. І що? Нічого не видно. Нагріємо папір. Проявляється малюнок. Тепер подивіться на малюнки, і вони знову стануть невидимими. Протріть аркуші ваткою, змоченою в ацетоні. Як змінився колір? Чому відбуваються ці явища?

Наступні задачі ви можете розв'язати самостійно.

- 257.** На деталі зі сталі утворилася іржа, яку вирішено було видалити з допомогою хлоридної кислоти. Яку масу 12 % розчину кислоти необхідно взяти для розчинення іржі масою 7 г? Прийміть, що склад іржі — ферум(III) оксид.

258. Для обприскування чагарників на садовій ділянці знадобився залізний купорос. У магазині продавався тільки мідний купорос. Запропонуйте спосіб перетворення мідного купоросу на залізний. Урахуйте, що цей процес можна провести в домашніх умовах. Обчисліть масу безводного купрум(II) сульфату, необхідного для одержання 200 г ферум(II) сульфату. Напишіть електронний баланс для цього рівняння, укажіть окисник і відновник.

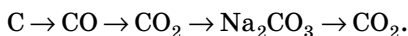
259. Газ гідроген хлорид добре розчиняється у воді. В одному об'ємі води розчиняється 500 об'ємів цього газу (н. у.). Визначте масову частку HCl в отриманому розчині.

Підказка: прийміть 1 об'єм за 1 літр і не забудьте, що для визначення масової частки потрібна маса газу.

Згадаємо, що ми вивчали про хімічні реакції. Ваші знання знадобляться для розв'язування наступних задач.

260. Як одержати купрум(II) гідроксид виходячи з міді? Напишіть рівняння відповідних реакцій. Укажіть їхні типи. Яка кількість речовини гідроксиду утворюється з 1 моль міді?

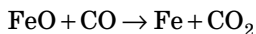
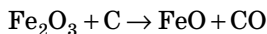
261. Напишіть рівняння реакцій, з допомогою яких можна здійснити такі перетворення, укажіть їхні типи:



Який об'єм вуглекислого газу можна одержати із 66 г вуглецю?

262. Під час обробки ран розчином гідроген пероксиду H_2O_2 виділяються дрібні пухирці газу. Що це за газ? Напишіть рівняння реакції, укажіть її тип. Чому розчин гідроген пероксиду застосовують для дезінфекції ран? Обчисліть об'єм (н. у.) газу, який утворюється під час розкладу 5 г пероксиду.

263. Під час одержання чавуну із залізної руди відбуваються такі реакції, які представлені схемами:



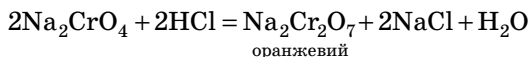
Випишіть символи хімічних елементів, які змінили ступінь окиснення, укажіть число прийнятих або відданих електронів, вкажіть окисник і відновник. Розставте коефіцієнти.

264. Кисень — сильний окисник. Однак є хімічний елемент, який є окисником стосовно Оксигену. Що це за елемент?

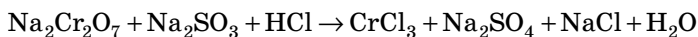
Напишіть схеми прийому й віддачі електронів цього елемента й кисню в реакції їх взаємодії.

265. Назва елемента Хром перекладається як «різнокольоровий» через яскраве забарвлення його сполук.

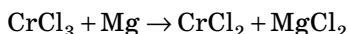
Якщо до жовтого розчину натрій хромату Na_2CrO_4 додати хлоридної кислоти, тоді жовтий розчин стане оранжевим:



А потім до одержаного розчину додати розчин натрій сульфату, тоді розчин змінить свій колір на фіолетовий чи зелений (залежно від умов). Це натрій біхромат $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ перетворився на хром(III) хлорид CrCl_3 :



Після додавання хлоридної кислоти і порошку магнію почне виділятися газ H_2 , а зелений розчин набере блакитного кольору (утворюється хром(II) хлорид) CrCl_2 :



Якщо одержаний блакитний розчин залишити на повітрі, він наступного дня стане зеленим (через окиснення киснем повітря):



Підберіть коефіцієнти методом електронного балансу у схемах процесів, що описують перетворення сполук Хрому.

Дослід «Вогонь-художник»

Обов'язково робіть дослід із учителем, дотримуйтеся техніки безпеки.



На білому аркуші паперу намалюйте контур зображення пензликом, змоченим у концентрованому розчині нітрату Калію або Натрію. Малюнок має починатися від краю аркуша. Це місце відмітьте олівцем. Лінії малюнка не повинні перетинатися. Коли розчин трохи підсохне, ще раз або двічі повторіть контур. Висушіть аркуш із малюнком.

Піднесіть обережно до краю аркуша в зазначеній олівцем відмітці запалений сірник. Папір не має зайнятися полум'ям, він буде вигоряти по контуру малюнка. Створюється враження, що це вогонь малює на аркуші паперу.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Ще рецепти невидимого чорнила

Можна робити «таємне» чорнило не тільки з допомогою кристалогідратів. Намалюйте малюнок або напишіть що-небудь молоком, соком цибулі, лимонним соком. Використайте для цього тонкий пензлик. Висушіть малюнок. Побачити малюнок можна, попередньо нагріваючи аркуш теплою праскою (обережно!) або на батареї. У цих випадках забарвлення змінюється внаслідок дії кислоти й інших органічних речовин.



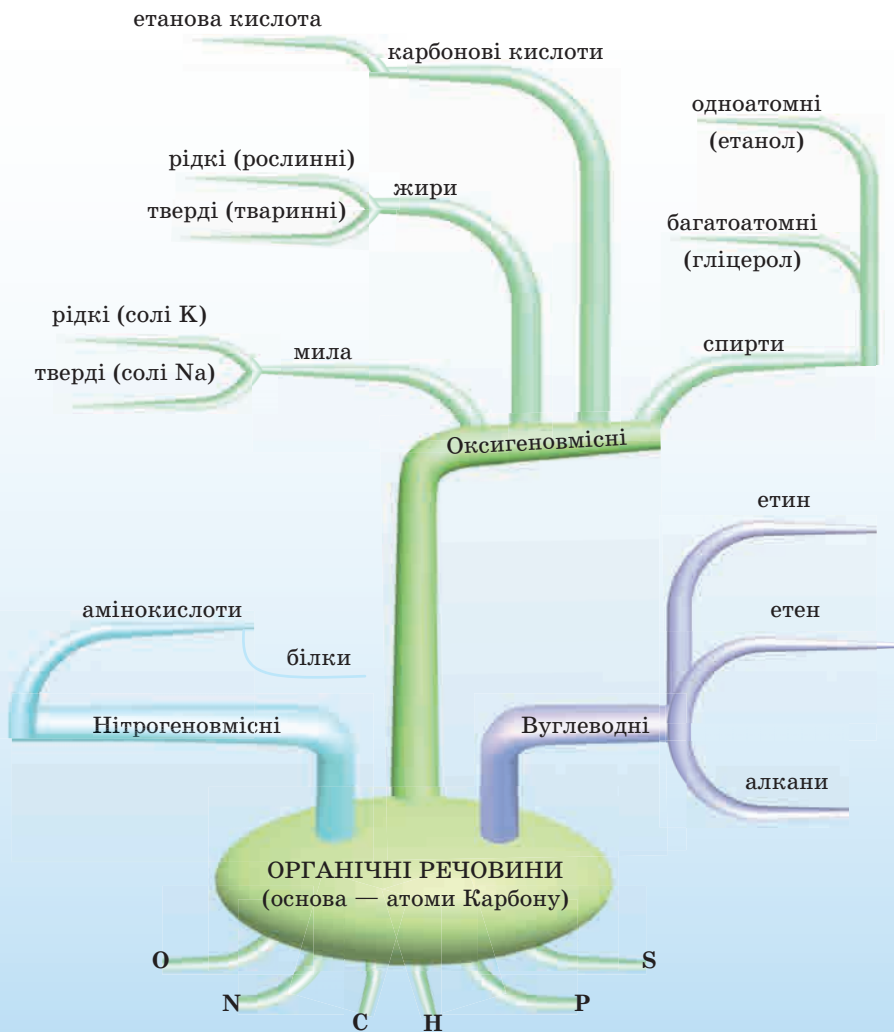
Дізнайтеся більше

Кристалогідрати як ліки

- ♦ Цю сіль відкрив у XVII столітті французький учений Й. Р. Глаубер і вважав її панацеєю від усіх хвороб. «Ця сіль, якщо вона добре приготовлена, має вигляд льоду; вона утворює довгі, зовсім прозорі кристали, які розтоплюються на язичку, без будь-якої сухості», — писав Йоган Рудольф Глаубер. Учені цю сіль знають під такими назвами: чудесна сіль, глауберова сіль, дивна сіль, мірабіліт, натрій сульфат декагідрат. Її виділяють із розчину у вигляді кристалогідрату $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Ця сіль зараз використовується в медицині як проносний засіб, протиотрута в разі отруєння солями Ba^{2+} , Pb^{2+} .
- ♦ Лікарський препарат «Кальцій хлористий» $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (кальцій хлорид гексагідрат) відновлює дефіцит Кальцію в організмі. Кальцій бере участь у формуванні кісткової тканини, процесі зсідання крові, необхідний для підтримки стабільної серцевої діяльності, здійснення процесів передачі нервових імпульсів. Препарат застосовують у разі зовнішніх та внутрішніх кровотеч, бо він поліпшує зсідання крові (його призначають хворим напередодні хірургічних операцій), вводять як антидот у разі отруєння розчинними солями фторидної кислоти. Призначають також для комплексного лікування алергічних захворювань (кропив'янки) та алергічних ускладнень, спричинених уживанням ліків. Кальцій хлорид має не дуже приємну властивість — він гіркий на смак. Тому останнім часом дітям призначають кальцій глюконат, препарат зовсім не гіркий і схожий за властивостями на кальцій хлорид.

4

ПОЧАТКОВІ ПОНЯТТЯ ПРО ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ



§ 20. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЧНИХ СПЛУК



Вивчаючи неорганічну хімію, ми ознайомилися з великою кількістю неорганічних сполук, але, звичайно, не з усіма. Їх існує десятки тисяч, і вони мають різноманітну будову. До їхнього складу входять атоми різних хімічних елементів. Але є один особливий хімічний елемент, атоми якого утворюють мільйони сполук. І цей елемент — Карбон.

РЕЧОВИНИ ОРГАНІЧНІ Й НЕОРГАНІЧНІ

Органічні речовини оточують нас усюди. Насамперед усі живі організми (і ми з вами) складаються з органічних речовин.



Рис. 46. Сфери застосування органічних речовин

Звичайно, усі ці речовини складаються не тільки з атомів одного Карбону. До складу органічних сполук разом із Карбоном найчастіше входять атоми елементів:



Ці елементи називають іще **органогенами** — ті, що утворюють органічні сполуки. Також у складі органічних сполук можуть бути галогени, металічні елементи та ін.

Відразу зазначимо, що різкої межі між органічними й неорганічними речовинами немає. Всі речовини в природі взаємозалежні. Наприклад, із неорганічних речовин води й вуглекислого газу в процесі фотосинтезу в зелених рослинах утворюється органічна речовина глюкоза. Органічні продукти харчування, які ми споживаємо з їжею (жири, білки, вуглеводи), руйнуються в нашому організмі з утворенням інших органічних і неорганічних речовин.

НАУКА «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»

Ще в далекій давнині люди вміли одержувати органічні речовини: спирт, оцет, рослинні олії, очеретяний цукор; використовували органічні барвники, які одержували з тварин і рослин. Згодом усі відомі речовини поділили на неорганічні й органічні.

Було запропоновано називати речовини, які одержують з мінералів, **неорганічними**, а одержувані із живих організмів — **органічними**. Науку, яка вивчає органічні речовини, назвали **органічною хімією**. Тривалий час вважали, що органічні речовини неможливо синтезувати в лабораторії. Однак 1824 р. німецький учений Фрідріх Велер із неорганічних речовин синтезує сечовину, потім французький хімік П'єр Бертло синтезує жир, а російський учений О. М. Бутлеров одержує глюкозу.

Зараз органічна хімія в усьому світі розвивається дуже швидко, щорічно синтезуються десятки тисяч нових органічних речовин. Багатьох із них немає в живій природі, тому первісне призначення органічної хімії як науки, що вивчає тільки хімічні сполуки живих організмів, значно змінилось. У всіх цих речовин спільним є тільки те, що до їхнього складу входять атоми Карбону.



За рядом властивостей такі сполуки Карбону, як карбон(IV) оксид, карбон(II) оксид, карбонатна кислота та її солі, відносять до неорганічної хімії.

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Насамперед розберемося, як один хімічний елемент став родоначальником такої величезної кількості речовин. Причина у властивостях атома Карбону.

По-перше, Карбон у органічних сполуках чотиривалентний, тобто 1 атом може утворювати 4 зв'язки. Це досить багато.

По-друге, атоми Карбону можуть з'єднуватися між собою, утворюючи довгі ланцюжки, і не тільки лінійні, але й розгалужені й навіть замкнуті в кільце (рис. 47). Ланцюжки можуть бути дуже довгими — в одній сполуці тисячі й навіть десятки тисяч атомів Карбону.

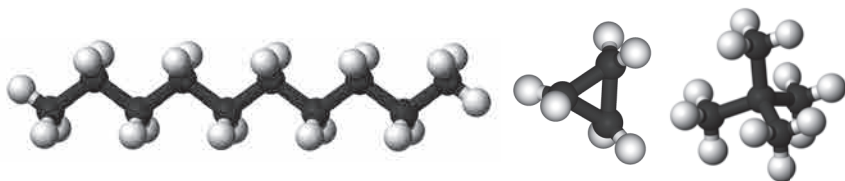


Рис. 47. Приклади з'єднання атомів Карбону (●) і Гідрогену (○)

По-третє, у ланцюжках крім атомів Карбону можуть міститися й атоми інших елементів (H, O, N, S, P), причому в різній кількості (рис. 48).

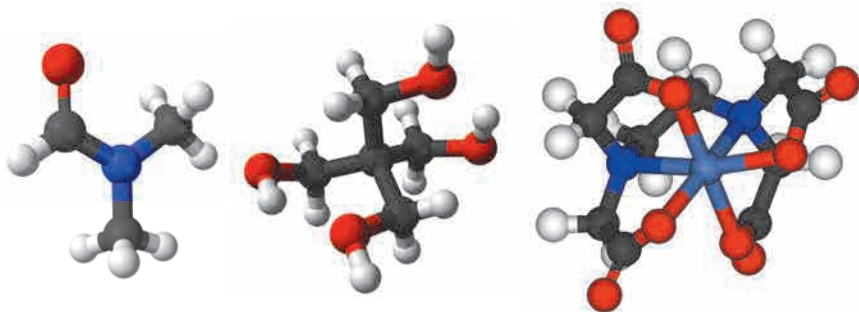


Рис. 48. Приклади вбудови атомів інших елементів у ланцюжки Карбону (червоні та сині за кольором)

По-четверте, між сусідніми атомами Карбону може бути не тільки один, але й два й навіть три зв'язки, і ці зв'язки в ланцюжках і кільцях можуть розташовуватися по-різному (рис. 49).



Рис. 49. Способи розташування зв'язків у ланцюжках Карбону

— Уявіть, що у вас є нескінченна безліч деталей конструктора з чотирма кріпленнями. Із них можна зібрати безліч різних фігур. А якщо додати й інші «деталі» — «атоми» — розмаїтість збільшується нескінченно.



Якщо вам молекули органічних речовин здалися складними, не лякайтеся. Цього року ми будемо вивчати найбільш прості органічні речовини.

ЩЕ ТРОХИ ПРО БУДОВУ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

- ♦ Більшість органічних сполук має молекулярну структуру.



Згадайте властивості речовин із молекулярними кристалічними ґратками.

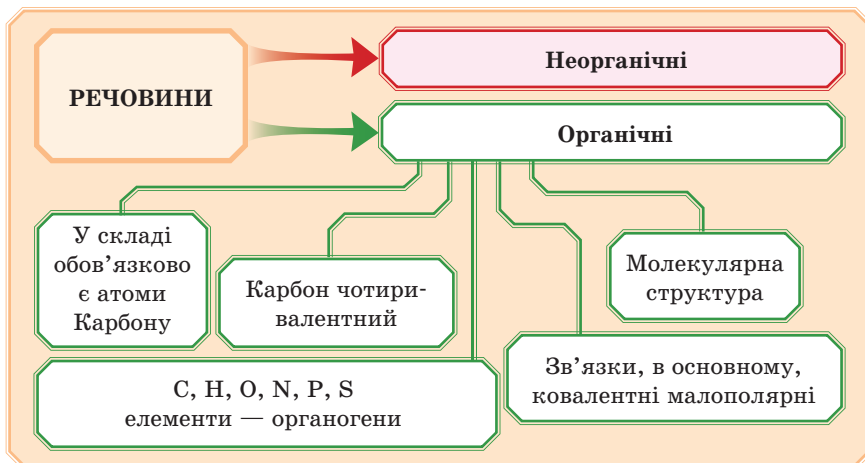
Тому органічні речовини, в основному, мають низькі температури кипіння й плавлення, серед них багато летких речовин і є такі, які мають запах. Саме вони визначають аромат квітів і плодів, запах скошеної трави й свіжого хліба.

- ♦ Зв'язки між атомами Карбону й Гідрогену всередині органічних молекул найчастіше ковалентні неполярні.

Однак якщо в молекулах є атоми Оксигену або галогенів, то вони утворюють ковалентні полярні зв'язки. Органічні речовини також можуть утворювати йонні зв'язки з атомами металічних елементів.

- ♦ Розчинність у воді різна: більшість органічних речовин погано розчиняється у воді, але є й такі, які розчиняються добре.
- ♦ Майже всі органічні речовини горять або розкладаються під час нагрівання.

Висновок:



ПЕРЕВІРТЕ ВАШІ ЗНАННЯ

266. Які речовини належать до неорганічних, а які — до органічних?
267. Назвіть елементи-органогени.
268. Які органічні речовини були синтезовані першими? Назвіть прізвища вчених, які здійснили синтез.
269. Які речовини, що містять Карбон, належать до неорганічних?
270. Укажіть причини великої розмаїтості органічних сполук.
271. Які кристалічні ґратки в більшості органічних сполук? Які властивості вони обумовлюють?
272. Які хімічні зв'язки в органічних речовинах?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

273. Зі списку речовин випишіть речовини, які, на вашу думку, належать:
 - а) до органічних;
 - б) до неорганічних.
 Вода, цукор, натрій гідроксид, кухонна сіль, оцтова кислота, білок курячого яйця, вуглекислий газ, кисень, рослинна олія, мило, пластмаси, каучук.
274. Порівняйте властивості неорганічних і органічних речовин, наведіть приклади. Більше спільних чи відмінних властивостей ви знайшли?

275. Оберіть символи хімічних елементів, які найчастіше входять до складу органічних речовин:
- а) С, Cl, Са;
 - б) Н, О, Не;
 - в) С, Н, О;
 - г) С, К, Н.
276. Розрахуйте масові частки елементів у органічних речовинах:
- а) бензені C_6H_6 ;
 - б) декані $C_{10}H_{22}$.

§ 21. МЕТАН ЯК ПРЕДСТАВНИК НАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАНУ



— Ти знаєш, яка органічна речовина згоряє в газових плитах?

— Там же газ горить.



— Ну так, газ. У цьому газі більше за все метану, його формула CH_4 . Зараз ми дізнаємося про нього багато нового.



ВУГЛЕВОДНІ

Оскільки органічних сполук багато, то для зручності вивчення їх ділять на класи, а класи — на гомологічні ряди. Перший клас органічних сполук називають «Вуглеводні». Ця назва походить від старої назви Карбону — вуглець і Гідрогену — водень.



Сполуки, які належать до класу «Вуглеводні», складаються з атомів Карбону й Гідрогену.

У цьому класі декілька гомологічних рядів. Зараз ми будемо вивчати ряд, який називають «Алкани». Є в нього й старі назви — «Насичені вуглеводні», «Парафіни». Ознайомимось з першим представником алканів.

МЕТАН

Першим представником алканів є вуглеводень із найпростішою будовою — метан, формула — CH_4 .

Електронна й структурна формули молекули метану

Перше правило, яке ви повинні дуже добре знати, таке:

Карбон у органічних сполуках чотиривалентний.



Згадаємо, що валентність чисельно дорівнює числу неспарених електронів.

Щоб з'ясувати, чому Карбон чотиривалентний, звернемося до будови його атома (рис. 50):

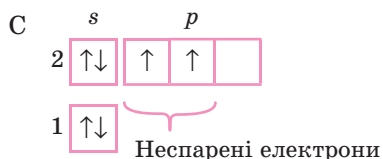


Рис. 50. Основний стан атома Карбону

В атомі Карбону 2 неспарених електрони, отже, він двовалентний.

Зараз ми розглянули **основний стан атома**. Якщо атом Карбону одержує додаткову енергію — опромінення, енергію зіткнення атомів, то один зі спарених електронів може перейти в межах одного рівня на вільну орбіталь. Число неспарених електронів при цьому збільшується.

Такий процес називають **промотуванням*** (рис. 51).

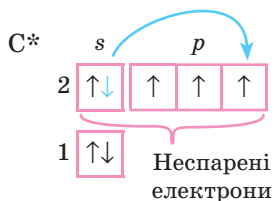


Рис. 51. Промотований стан атома Карбону

* В українській навчальній літературі замість слова «промотування» часто використовують інший термін — «збудження».

Отже, у промотованого атома Карбону вже 4 неспарених електрони. Значить, він чотиривалентний.

Під час утворення молекули метану між атомами Карбону й Гідрогену утворюється ковалентний зв'язок (рис. 52).

Оскільки електронегативності Карбону й Гідрогену відрізняються на невелике значення (близько 0,4), то зв'язок дуже слабополярний.

Позначивши спільні електронні пари крапками, одержимо електронну формулу:



Замінивши 2 крапки на 1 риску, маємо структурну формулу:

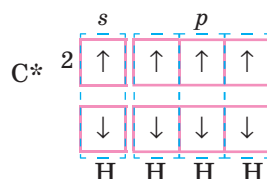
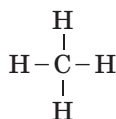


Рис. 52. Утворення ковалентних зв'язків між атомами С і Н



Зверніть увагу: всі електрони в атома Карбону спарені, у нього, як говорять, октет електронів (8 штук), в атома Гідрогену — по 2 спільних електрони. Всі електрони задіяні в утворенні зв'язків, ще приєднати який-небудь атом до атома Карбону неможливо. От тому алкани й називають «насиченими вуглеводнями».

Дізнайтеся більше

Просторова будова молекули метану

Для повного розуміння будови молекули метану залишилося розібратися з її просторовою будовою.

Ми тільки-но розглянули, що у промотованому стані в атомі Карбону один *s*-електрон і три *p*-електрони неспарені. Якби вони утворювали в такому стані хімічні зв'язки з електронами Гідрогену, то, мабуть, ці зв'язки не були б рівноцінними. Однак дослідження показують, що всі 4 зв'язки однакові. Цю проблему розв'язав американський учений Л. Полінг. Він припустив, що під час утворення хімічних зв'язків орбіталі атомів Карбону змінюють свою форму. Всі вони утворюють орбіталі, схожі на однакові несиметричні вісімки (рис. 53).

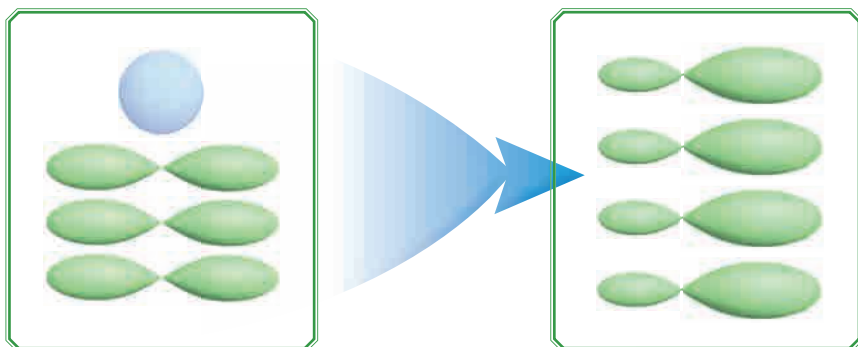


Рис. 53. Зміна форми орбіталей атомів Карбону під час утворення хімічних зв'язків

У результаті цього процесу в атомі Карбону одна s - і три p -орбіталі змінили свою форму. Тепер енергія всіх зв'язків у молекулі метану однакова.

Залишається тільки зрозуміти, як ці орбіталі будуть розташовуватися у просторі. Враховуємо, що електронні орбіталі, які мають однаковий негативний заряд, будуть відштовхуватися одна від одної. Експериментально було доведено, що хімічні зв'язки всередині молекули розташовані один відносно одного під кутом $109^{\circ}28'$. Зіставивши все це, учені дійшли висновку, що форма молекули метану — тетраедр (*рис. 54*).

Схематично молекулу метану можна зобразити так:

Tetra — означає чотири, *hedra* — поверхня. У тетраедра 4 кути й 4 площини.

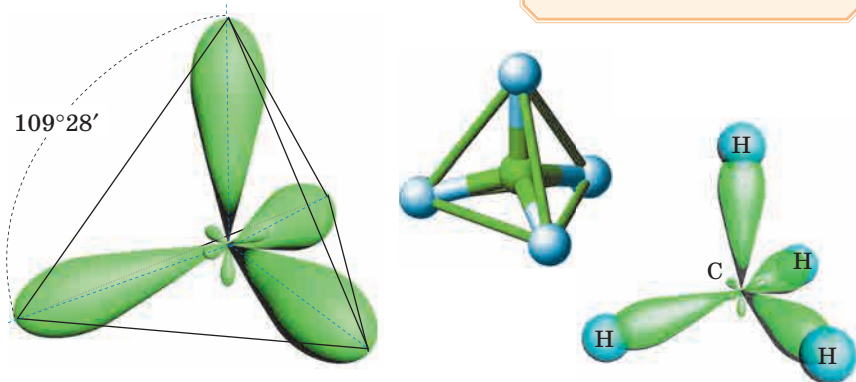


Рис. 54. Форма молекули метану



Молекула метану має тетраедричну форму.

Можна зібрати об'ємну модель молекули метану з кульок і стрижнів — куле-стрижневу (рис. 55), є і масштабна модель метану (рис. 56):

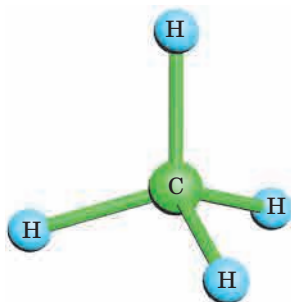


Рис. 55. Куле-стрижнева модель метану

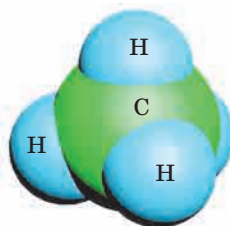


Рис. 56. Напівсферична масштабна модель метану

Дослід «Виготовлення моделі молекули метану»

Зберіть із кульок і стрижнів модель молекули метану. Придумайте, як із підручного матеріалу зібрати об'ємну модель молекули метану.

Підказка: можна використати пластилін і сірники.



ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАНУ Й ПОШИРЕННЯ В ПРИРОДІ

Метан — газ за звичайних умов, без кольору й запаху. Малорозчинний у воді. Легше за повітря.

Завдання

1. Поясніть, чому метан погано розчиняється у воді.
2. Розрахуйте густину метану за повітрям. У скільки разів метан легше за повітря?

У природі метан утворюється під час розкладу органічних решток без доступу повітря. Тому він утворюється на болотах (ї його називають «болотний газ»), трапляється в шахтах і рудниках. Звідси ще назва — «рудничний газ».

Але найбільше метану в природному газі — до 97–98 % і в суміші газів, які виділяються під час видобутку нафти (супутній газ).



Метан — дуже отруйний газ і надзвичайно вибухонебезпечний! Тому до газу для побутових потреб, який надходить споживачам, спеціально додають речовини, які дуже неприємно пахнуть, щоби відразу можна було відчутити витік газу.

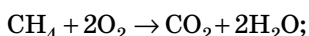


Якщо ви відчуваєте запах побутового газу, у жодному разі не вмикайте електроприлади, не запалюйте вогонь. Необхідно провітрити приміщення й викликати аварійну службу.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

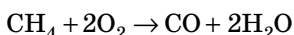
1. Майже всі органічні речовини горять

Під час горіння (або повного окиснення) метану в достатній кількості повітря або кисню завжди утворюються... Подумайте самі. Міркуємо так: метан складається з Карбону й Гідрогену. Під час горіння в достатній кількості кисню будуть утворюватися карбон(IV) оксид і вода. При цьому виділяється велика кількість теплоти. Рівняння є таким:



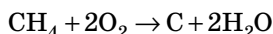
$$\Delta H = -880 \text{ кДж.}$$

У разі нестачі кисню утворюються інші речовини:



Нагадуємо, що CO — чадний газ, надзвичайно отруйний.

Можливий і такий перебіг реакції:



У цьому випадку вуглець виділяється у вигляді сажі. Утворюється чорний дим або чорна сажа.



Під час горіння газових пальників необхідно провітрювати кухню, а за наявності газових опалювальних приладів стежити, щоби тяга була гарною. Інакше існує ризик отруїтися чадним газом.

Завдання. Знайдіть інформацію в мережі *Internet* і підготуйте повідомлення про дію карбон(II) оксиду на організм людини.

2. Метан вступає в реакції з галогенами

Це реакція заміщення.



Для алканів **характерні реакції заміщення** (рис. 57). Якщо суміш метану й хлору виставити на розсіяне світло (обережно, на яскравому світлі вибухне!), то можна помітити, що під час реакції жовто-зелене забарвлення хлору поступово зникає.

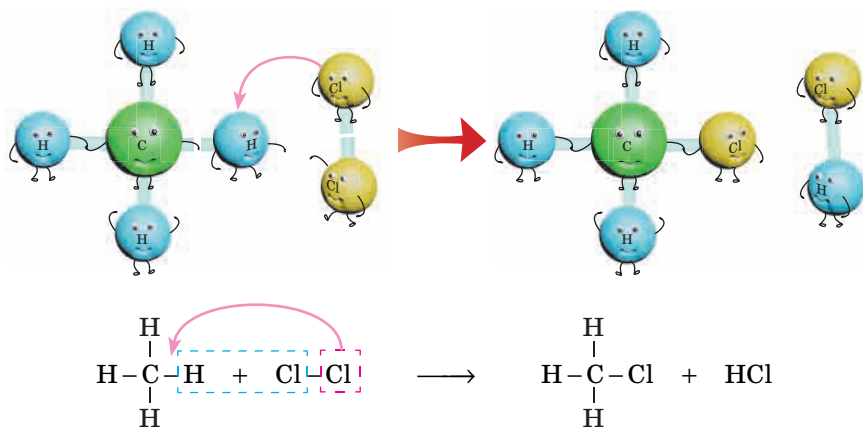
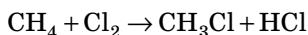


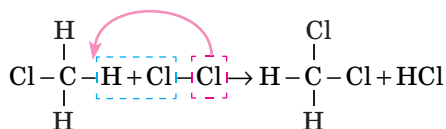
Рис. 57. Реакція заміщення

Рівняння цієї реакції можна записати так:



Сполука CH_3Cl має назву хлорометан. Частина слова «метан» буде в назві завжди, якщо до складу органічної речовини входить 1 атом Карбону.

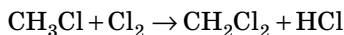
Як правило, реакція відбувається далі:



дихлорометан

Префікс *ди-* означає «два».

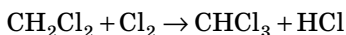
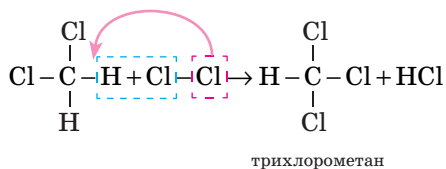
Можна записати так:



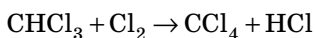
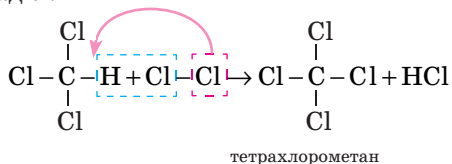
Органічні речовини, в яких один або декілька атомів Гідрогену заміщені на Хлор, називають хлоропохідними.

Можна хлорувати далі.

Третя стадія:



Четверта стадія:



Усі ці реакції відбуваються послідовно, але вони не завжди йдуть до кінця, тому під час хлорування метану може утворюватися суміш хлоропохідних.

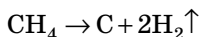
— В органічній хімії взаємодію між речовинами часто записують у вигляді схем, де вказують тільки реагенти і продукти реакції, пропускаючи проміжні речовини. У схемах записують стрілку, а не знак «дорівнює». Для проведення розрахунків їх теж необхідно зрівнювати.



У реакціях **заміщення** в органічній хімії атом одного елемента в молекулі заміщається на атом іншого елемента. При цьому, на відміну від таких реакцій у неорганічній хімії, реагенти й продукти — складні речовини.

Дізнайтеся більше

Під час нагрівання без доступу повітря метан розкладається:



Цю реакцію використовують для одержання порошку сажи (С) і водню. Ці продукти широко використовуються в органічних

синтезах. Метан — основна частина природного газу. Тому його в промисловості не одержують, а в разі необхідності виділяють у чистому вигляді з природного газу. Можна його одержувати прямим синтезом із вуглецю й водню за високих температур і без доступу повітря.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАНУ ТА ЙОГО ПОХІДНИХ



Рис. 58. Сфери застосування метану та його похідних

Сажу, одержувану під час термічного розкладу метану, використовують в основному у виробництві фарб і гуми як чорний пігмент та наповнювач для пластмас; водень — у виробництві амоніаку, для гідрування жирів, в органічних синтезах.

Хлорметан — газ, який легко переходить у рідину, тому його використовують як холодоагент у холодильних установках, ди-хлорметан, трихлорметан і тетрахлорметан — розчинники. CHCl_3 називається ще хлороформ. Його використовують як наркоз. CCl_4 також застосовують для гасіння вогню, особливо тоді, коли не можна використовувати воду. Важкі негорючі випари цієї речовини не дають кисню повітря контактувати з палаючою речовиною. Хлоропохідні метану — одні з нечисленних органічних сполук, які не горять.

Дізнайтеся більше

- ♦ За результатами космічних досліджень, газ метан міститься в атмосфері Сатурна і Юпітера. Також припускають, що у твердому стані він може бути виявлений на Урані та Нептуні.
- ♦ На дні Світового океану є великі запаси метану у вигляді пластівців, що нагадують сніг. Ці пластівці — газові гідрати $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, які мають кристалічну ґратку льоду, де в порожнинах розташовані молекули метану (рис. 59). Під час горіння такої сполуки здається, що горить сніг, а після згоряння залишається калюжка води. Запаси газових гідратів у десятки разів більше, ніж запаси вугілля, нафти, торфу, і становлять приблизно $2 \cdot 10^{16} \text{ м}^3$.

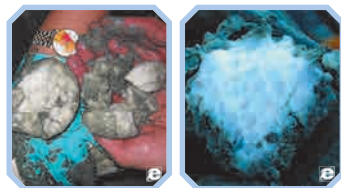
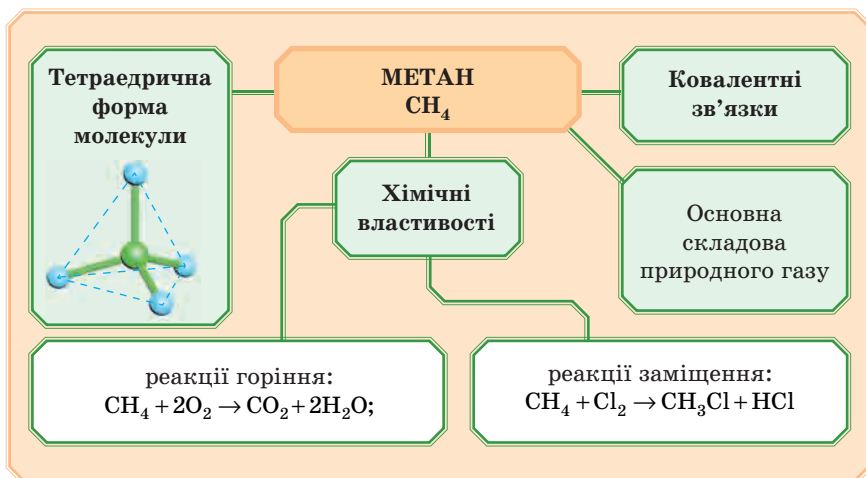


Рис. 59. Газові гідрати

Підсумуємо вивчене в параграфі:



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

277. Атоми яких елементів входять до складу сполук, що належать до вуглеводнів?
278. До якого класу органічних сполук належить метан?
279. Чому алкани називають іще насиченими вуглеводнями?

280. Скільки неспарених електронів у атомі Карбону в основному стані? у промотованому стані?
281. Форму якої геометричної фігури має молекула метану?
282. Назвіть фізичні властивості метану.
283. Чому метан називають «рудничним газом»? «болотним газом»?
284. Розкажіть про правила безпеки під час роботи з побутовими газовими приладами.
285. Який тип хімічної реакції характерний для метану?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

286. На зовнішньому боці дна чайника, який гріли на газовій плиті, утворився чорний наліт. Чому? Напишіть відповідне рівняння реакції. Що б ви порадили господарям для безпечного користування газовою плитою?
287. Визначте об'єм кисню, необхідний для спалювання 5 м^3 метану (н. у.).
288. Визначте масові частки елементів у молекулі метану.
289. Запишіть рівняння реакції взаємодії 1 моль метану з 2 моль хлору; з 3 моль хлору. Як називаються продукти реакції? Де їх використовують?
290. Скільки молекул міститься у 2 л метану (н. у.)?

Для допитливих

291. Як дослідним шляхом можна відрізнити метан від водню? кисню?
292. Напишіть рівняння реакції взаємодії метану з бромом, знаючи, що реакції відбуваються подібно до реакцій із хлором.
293. Як ви вважаєте, чому тетрахлорометан не горить?
294. Як холодоагент у холодильних установках широко використовували дихлородифторометан, або фреон. Його особливістю є те, що він легко переходить у рідкий стан, а потім, випаровуючись, поглинає тепло, а в холодильнику при цьому стає холодно. Напишіть молекулярну й структурну формули цієї речовини.
295. **Чи знаєте ви, що...**
Метан у природі міститься в кишкових газах та крові жуйних тварин і людини... Він виділяється в результаті так званого «метанового бродіння» під час розкладання тваринних і рослинних решток на дні водойм без доступу повітря... Суміш

метану з повітрям називають іще рудничним газом. Він накопичується у вугільних шахтах і може стати причиною вибуху... У всьому світі люди навчилися у спеціальних установках без доступу повітря з біомаси добувати біогаз (альтернатива природному газу), що містить в основному цей газ...

Запитання

- ♦ Умовно запишемо утворення метану під час розкладання органічних решток за допомогою реакції: $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$. Розрахуйте об'єм метану (за н.у.), який утвориться з 1 кг вуглецю.
- ♦ У верхніх чи нижчих шарах повітря у шахтах більше накопичується метану? Поясніть свою відповідь.

§ 22. ГОМОЛОГИ МЕТАНУ, ЇХНІ ВЛАСТИВОСТІ. ОБ'ЄМНІ ВІДНОШЕННЯ ГАЗІВ



Вуглеводні, схожі за будовою й властивостями на метан, об'єднують у гомологічний ряд «Алкани» або насичені вуглеводні. Чому тільки схожі? Всі алкани відрізняються один від одного кількістю атомів Карбону у вуглецевому ланцюжку, тому є певні відмінності. Змінюються фізичні властивості, наприклад температури кипіння й плавлення.

ЯК СКЛАСТИ ФОРМУЛИ АЛКАНІВ?

Для того щоби навчитися складати формули алканів, треба пам'ятати таке:

- ♦ Карбон в органічних сполуках чотиривалентний;
- ♦ до складу молекули вуглеводнів входять атоми Карбону й Гідрогену;
- ♦ до складу кожного наступного в ряді алкану додається 1 атом Карбону та два атоми Гідрогену.

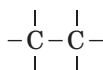
Пробуємо. Першим у ряді, звичайно, є метан. Його формулу ми вже знаємо. Наступний представник буде мати в складі на 1 атом Карбону більше, ніж у метану, тобто 2.

Запишемо:

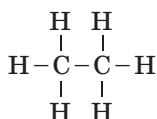


Зв'язки між атомами С ординарні, як і в усіх алканів.

Укажемо неспарені електрони в кожного Карбону таким чином, щоби він був чотиривалентний:



Оскільки в складі речовини є атоми Гідрогену, допишемо їх, пам'ятаючи про те, що Гідроген одновалентний:

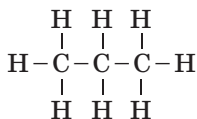


Структурна формула готова.

Молекулярна формула: C_2H_6 , назва — етан (рис. 60).

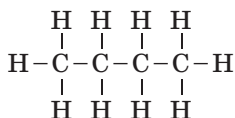
Між атомами Гідрогену й Карбону ковалентні зв'язки.

Тепер у такому самому порядку складемо формулу наступного представника алканів. У нього вже 3 атоми Карбону. Допишемо атоми Гідрогену й отримаємо формулу:



Молекулярна формула: C_3H_8 , назва — пропан.

Молекула наступного алкану має в складі 4 атоми Карбону:



Молекулярна формула: C_4H_{10} , назва — бутан.

Спробуємо зробити деякі висновки:

1. Суфікс у назві всіх алканів збігається із суфіксом у назві гомологічного ряду *-ан*.
2. Кількість атомів Гідрогену в кожного представника алканів удвічі більше, ніж атомів Карбону, й іще плюс 2 атоми Гідрогену.

Якщо між атомами Карбону один зв'язок, то говорять, що це молекули з простими, ординарними зв'язками (від французького *ordinaire* — «звичайний»). Часто слово «ординарні» замінюють словом «одинарні».

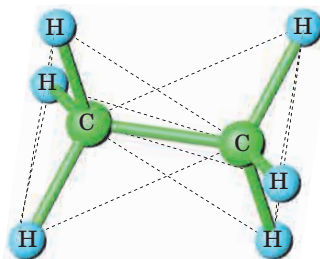
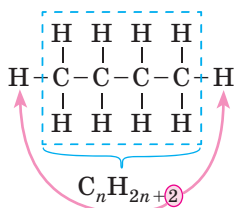


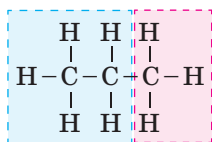
Рис. 60. Етан



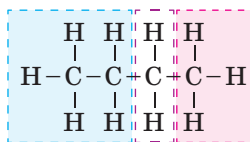
Тому можна написати загальну формулу алканів: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

За нею, знаючи кількість атомів Карбону, можна легко розрахувати кількість атомів Гідрогену в молекулі речовини.

3. Кожний алкан відрізняється від попереднього й наступного на групу $-\text{CH}_2-$, яку називають гомологічною різницею.



Пропан



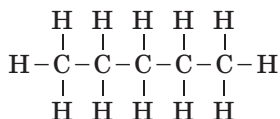
Бутан

Тепер можна дати визначення гомологам — речовинам, які входять в один гомологічний ряд:

Гомологи — це органічні речовини, які мають подібну будову й властивості, що становлять гомологічний ряд, структури яких відрізняються одна від одної на гомологічну різницю — групу $-\text{CH}_2-$.

Запишемо формулу наступного гомолога — пентану. Починаючи з нього назви алканів утворені від грецьких числівників: пента — п'ять, гекса — шість, гепта — сім і т. д. (див. с. 51).

Отже, у молекулі метану 5 атомів Карбону й 12 атомів Гідрогену — C_5H_{12} . Структурна формула:



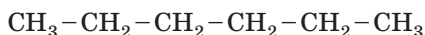
Можна спростити запис і атоми Гідрогену писати поряд із атомами Карбону: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$.

Можна навіть однакові групи атомів зібрати разом:



Завдання. Спробуйте далі написати формули алканів до десятого гомолога самі, а потім звірте з підручником.

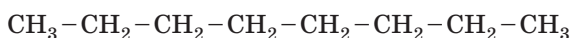
Гексан C_6H_{14}



Гептан C_7H_{16}



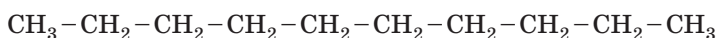
Октан C_8H_{18}



Нонан C_9H_{20}



Декан $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$



Ми написали перші 10 представників гомологічного ряду алканів. Назви представників інших гомологічних рядів і класів будують з урахуванням назв відповідних алканів. Тому, якщо ви вивчите назви сполук цього ряду, то потім легко зможете називати інші органічні сполуки.

Просторова будова алканів

Ви пам'ятаєте, що молекула метану має тетраедричну форму. Тепер уявіть, що ми з'єднуємо тетраедри, утворюючи ланцюжки алканів. Подивимось на просторову модель молекули етану (рис. 60). Якщо в молекулі більш ніж 2 атоми Карбону, то що виходить? Правильно, вигнутий ланцюжок (рис. 61). При цьому можливе обертання фрагментів молекул навколо зв'язків С-С, що робить молекули вищих алканів з довгими ланцюжками гнучкими (рис. 62, 64).

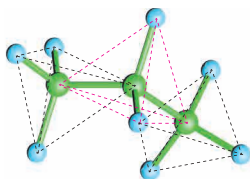


Рис. 61. Пропан

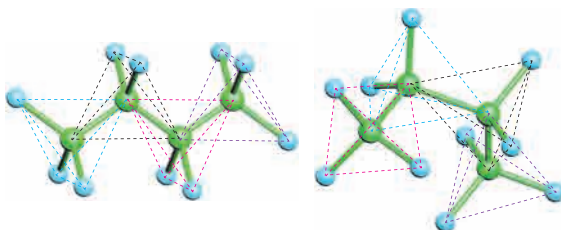


Рис. 62. Бутан

Тому структурні формули правильно було б писати так (рис. 63):

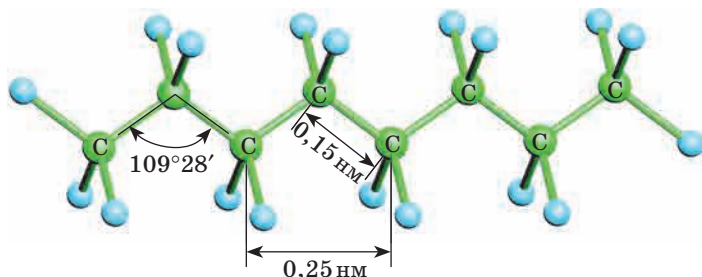


Рис. 63. Структура молекули вищих алканів

Але всі звикли писати ланцюжок рівно, тому так і пишуть.

Лабораторний дослід «Виготовлення моделей молекул алканів»

Складіть куле-стрижневі моделі молекул етану, пропану й бутану.



Фізичні властивості алканів

У звичайних умовах $\text{CH}_4 - \text{C}_4\text{H}_{10}$ — гази.

$\text{C}_5\text{H}_{12} - \text{C}_{15}\text{H}_{32}$ — рідини.

Починаючи із $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ — тверді речовини.

Температури плавлення й кипіння алканів, їхні густини збільшуються в гомологічному ряді зі збільшенням молекулярної маси. Всі алкани легше води, у ній не розчинні (тому що їхні молекули малополярні й не взаємодіють із полярними молекулами води), однак розчинні в неполярних розчинниках (наприклад, у бензині) і самі є гарними розчинниками. Температури кипіння й плавлення деяких алканів представлено в таблиці 10.

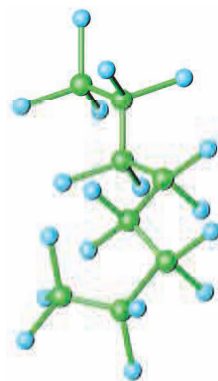


Рис. 64. Ланки ланцюжка можуть крутитися в різних напрямках

Таблиця 10

Температури кипіння й плавлення деяких алканів

Назва	Формула	$t_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$
Метан	CH_4	-182,5	-161,5
Етан	C_2H_6	-182,8	-88,6
Пропан	C_3H_8	-187,7	-42

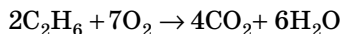
Закінчення табл. 10

Назва	Формула	$t_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$
Бутан	C_4H_{10}	-138,3	-0,5
Пентан	C_5H_{12}	-129,7	+36,1
Гексан	C_6H_{14}	-95,3	68,7
Гептан	C_7H_{16}	-90,6	98,4
Октан	C_8H_{18}	-56,8	124,7
Нонан	C_9H_{20}	-53,7	150,8
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	-29,6	174,0

Хімічні властивості

Реакції горіння

Всі алкани горять, і при цьому (якщо кисню було достатньо) утворюються вуглекислий газ і вода.



Можна експериментальним шляхом визначити продукти горіння алканів. Для цього, наприклад, можна взяти парафін. Той самий, з якого виготовляють свічки.

Лабораторний дослід «Виявлення продуктів горіння парафіну»

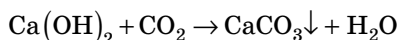
Запалимо свічку.

- 1) Суху пробірку закріпимо в тримачі, перевернемо догори дном і потримаємо над полум'ям до запотівання. Поясніть спостережуване явище.
- 2) У ту саму пробірку швидко долємо 2–3 мл вапняної води — розчин $\text{Ca}(\text{OH})_2$, збовтаємо. Що спостерігаємо? Поясніть.
- 3) Пінцетом внесемо шматочок жерсті (2×2 см) від консервної банки або предметне скло в зону темного конуса палаючої свічки й потримаємо 3–5 с. Виймемо жерсть або скло з полум'я, подивимося на нижню площину — видно чорний наліт. Поясніть, що це й чому цей наліт утворився.



Відповіді

- 1) На стінках пробірки конденсується вода, один із продуктів горіння парафіну. У цьому беруть участь атоми Гідрогену, які містилися в парафіні.
- 2) Під час доливання в пробірку вапняної води вона стає каламутною:



Це свідчить про те, що другим продуктом горіння парафіну є вуглекислий газ. У його утворенні беруть участь атоми Карбону, які містилися в парафіні.

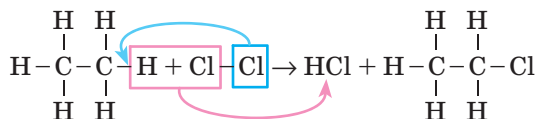
- 3) З'явилася чорна пляма — це сажа (вуглець), що утворився під час неповного згоряння парафіну.



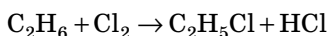
Можна трохи змінити дослід 2 і провести його так: пробірку сполоснути вапняною водою так, щоби на склі залишилися краплі. Якщо потримати цю пробірку над полум'ям свічки, то краплі стають мутними, непрозорими. Це утворився нерозчинний кальцій карбонат.

*Дізнайтеся більше**Реакції заміщення*

Для всіх алканів характерні реакції заміщення. Атом Гідрогену може замінюватися, наприклад, на атом Хлору, як і в реакції з метаном:



Або в молекулярній формі:



Зверніть увагу, що алкани хімічно досить інертні речовини, вони не взаємодіють із кислотами, лугами, не окиснюються такими окисниками, як, наприклад, калій перманганат.

ЗАСТОСУВАННЯ АЛКАНІВ

Оскільки реакції горіння алканів відбуваються з великим виділенням тепла, то їх використовують для одержання високих температур у промисловості, для обігріву будинків, приготування їжі. Пропан-бутановою сумішшю в зрідженому стані під тиском наповнюють газові балони й використовують як паливо в автомобілях.

Широко алкани застосовують у хімічних виробництвах як реагенти й розчинники для одержання різних органічних речовин.

Дізнайтеся більше

Назва «метанол» походить від грецьких слів *methy* — сп'яняти, вино і *hile* — ліс (так сказати, «деревне вино»). Слово «метан» (а також метанол, метил, метилен і т. д.) мають загальний корінь «мет», який у хімії означає угруповання, що містить один атом Карбону. Першою такою речовиною історично був метиловий (він же деревний) спирт або метанол, який раніше одержували сухою перегонкою деревини. Корінь слова «етан» походить від латинського слова *ether* — ефіри, тому що залишок молекули етану C_2H_5 входить до складу медичного ефіру. Назви «пропан» і «бутан» походять від назв відповідних кислот — пропіонової та бутанової (масляної). Пропіонова кислота — «перша» (тобто з найкоротшим ланцюгом), яка трапляється в жирах, її назва походить від грецьк. *protos* — перший і *pion* — жир. Бутан і бутанова кислота (англ. *butyric acid*) — від грецьк. *butyron* (масло). Ця кислота виділяється під час згіркнення масла.

ОБЧИСЛЕННЯ ОБ'ЄМНИХ ВІДНОШЕНЬ ГАЗІВ ЗА ХІМІЧНИМИ РІВНЯННЯМИ

Закон Гей-Люссака

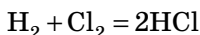
Важливим внеском у встановленні й розумінні такої величини, як моль, стали роботи хіміків із газами. Загалом саме вивчення газів підштовхнуло хіміків до математичних розрахунків. Так, на початку XIX століття Жозеф-Луї Гей-Люссак, ґрунтуючись на численних експериментах, сформулював закон об'ємних відношень:

Об'єми газів, що вступають у реакцію за однакових умов, відносяться один до одного як прості цілі числа.



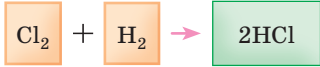
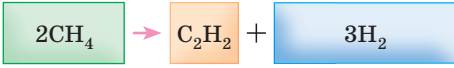
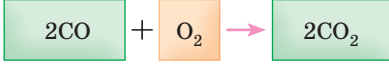
Практично об'єми газів, що реагують, пропорційні коефіцієнтам у рівнянні реакції.

Наприклад, під час утворення гідроген хлориду в реакцію вступає один об'єм водню й один об'єм хлору; у результаті утворюються 2 об'єми HCl:



Цим законом дуже зручно користуватися під час розв'язування задач, але тільки в тому випадку, якщо об'єми всіх газів, що беруть участь у реакції, виміряно за однакових умов (табл. 11).

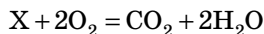
Таблиця 11

Хімічна реакція	Відношення об'ємів газів	
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$	1 : 1 : 2	
$2\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$	2 : 1 : 3	
$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$	2 : 1 : 2	

► **Приклад 1.** Під час повного згоряння суміші, яка складається з одного об'єму певного газу та двох об'ємів кисню, утворився один об'єм вуглекислого газу та два об'єми водяної пари. Визначте формулу газу. Всі об'єми газів виміряно за однакових умов.

Пояснення розв'язання

Запишемо рівняння, позначивши невідомий газ X, з урахуванням, що об'єми газів відповідають коефіцієнтам у рівнянні реакції:



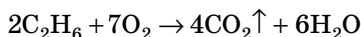
Очевидно, що невідомий газ складається з атомів Карбону й Гідрогену, кисню в ньому немає, тому що кількість атомів Оксигену зліва і справа однакова (по 4). Оскільки рівняння зрівняне, то до складу невідомого газу має входити 1 атом Карбону й 4 атоми Гідрогену, тобто формула речовини CH_4 .

Застосування цього закону полегшує розрахунки.

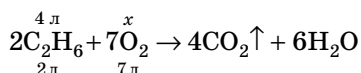
Приклад 2. Який об'єм кисню необхідний для згоряння 4 л етану? Всі об'єми газів виміряно за однакових умов.

Пояснення розв'язання

Складемо хімічне рівняння горіння етану:



Оскільки коефіцієнти в хімічних рівняннях означають кількість речовини (в молях), вони відповідають і певним об'ємам (у л), тому під речовинами в хімічному рівнянні підписуємо об'єми згідно з коефіцієнтами. Запишемо над рівнянням об'єм етану, даний у задачі, та « x »:

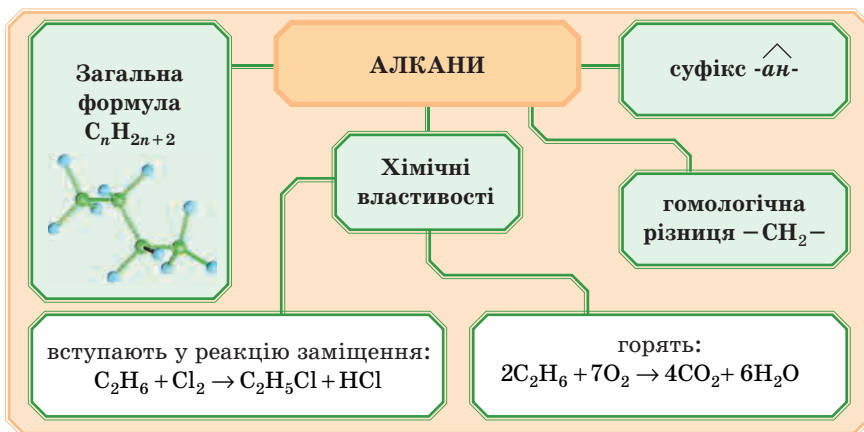


На підставі цього складемо пропорцію:

$$\frac{4\text{ л}}{2\text{ л}} = \frac{x}{7\text{ л}}; \quad x = \frac{4\text{ л} \cdot 7\text{ л}}{2\text{ л}} = 14\text{ л.}$$

Відповідь: 14 л кисню.

Підсумуємо вивчене в параграфі:



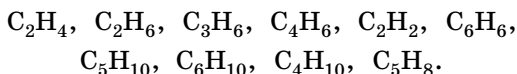
ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

296. Які молекулярні формули в етану? пропану? гексану?
297. Назвіть загальну формулу алканів.
298. Які речовини називають гомологами?
299. Охарактеризуйте фізичні властивості алканів.

300. Розкажіть, як експериментальним шляхом можна довести, що до складу вуглеводнів входять Карбон і Гідроген.
301. Який тип реакцій характерний для алканів?
302. Розкажіть, де застосовують алкани.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

303. Підкресліть формули речовин, які належать до гомологічного ряду алканів:



304. Який гомолог метану має густину за воднем, майже рівну густині повітря?
305. Не звертаючись до довідкових даних, розташуйте вуглеводні за порядком підвищення температур кипіння: декан, гексан, гептан, октан.
306. Який об'єм вуглекислого газу утворюється під час спалювання 10 л пропану? Об'єми всіх газів виміряно за однакових умов.
307. Розрахуйте, який об'єм кисню необхідний для спалювання 1 л пропану, 1 л бутану, 1 л пентану. Зробіть висновок про споживання кисню під час спалювання різних алканів. Об'єми всіх газів виміряно за однакових умов.
308. Складіть молекулярну формулу вуглеводню гомологічного ряду метану, який містить:
- 18 атомів Гідрогену;
 - 36 атомів Гідрогену.
309. Який об'єм повітря витрачається під час повного згоряння 1 л метану? Об'ємна частка кисню в повітрі 21%. Об'єми всіх газів виміряно за однакових умов.

Для допитливих

310. Під час згоряння 2 об'ємів газоподібного вуглеводню одержали 4 об'єми вуглекислого газу й 6 об'ємів випарів води. Об'єми всіх газів виміряно за однакових умов. Визначте формулу речовини.
311. Під час згоряння 1 об'єму газоподібного вуглеводню витратили 2 об'єми кисню, одержавши 1 об'єм вуглекислого газу й 2 об'єми випарів води. Об'єми всіх газів виміряно за однакових умов. Визначте формулу речовини.

312. Під час очищення методом шумування стічних вод, які містять органічні речовини, виділяється газ із густиною за киснем $1/2$, використовуваний на водоочисних станціях як пальне. Який це газ?
313. Напишіть формулу газоподібного алкану, під час згоряння якого витрачається кисню за об'ємом у 5 разів більше, і формулу алкану, на згоряння якого витрачається кисню в 11 разів більше, ніж об'єми взятих алканів.
314. Позначивши індекс біля символу Карбону через n , напишіть у загальному вигляді рівняння реакції горіння алкану.
315. Етан під час пропускання крізь нього електричних іскор розкладається на прості речовини. Як змінюється при цьому об'єм газу й у скільки разів?
316. Визначте молекулярну формулу газоподібного вуглеводню, який містить 82,8% Карбону й 17,2% Гідрогену. Густина речовини за нормальних умов дорівнює 2,59 г/л.

Підказка: густина показує масу 1 літра газу. Врахуємо, що умови нормальні, отже, 1 моль займе об'єм 22,4 л, а його маса буде дорівнювати молярній масі. Складаємо пропорцію:

1 л — 2,59 г

22,4 л — x г

У такий спосіб ми обчислили молярну масу. А далі розв'яжуть самі.

§ 23. ЕТЕН (ЕТИЛЕН) І ЕТИН (АЦЕТИЛЕН).

ЇХНІ БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ



У § 20 ми зазначали, що до особливостей органічних сполук належить можливість утворення двох і трьох зв'язків між атомами Карбону. Зараз ми будемо вивчати саме такі сполуки.

Ми вже зазначали, що всі 4 неспарені електрони атома Карбону в молекулах алканів утворюють ковалентні зв'язки із чотирма сусідніми атомами, тобто насичені (заповнені) до межі. Тому для них можливі, крім реакцій горіння, тільки реакції заміщення: приєднувати до атома Карбону атоми інших елементів у молекулах алканів просто нікуди.

Якщо ж у сполуках між сусідніми атомами Карбону є два $C=C$ або три $C\equiv C$ ковалентні зв'язки, то їхні властивості змінюються, виникає можливість приєднання атомів інших елементів до атомів Карбону. Тому такі сполуки називають **ненасиченими вуглеводнями**.



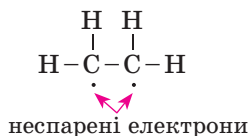
Хоча $C=C$ зазвичай називають «подвійним» зв'язком, а $C\equiv C$ — «потрійним», не слід забувати, що це лише історичні назви. Насправді $C=C$ — це два, а $C\equiv C$ — три різних ковалентних зв'язки.

ЕТЕН

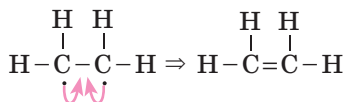
Розглянемо представника ненасичених вуглеводнів — **етен**.

У молекулі етену між атомами Карбону є один подвійний зв'язок (два зв'язки).

Експериментально було доведено, що до складу етену входять 2 атоми Карбону й 4 атоми Гідрогену. Причому його молекула симетрична, тобто біля кожного атома Карбону однакова кількість атомів Гідрогену. Спробуємо скласти формулу:

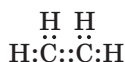


В обох атомів Карбону залишається по неспареному електрону. Ці електрони утворюють іще один ковалентний зв'язок між атомами Карбону.



Це і є структурна формула етену (рис. 65).

Електронна формула:



Молекулярна формула — C_2H_4 .



Рис. 65. Об'ємна модель молекули етену



— Я вважаю, що одного ковалентного зв'язку між атомами Карбону досить для утворення молекули.

— Думаю, що так. Але тоді виходить, що другий ковалентний зв'язок між атомами можна розірвати, а до отриманих неспарених електронів приєднати інші атоми?

— Так. Тому речовини з двома і трьома ковалентними зв'язками мають назву ненасичені вуглеводні.



Стара назва етену — етилен. Її досі використовують.

Дослід

Складіть куле-стрижневу модель молекули етилену. Не забудьте, що між атомами Карбону має бути два зв'язки.



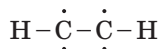
Подивимося ще раз на формулу етену. За рахунок утворення двох зв'язків між атомами Карбону атомів Гідрогену стало на 2 менше, ніж у молекулах алканів.

ЕТИН

Наступна органічна речовина, з якою ми будемо знайомити-ся — це **етин** або **ацетилен** з формулою C_2H_2 .

Етин належить до вуглеводнів, у молекулах яких між атомами Карбону існує один потрійний зв'язок (три зв'язки).

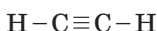
Спробуємо уявити, як буде виглядати структурна формула цієї сполуки, з урахуванням того, що молекула симетрична, тобто біля кожного атома Карбону буде тільки по одному атому Гідрогену. Не слід забувати й про те, що атоми Карбону чотиривалентні.



Неспарені електрони атомів Карбону будуть утворювати один з одним ковалентні зв'язки:



Структурна формула:



Електронна формула:



Рис. 66. Модель молекули етину

Дослід «Виготовлення моделі молекули етину»

Складіть куле-стрижневу модель молекули етину. Не забудьте, що між атомами Карбону має бути три зв'язки.



У молекулах алкінів за рахунок утворення потрійного зв'язку атомів Гідрогену менше, ніж у алканів, на 4.

Дізнайтеся більше

- ♦ У природних умовах у межах Землі етін практично не трапляється через наявність кисню, сильного окисника, який руйнує вуглеводневі зв'язки в молекулі ацетилену. Однак на інших планетах (Сатурн, Уран, Юпітер) виявлений у великих концентраціях у рідкому стані за температури середовища нижче $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ♦ Чистий 100 % ацетилен не має запаху, але технічний ацетилен містить домішки, які надають йому різкого запаху.
- ♦ Ацетилен вимагає великої обережності під час користування. Він може вибухати від удару, за нагрівання до $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ або стиснення вище 0,2 МПа.
- ♦ Струмінь ацетилену, випущений у відкрите повітря, може спалахнути від найменшої іскри, в тому числі від розряду статичної електрики з пальця руки.

Фізичні властивості

Етен і етин — безбарвні гази, майже без запаху, легше за повітря, погано розчинні у воді.

▼ **Завдання.** Розрахуйте, у скільки разів етилен і ацетилен легше повітря.

Хімічні властивості

1. Етен і етин добре горять

Оскільки вони складаються з атомів Карбону й Гідрогену, то в продуктах реакції будуть вуглекислий газ і вода.

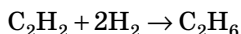
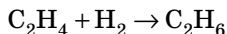


Обидві реакції відбуваються з виділенням великої кількості тепла.

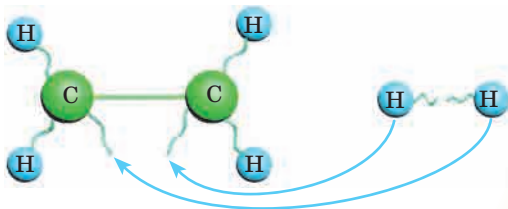
2. Для етену й етину характерні реакції приєднання

Щоб утримувати атоми в молекулі, достатньо ординарного ковалентного зв'язку. Додаткові зв'язки (один в алкенів і два в алкінів) менш міцні й можуть бути розірвані. При цьому до отриманих неспарених електронів можуть приєднуватися атоми інших елементів. Так, ненасичені вуглеводні можуть приєднувати молекули водню. Подумайте: що утвориться?

Придумали? Якщо ви вирішили, що вийдуть алкани — ви молодці. Запишемо рівняння реакцій:



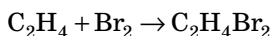
— Уявімо реакції приєднання так: є 2 кульки, між ними 2 мотузочки. Одну мотузочку можна розрізати й до хвостиків прив'язати ще кульки:



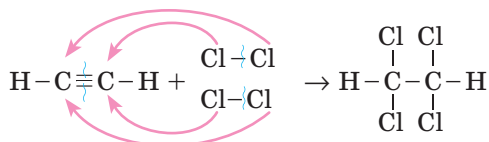
Ненасичені вуглеводні можуть приєднувати молекули галогенів. Для цього достатньо, наприклад, етилен пропустити через розчин броду у воді — бромну воду:



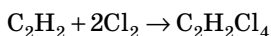
Або в молекулярній формі:



Реакція хлору з етином:



Або в молекулярній формі:



Бромна вода жовтого кольору, у процесі реакції знебарвлюється, тому що молекули броду, які надають жовтого забарвлення, приєднуються до молекул етилену або етину. Ця реакція є **якісною для всіх ненасичених вуглеводнів**.

Нагадуємо, що за допомогою якісних реакцій можна відрізнити одні речовини від інших.

На відміну від алканів, етен та етин здатні окиснюватися. Так, рожевий розчин KMnO_4 знебарвлюється за рахунок окиснення під час пропускання через нього цих газів.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕТЕНУ Й ЕТИНУ

В основному, ці вуглеводні використовують в органічному синтезі для одержання інших органічних речовин. Під час горіння ацетилену в кисні температура полум'я досягає 3150°C . Тому його використовують в апаратах для зварювання й різання металу.

Дізнайтеся більше

Про етен...

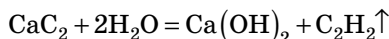
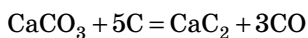
- ♦ У незначній кількості етилен міститься в багатьох тканинах рослин, але найбільше його в плодах.
- ♦ Етен має цікаву особливість — він прискорює дозрівання плодів (помідорів, динь, груш, лимонів тощо). Використовуючи це, плоди можна транспортувати ще зеленими, а потім доводити їх до стиглого стану вже на місці споживання, вводячи в повітря складських приміщень невеликі кількості етилену. І навпаки, щоби зберегти спілі плоди протягом тривалого часу, треба частіше провітрювати

овочесховища, видаляючи не тільки тепло, яке виділяють овочі й фрукти під час зберігання, але й етилен, що утворюється.

- ♦ Як виявилось, етилен сприяє не тільки дозріванню плодів, але й викликає обпадання листя. Механізм фізіологічної дії етилену ще до кінця не вивчений, однак передбачається, що він бере участь в активації деяких ферментів рослин.

Про ацетилен...

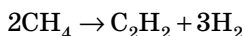
- ♦ Цей газ без запаху зі слабкою наркотичною дією випадково був відкритий хіміком Едмундом Деві 1836 року. Він нагрівав вапняк із вугіллям з метою одержати метал кальцій. Замість сріблястого металу він отримав білу речовину, яка активно почала реагувати з водою з виділенням невідомого газу:



Цей газ виявився ацетиленом, який під час горіння давав багато тепла. Відкриттям цього газу в XIX столітті одразу скористувалися грабіжники для вирізання дверей сейфів за допомогою ацетиленово-кисневих пальників.

Одержання етену й етину

Якщо метан нагріти до температури близько 1500 °C він розкладається з утворенням вуглецю і водню. Але, виявляється, якщо продукти реакції швидко охолодити, то утворюється етин:



Цікаво, що для цього процесу були сконструйовані спеціальні печі. Ця реакція широко використовується в промисловості, тому що етин є сировиною для багатьох органічних синтезів. Вчені запропонували й інші способи отримання етину й етену з алканів, тому що їх потреба досить велика.

Для допитливих

Задачі, в яких потрібно визначити молекулярну формулу органічної речовини за масовими частками елементів у цій речовині, розв'язують так само, як і задачі з неорганічними речовинами. Нагадаємо розв'язання задачі на прикладі.

- ▶ **Приклад.** Визначте молекулярну формулу вуглеводню, якщо масова частка Карбону в ньому дорівнює 0,857, а густина за гелієм — 14.

Розв'язання

У цій задачі не сказано, до якого гомологічного ряду належить цей вуглеводень, тому неможливо скористатися загальною формулою якого-небудь гомологічного ряду. Позначимо вуглеводень як C_xH_y .

- 1) Обчислюємо, використовуючи значення густини за гелієм, молярну масу цього вуглеводню. При цьому слід урахувати, що в інертних газів молекули одноатомні:

$$D_{\text{He}}(C_xH_y) = \frac{M(C_xH_y)}{M(\text{He})},$$

звідси

$$M(C_xH_y) = D_{\text{He}}(C_xH_y) \cdot M(\text{He}). \quad M(C_xH_y) = 14 \cdot 4 = 56 \text{ г/моль.}$$

- 2) Прийемо, що кількість речовини C_xH_y дорівнює 1 моль, тоді маса буде дорівнювати $m = M \cdot n$:

$$m(\text{речовини}) = 56 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 56 \text{ г.}$$

- 3) Формула для визначення масової частки елемента в речовині:

$$\omega = \frac{m(\text{ел-та})}{m(\text{речовини})}.$$

Оскільки в задачі є масова частка Карбону, обчислимо його масу:

$$m(\text{C}) = \omega \cdot m(\text{речовини}); \quad m(\text{C}) = 0,857 \cdot 56 \text{ г} = 48 \text{ г.}$$

- 4) У формулі C_xH_y коефіцієнти x і y показують кількість речовини Карбону й Гідрогену.

Виходячи з формули $n = \frac{m}{M}$ визначаємо число атомів Карбону:

$$n(\text{C}) = \frac{48 \text{ г}}{12 \text{ г/моль}} = 4 \text{ моль,}$$

де 12 г/моль — молярна маса атома Карбону.

- 5) Оскільки речовина складається тільки з Карбону й Гідрогену, маса Гідрогену буде дорівнювати: $56 \text{ г} - 48 \text{ г} = 8 \text{ г}$.

- 6) Визначаємо кількість речовини Гідрогену:

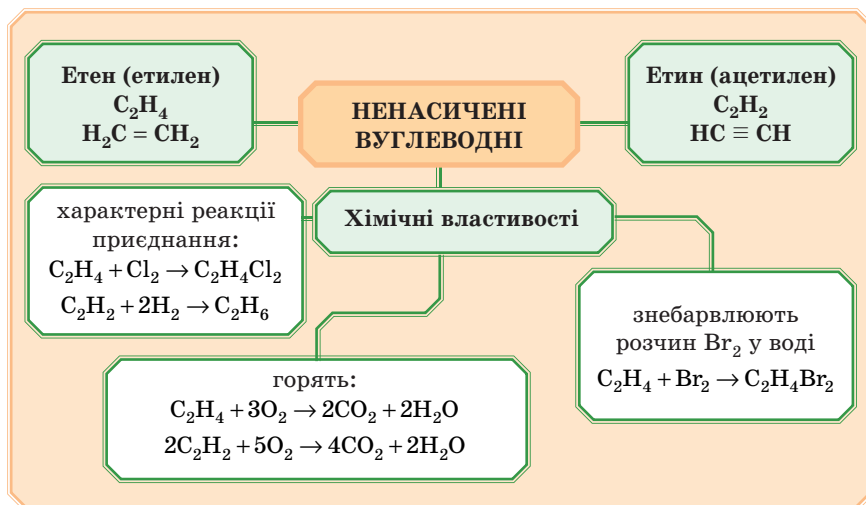
$$\frac{8 \text{ г}}{1 \text{ г/моль}} = 8 \text{ моль,}$$

де 1 г/моль — молярна маса атома Гідрогену.

Отже, в 1 моль речовини міститься 4 моль С і 8 моль Н, а відповідно, в 1 молекулі речовини міститься 4 атоми С і 8 атомів Н.

Відповідь: молекулярна формула речовини C_4H_8 .

Підіб'ємо підсумок:

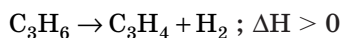
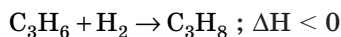


ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

317. Скільки неспарених електронів утворюють хімічні зв'язки між атомами Карбону в молекулі етену? етину?
318. Назвіть формули етену і етину.
319. Який тип реакцій характерний для ненасичених вуглеводнів?
320. Які фізичні властивості в етену й ацетилену?
321. Розкажіть про застосування етилену й ацетилену.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

322. Укажіть ендо- і екзотермічні реакції:



Відповідь поясніть.

323. Чотири газометри наповнені газами: один — етаном, інший — етенном, третій — пропаном, четвертий — етином. Чи можна визначити, який газ міститься в кожному з газометрів, шляхом порівняння об'ємів кисню, необхідних для випалювання однакових об'ємів цих газів?

Відповідь підтвердьте розрахунками.

Для допитливих

324. У молекулі одного з ненасичених вуглеводнів міститься всього 24e. Визначте його молекулярну масу, напишіть реакцію взаємодії з воднем.
325. Визначте молекулярну формулу газоподібного вуглеводню, якщо відомо, що він удвічі важче повітря, а вміст у ньому Карбону становить 82,76%.
326. У вуглеводні масова частка Карбону дорівнює 92,3%. Відносна густина випарів вуглеводню за вуглекислим газом дорівнює 0,59. Визначте формулу вуглеводню, напишіть реакцію його взаємодії з хлором.
327. Наведіть приклади реакцій, з допомогою яких можна розрізнити насичені й ненасичені вуглеводні.
328. У реакцію горіння вступає $20 \cdot 10^{28}$ молекул етену. Розрахуйте об'єм кисню (н.у.), який вступив у реакцію. Проведіть такі самі розрахунки для етіну. Поясніть отриманий результат.
329. Ненасичений вуглеводень масою 0,21 г здатний приєднати 0,80 г бромю. Знайдіть його молекулярну масу.
330. Запропонуйте спосіб очищення етану від домішок етилену. Напишіть рівняння відповідних реакцій.
331. Ненасичений вуглеводень масою 2,8 г реагує з 0,896 л водню (н. у.). Визначте його молекулярну масу.

§ 24. РЕАКЦІЇ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ. ПОЛІЕТИЛЕН

— Дедалі більше в наше життя входять полімери. Без них уже неможливо обійтися. Що ж це за речовини і як їх одержують?

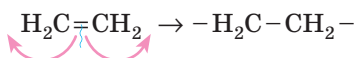


РЕАКЦІЯ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ

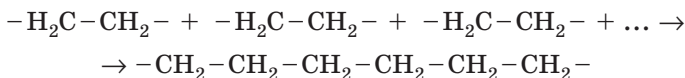
Наявність двох зв'язків між атомами Карбону визначає ще одна цікава властивість ненасичених вуглеводнів: вони здатні з'єднуватися між собою в дуже довгі молекули — ланцюжки — полімери.

Розглянемо як це відбувається на прикладі етену.

За певних умов, зокрема за підвищеної температури й тиску, може відбутися розрив одного із двох зв'язків.



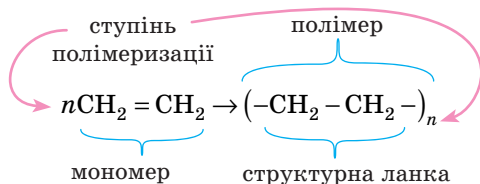
Цей процес відбувається одночасно з дуже великою кількістю молекул. Одержувані при цьому неспарені електрони різних молекул можуть утворювати зв'язки:



У результаті утворюється ланцюжок, який складається із сотень і навіть тисяч молекул. Цю гігантську молекулу називають **макромолекулою**, або **полімером**. Назва полімеру походить від назви тієї речовини, яка вступала в реакцію полімеризації, із префіксом *поли-*. У нашому випадку це етилен, тому назва полімеру — поліетилен.

Процес одержання полімеру називають **реакцією полімеризації**.

Рівняння утворення поліетилену записують так:



У цьому записі коефіцієнт n — це число, яке показує, скільки молекул етену вступило в реакцію полімеризації, й називається **ступенем полімеризації**.

Речовина, що вступає в цю реакцію, у цьому випадку етен, називається **мономер**; те, що одержали, звичайно, **полімер**, а та частина полімеру, що весь час повторюється й відповідає мономеру, — **структурна ланка**.

У результаті утворюється така молекула (рис. 67):

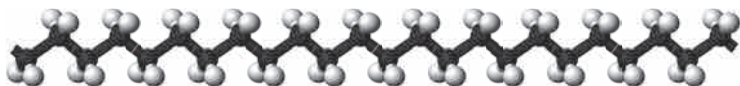


Рис. 67. Фрагмент молекули поліетилену

Дізнайтеся більше

Залежно від ступеня полімеризації з одних і тих самих мономерів можна одержувати речовини з різними властивостями.

Наприклад:

- ♦ поліетилен з короткими ланцюгами ($n = 20$) є рідиною, яка має мастильні властивості;
- ♦ поліетилен з довжиною ланцюга 5–6 тис. ланок являє собою твердий, але гнучкий пластичний матеріал, з якого можна одержувати плівки, виготовляти пляшки та інші вироби;
- ♦ поліетилен з довжиною ланцюга 1500–2000 ланок є твердою речовиною, з якого можна виробляти литі вироби, міцні нитки.

У полімерному матеріалі довгі нитки макромолекул переплетені між собою. Однак під час нагрівання нитки будуть розплітатися, зв'язки розриватимуться й полімер зруйнується. Так, поліетилен за температури близько $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ починає розм'якшуватися й утрачає свою форму, а за подальшого нагрівання зруйнується.

ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІЕТИЛЕНУ**Дослід «Виявлення властивостей поліетилену»**

Візьміть кілька шматочків або гранул поліетилену, розгляньте їх. Відзначте, які вони на дотик, спробуйте їх розірвати, зігнути. Помістимо зразки поліетилену в 3 пробірки. В одну долємо розчин натрій гідроксиду (або іншого лугу), у другу — розчин сульфатної кислоти, у третю — розчин калій перманганату. Чи відбуваються зміни?



Візьмемо тигельними щипцями шматочок поліетилену та внесемо його в полум'я. Відзначимо, що він спочатку плавиться, а потім загоряється й горить кіптявим полум'ям.

Обговоріть результати дослідів й зробіть висновок про хімічну активність поліетилену.

Отже, ми можемо на підставі результатів дослідів говорити, що поліетилен — це пластичний матеріал, легко згинається, слизький на дотик, хімічно інертний: не реагує з розчинами кислот, лугів, окисників, під час нагрівання спочатку розм'якшується, потім загоряється.

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІЕТИЛЕНУ

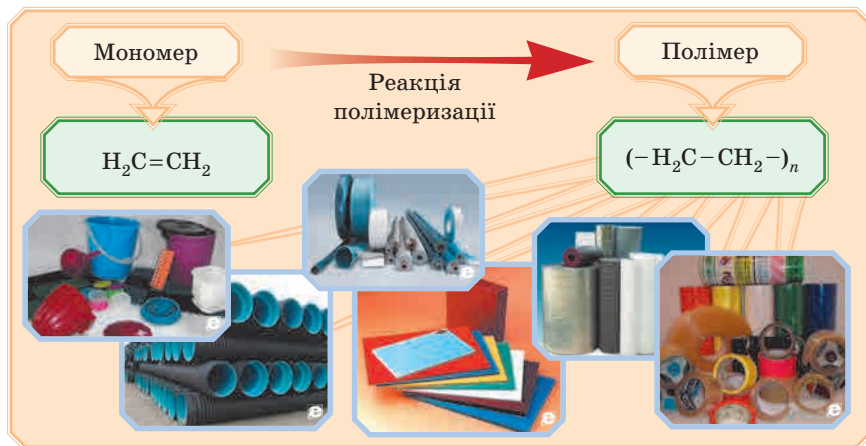
Поліетилен був першим отриманим полімером. Він відразу дістав широке застосування. Як речовину, що не проводить струм, його використовують в електричних приладах, із нього виготовляють корпуси різних приладів. Значна газо- й водонепроникність плівок із поліетилену дозволяє широко використовувати його як пакувальний матеріал для харчових і нехарчових продуктів.

У сільському господарстві плівки з поліетилену використовують як укриття в парниках і теплицях. Оскільки поліетилен хімічно інертний, то з нього виготовляють тару для зберігання й перевезення хімічно активних речовин.

Поліетилен широко застосовують у побуті. З нього виготовляють пляшки, склянки, безліч мішечків різної міцності, пробки і т. д.

Одержують різні види поліетилену. Є й такий, який йде на виробництво водопровідних і каналізаційних труб. Вони легко монтуються й дуже довговічні.

Підсумок:



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

332. Що являють собою полімери з хімічної точки зору?
333. Як називають реакції, в результаті яких утворюються полімери?
334. Що спільного й у чому відмінність між молекулою мономера й структурною ланкою утвореного ним полімеру?

335. Що показує ступінь полімеризації?
 336. Опишіть властивості поліетилену.
 337. Розкажіть про застосування поліетилену.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

338. Поліетилен з відносною молекулярною масою близько 500 являє собою в'язку рідину. Обчисліть ступінь полімеризації такого поліетилену.
 339. У мережі Інтернет знайдіть інформацію про те, яку конкретно небезпеку для навколишнього середовища становлять полімери.
 340. Запропонуйте, як боротися із забрудненням середовища виробами з полімерів. Які можуть бути альтернативи полімерам, що погано розкладаються у природі?
 341. Обговоріть, чи можливо прожити день без використання штучно отриманих полімерів.
 342. Зробіть стисле повідомлення про найбільш незвичайний, на ваш погляд, полімер.

Для допитливих

343. Газ тетрафторетилен $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ утворює полімер тефлон, який відрізняється винятково високою хімічною стійкістю: на нього навіть за нагрівання не діють ані кислоти, ані звичайні окисники. Складіть рівняння реакції полімеризації тетрафторетилену подібно до того, як це було дано вище для етилену.

§ 25. ПРИРОДНИЙ ГАЗ, НАФТА, КАМ'ЯНЕ ВУГІЛЛЯ — ПРИРОДНІ ДЖЕРЕЛА ВУГЛЕВОДНІВ



— Я читав, що Д. І. Менделєєв сказав: «Спалювати нафту — однаково, що палити грубку асигнаціями». Не розумію цього виразу.

— Асигнації — це гроші. Дмитро Іванович хотів сказати, що просто спалювати нафту — це вкрай не вигідно. Її треба переробляти й одержувати безліч цінних продуктів.

— Думаю, це стосується й інших природних джерел вуглеводнів.



Природні гази, нафта й кам'яне вугілля — основні джерела вуглеводнів. Під час їх переробки можна одержати майже всі органічні сполуки, що використовуються людьми. Об'єми видобутку вуглеводнів збільшуються щороку, але ще швидше збільшується потреба в них. Якщо раніше основну їх частину використовували тільки у вигляді палива, то зараз акценти зміщаються в напрямку їх переробки й одержання нових органічних речовин: синтетичні волокна, штучне хутро, барвники, розчинники, різні види палива, лікарські препарати, мастила, пластмаси, каучуки, будівельні матеріали тощо. Просто спалювання газу, нафти, вугілля економічно вкрай невигідно. До того ж продукти спалювання природних вуглеводнів забруднюють атмосферу. Тому щороку дедалі активніше відбувається пошук альтернативних джерел енергії.

ГАЗ

Газ, який добувають, ділять на природний і супутній (рис. 68). Супутній газ важкий, звичайно, природний, але він міститься в родовищах разом із нафтою — частково він у ній розчинений, а частково може розташовуватися над нафтою, утворюючи так звану «газову шапку».

Природний газ у родовищах міститься сам, без нафти.

Природний газ

У природному газі містяться вуглеводні з невеликою відносною молекулярною масою. Він має такий приблизний склад (за об'ємом): 80–90 % метану, 2–3 % його найближчих гомологів — етану, пропану, бутану й невеликий уміст домішок — гідроген сульфід, азоту, інертних газів, карбон(IV) оксиду й випарів води.

Супутній газ

У супутніх газах міститься менше метану, але більше етану, пропану, бутану й вищих вуглеводнів. Крім того, у них присутні, в основному, ті самі домішки, що й у інших природних газах, не пов'язаних з покладами нафти, а саме: гідроген сульфід, азот, інертні гази, випарів води, вуглекислий газ.

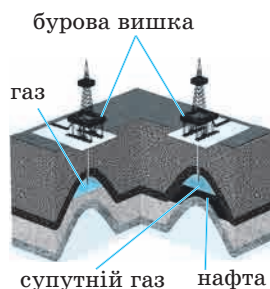


Рис. 68. Розміщення природного і супутнього газу в родовищах

Раніше супутні гази не використовували, тому під час видобутку нафти їх спалювали. Гігантські смолоскипи горіли роками, поки не вигорить увесь супутній газ і з'явиться можливість добувати нафту із цієї свердловини. На сьогодні їх намагаються вловлювати й використовувати як паливо та як цінну хімічну сировину.

Застосування газу

Газ широко використовують як паливо з високою теплотворною здатністю (під час спалювання 1 м^3 виділяється до 54 400 кДж). Це один із кращих видів палива для побутових і промислових потреб. Крім того, природний газ є цінною сировиною для хімічної промисловості.

В останні роки значно збільшилося виробництво газів шляхом переробки кам'яного вугілля, торфу й сланців.

НАФТА

Нафта — оліїста рідина світло-бурого, темно-бурого або майже чорного кольору з характерним запахом (рис. 69).

Нафта легше води (густина $0,73\text{--}0,97 \text{ г/см}^3$), у воді майже не розчинна.

Археологічні розкопки показали, що на березі Євфрату нафту добували ще 6–4 тис. років до н. е.



Рис. 69. Нафта

За складом нафта — складна суміш вуглеводнів різної молекулярної маси, головним чином рідких (у них розчинені тверді й газоподібні вуглеводні). Співвідношення вуглеводнів у нафті різних родовищ коливається в широких межах. Крім вуглеводнів нафта містить оксигено-, сульфуро- і нітрогеновмісні органічні сполуки.

Нафта, яку качають зі свердловини, називається сировою нафтою. Її зазвичай не застосовують. Для одержання з нафти технічно цінних продуктів її піддають переробці.

Переробка нафти починається з первинної перегонки.

До проведення перегонки від нафти відокремлюють гази — метан, етан, пропан і бутан.

Вуглеводні, які входять до складу нафти, відрізняються один від одного своїми хімічними й фізичними властивостями. Різну температуру кипіння цих вуглеводнів покладено в основу первинної перегонки нафти.



— Уявіть, що у вас змішано дві рідини з різними температурами кипіння, наприклад спирт і воду. Якщо ми будемо кип'ятити цю суміш, першим буде випаровуватися спирт як такий, що має більш низьку температуру кипіння, а вже потім — вода.



— Випари спирту можна зібрати й конденсувати. Це і є перегонка. Те саме відбувається й із нафтою, тільки склад нафти дуже різноманітний.

Власне перегонка здійснюється в ректифікаційній колоні, яка являє собою високий (50–60 м) циліндричний сталевий апарат (рис. 70).

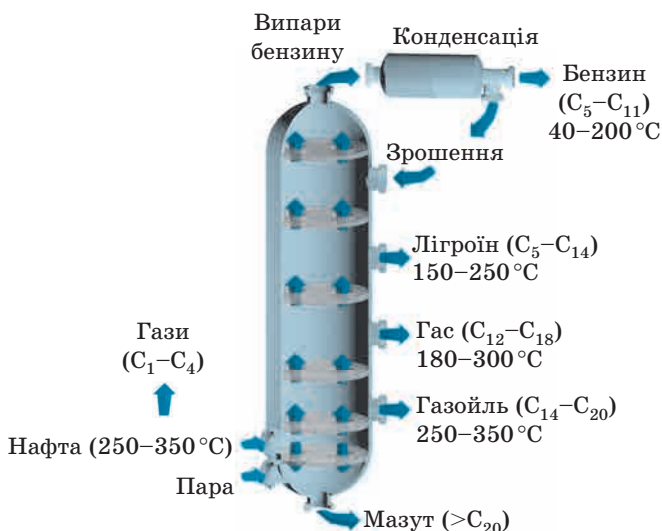


Рис. 70. Схема первинної переробки нафти

Нафту нагрівають, і з неї в міру нагрівання починають виділятися вуглеводні. Спочатку більш легкі, з меншим числом атомів Карбону та, відповідно, з більш низькою температурою кипіння,

потім більш важкі, потім ще більш важкі тощо. Для більшої ефективності розділення в колону продувають гарячий водяний пар. Така установка діє безупинно.



Суть перегонки — розділення нафти на окремі суміші вуглеводнів (фракції) за температурами кипіння. Тому таку перегонку називають фракційною.

Під час перегонки нафти одержують нафтопродукти: бензин ($t_{\text{кип.}} = 40$ до $150\text{--}200$ °С), лігроїн ($t_{\text{кип.}} = 120\text{--}240$ °С), гас ($t_{\text{кип.}} = 150\text{--}300$ °С), газойль — солярова олія ($t_{\text{кип.}}$ вище 300 °С), а в залишку — в'язку чорну рідину — мазут. Мазут піддають подальшій переробці.

При цьому виділяють мастила: веретенне, машинне, циліндрове та ін., а також вазелін і парафін. Із нього одержують і бітум, що використовують для покрівельних робіт. Після переробки мазуту залишається тверда речовина, яку використовують для асфальтування доріг.

Дізнайтеся більше

Нафтогазова промисловість України має багатомісячну історію: перші історичні дані про видобуток нафти на території західної України з'явилися ще в XIV столітті.

Промисловий видобуток нафти в Прикарпатті почався лише 1771 р., коли було відкрито нафтове родовище в сольовій шахті Слобода-Рунгурська (Івано-Франківська область) біля Калуша. А відомості про видобуток нафти в Бориславському районі (Львівська область) сягають 1792 року, коли в районі села Нагуєвичі (батьківщина письменника Івана Франка) з колодязів відрами добули 7 т нафти. Цікаво, що письменник присвятив цій темі свою повість «Борислав сміється», яка розповідає про страйк робочих нафтопромислів у місті Бориславі (Львівська обл.).

У 20-х роках XIX століття почався промисловий видобуток нафти в районі м. Борислав на Прикарпатті. У той час це був найбільший нафтовидобувний регіон у Європі. Уже на початку XX століття об'єм видобутку в цьому регіоні досяг 2 млн тонн на рік.

Саме з території України були здійснені перші у світі міждержавні поставки природного газу: 1945 року розпочато постачання з Дашавського й Опарського газових родовищ у Польщу.

Застосування продуктів переробки нафти

Продукти перегонки нафти мають різне застосування (рис. 71).



Рис. 71. Сфери застосування нафтопродуктів

Дізнайтеся більше

1853 року в аптеці «Під золотою зіркою» у Львові по вулиці Коперника фармацевтами Йоганом Зегом та Ігнацієм Лукасевичем було винайдено першу у світі газову (нафтову) лампу. Вона працювала за схемою згоряння гасу й гнота (шнура-провідника), який був пророчений тим же гасом.

Дослідники на настійну вимогу свого шефа аптекаря Миколяша намагалися одержати з нафти спирт, однак знеачька винайшли найбільш раціональний



Рис. 72. Пам'ятник винахідникам газової лампи

метод крекінгу нафти. Із цього часу газ стає найбільш уживаним у світі продуктом освітлення, яким навіть зараз, на початку XXI століття, ще користується третина людства.

Цю подію ознаменували не тільки письмовими згадками в історії, але й увічнили монументально: 2009 року поставили оригінальний пам'ятник двом винахідникам біля входу в однойменне кафе-музей «Газова лампа» (рис. 72).

ВУГІЛЛЯ

Вугілля, так само як і природні гази й нафта, є джерелом енергії й цінною хімічною сировиною.

Вугілля — тверда горюча корисна копалина органічного походження, яка утворилася з відмерлих рослин і планктонів.

Утворення вугілля з рослинних решток відбувається в результаті їх біохімічного розкладу без доступу повітря.

Вугілля дешевше нафти, воно більш рівномірно розподілене в земній корі. Його природні запаси набагато перевершують запаси нафти й, за прогнозами вчених, не будуть вичерпані ще протягом століття.

Під час переробки вугілля одержують дуже багато різних продуктів, з яких виробляють барвники, розчинники, вибухові речовини, лікарські й ароматичні сполуки, пестициди і т. д. Після витягування з вугілля органічних речовин залишається вуглець із невеликою кількістю домішок — кокс. Його використовують у металургії, застосовують у виробництві кальцій карбіду.

Підсумуємо вивчене в параграфі:



Дізнайтеся більше

Енергетики активно шукають інші джерела енергії, прагнучи отримати її від сонця, вітру і води. У цій ситуації на передній план знову виходять відновлювані джерела вуглеводнів — біомаса. Це рослини, у тому числі й найдавніший вид палива — дерево. У багатьох країнах світу дедалі більший розвиток отримують енергостанції, що працюють на деревній сировині.

Сучасне використання деревної енергії — це, звичайно, не спалювання зрубаних і розпиляних дерев. Сировиною для станцій є відходи лісової і деревообробної промисловості: тріска, неділова деревина, хмиз, пні тощо. Дедалі більшого поширення набувають паливні гранули (пелети) (англ. *Pellets*) — біопаливо, яке являє собою циліндричні гранули стандартного розміру. Сировиною для виробництва гранул можуть бути торф, балансова (неякісна) деревина та деревні відходи: кора, тирса, тріска та інші відходи лісозаготівлі, а також відходи сільського господарства: відходи кукурудзи, солома, відходи круп'яного виробництва, лушпиння соняшнику, шкаралупа горіхів і т. д.

ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

344. Як за складом природний газ відрізняється від супутнього?
345. Як ви вважаєте, який газ — природний або супутній — більш вигідний для переробки?
346. Які продукти одержують переробкою газу?
347. Де почали добувати нафту в промислових масштабах?
348. Які речовини входять до складу нафти?
349. У чому сутність фракційної перегонки нафти?
350. Які продукти одержують під час фракційної перегонки нафти?
351. Розкажіть про застосування продуктів, одержуваних із нафти.
352. Які продукти одержують під час переробки вугілля? Де їх використовують?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

353. Обчисліть об'єм повітря, необхідний для спалювання природного газу об'ємом 2 м^3 (н. у.), до складу якого входять: метан — 94 %, етан — 2 %, по 1,5 % пропану й бутану, решта — негорючі домішки. Об'ємна частка кисню в повітрі — 21 %.

354. Природний газ одного з родовищ містить 92 % метану, 3 % етану, 1,6 % пропану, 0,4 % бутану, 2 % азоту, карбон(IV) оксид, випари води й інші негорючі гази становлять 1 % . (Склад дано в об'ємних частках.) Який об'єм повітря буде потрібний для спалювання газу 5 м³ (за н. у.)? Об'ємна частка кисню в повітрі — 21 % .

Для допитливих

355. На горіння вуглеводню об'ємом 10 л витратили кисень об'ємом 50 л, і утворився вуглекислий газ об'ємом 30 л. Виведіть формулу вуглеводню й напишіть рівняння реакцій цієї сполуки з хлором. Чи буде він знебарвлювати розчин бромної води?
356. Виведіть формулу вуглеводню, якщо масова частка Карбону дорівнює 85,7 % і він має відносну густину за метаном 2,625. Як розпізнати експериментально цю речовину й метан?
357. У разі аварій на танкерах, які перевозять нафту, можливе її потрапляння в моря й океани. При цьому нафта утворює на поверхні води тонку плівку, яка осідає на крилах водоплавних птахів, забивається в травну й дихальну системи морських мешканців. Це призводить до їхньої загибелі. Нафтову плівку дуже важко зібрати. Оскільки нафта — горюча рідина, здавалося б, найпростіше спалити її. Однак нафтова плівка на поверхні води не горить. Чому? Запропонуйте свої способи збирання нафти.

§ 26. ПОНЯТТЯ ПРО СПИРТИ НА ПРИКЛАДІ МЕТАНОЛУ, ЕТАНОЛУ Й ГЛІЦЕРОЛУ

— Ми вивчали, що до складу органічних речовин можуть входити не тільки атоми Карбону й Гідрогену, але й інших елементів.

— Це дійсно так. Відомо безліч органічних речовин, до складу яких входить Оксиген. Вони дуже різноманітні за своєю будовою й властивостями, тому їх теж ділять на класи. Зараз ми розглянемо один із них — спирти.



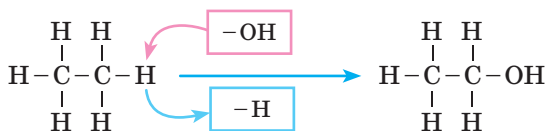
БУДОВА Й НАЗВИ СПИРТІВ

Спирти входять у велику групу органічних сполук, у молекулах яких є Оксиген, тому їх називають оксигеновмісними органічними сполуками.



Ви повинні пам'ятати, що Оксиген у сполуках дво-валентний.

Спирти — це оксигеновмісні органічні сполуки, у молекулах яких міститься одна або декілька гідроксильних груп $-OH$.

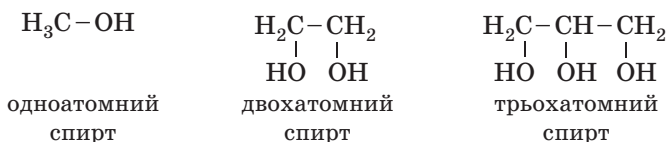


Якщо на гідроксогрупу замінений один атом Гідрогену, то спирт називають одноатомними, два атоми Гідрогену — двохатомними, три — трьохатомними і т. д.



Якщо в складі спиртів більше однієї гідроксогрупи, їх об'єднують у велику групу за назвою багатоатомні спирти.

Запам'ятайте, що спирти, які містять дві гідроксильні групи біля одного атома Карбону, нестійкі й самовільно розкладаються. Тому, якщо спирт, наприклад, трьохатомний, у його молекулах має бути як мінімум 3 атоми Карбону.



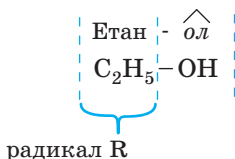
Наявність у молекулах спиртів групи $-OH$ визначає їхні особливі, відмінні від інших органічних сполук, властивості.

Група атомів $-OH$ (гідроксильна група) надає молекулам спиртів специфічних хімічних властивостей.

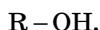


У назвах спиртів наявність групи -OH позначають суфіксом *-ол-*, корінь слова — назва алкану. Наприклад, *метанол*, *етанол* і т. д.

Частину молекули спирту без цієї групи називають **радикалом**.



Загальну формулу одноатомних спиртів можна записати так:

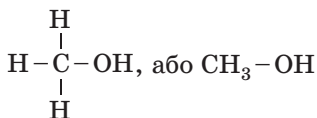


Радикал (R) може бути різним — насиченим, ненасиченим та ін. Відповідно, і спирти називають насиченими або ненасиченими.

Зараз ми розглянемо властивості одноатомних насичених спиртів на прикладі етанолу. Слово «насичені» означає, що всі зв'язки в їхніх молекулах ординарні.

МЕТАНОЛ (CH_3OH), ЕТАНОЛ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

Метанол має таку структурну формулу:

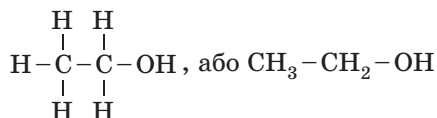


Молекулярна формула: CH_3OH .

Завдання. Запишіть самостійно молекулярну й структурну формули етанолу.

Якщо ви впоралися із завданням, то у вас будуть такі формули етанолу:

Структурна:



Молекулярна: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.



Деякі спирти зберегли, до того ж, і свої старі назви. Так, етанол називають етиловим спиртом, або винним спиртом, оскільки він входить до складу алкогольних напоїв. Цей спирт застосовують у медицині. Метанол CH_3OH називають іще деревним спиртом.

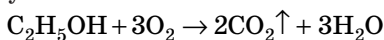
Фізичні властивості

Етанол і метанол — рідини, легше води, мають характерний алкогольний запах і пекучий смак, добре розчинні у воді. Температура плавлення етанолу — $-114\text{ }^\circ\text{C}$, метанолу — $-97,6\text{ }^\circ\text{C}$. Температура кипіння етанолу — $+78\text{ }^\circ\text{C}$, метанолу — $+64,7\text{ }^\circ\text{C}$.

Хімічні властивості

Спирти добре горять, при цьому утворюються вуглекислий газ і вода (за достатньої кількості кисню).

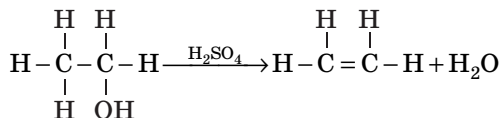
Горіння етанолу:



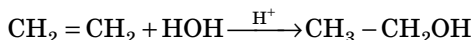
Реакція екзотермічна.

Дізнайтеся більше

- ♦ Перша згадка про появу спирту в Київській Русі датована 1386 роком. Тоді етанол був презентований князю від імені генуезького посольства під назвою «аква віта».
- ♦ Вперше синтез етанолу дією сульфатної кислоти на етилен здійснив 1854 року французький хімік Марселен Бертло.
- ♦ Від молекул спиртів за нагрівання у присутності сульфатної кислоти можна відняти молекулу води — утворюється етен:



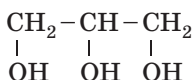
- ♦ Етанол найчастіше одержують під час зброджування продуктів, які містять цукри, крохмаль. Вважають, що ця реакція була відома вже близько 10 тисяч років тому. Цю реакцію ми розглянемо пізніше.
- ♦ З початку XX століття етанол синтезують з етену:



БАГАТОАТОМНІ СПИРТИ

Багатоатомні спирти розглянемо на прикладі трьохатомного спирту **гліцеролу** (стара назва гліцерин).

Якщо спирт трьохатомний, то в нього три атоми Гідрогену заміщено на три гідроксильні групи:



Алкан із трьома атомами Карбону називається пропан, наявність гідроксильної групи додає в назви спиртів суфікс *-ол*. У нашому випадку три таких групи, отже, назва гліцеролу за систематичною номенклатурою — **пропан-1,2,3-тріол**.

Фізичні властивості

Трьохатомний спирт гліцерол — безбарвна, в'язка, солодка на смак рідина. Змішується з водою в будь-яких співвідношеннях. Температура плавлення — +18 °С, кипіння — +290 °С.

Дослід «Розчинення гліцеролу»

У склянку наллємо близько 100 мл води, потім додамо 3–5 мл гліцеролу. Гліцерол спочатку опускається на дно, він має більшу густину, ніж вода, але поступово розчиняється, й утворюється прозорий безбарвний розчин. Розчинення значно прискорюється під час перемішування.

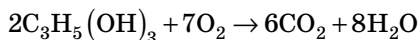


Хімічні властивості

1. Горіння, або повне окиснення

Багатоатомні спирти теж горять, і при цьому також утворюються вуглекислий газ і вода (за достатньої кількості кисню).

Горіння гліцеролу:



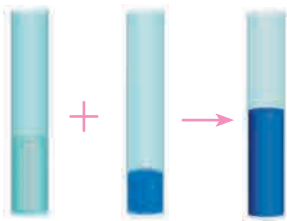
Ця реакція відбувається з виділенням великої кількості тепла.

2. Якісна реакція на багатоатомні спирти

Багатоатомні спирти, у тому числі й гліцерол, можна визначити з допомогою якісної реакції.

Дослід «Якісна реакція на гліцерол»

Якісним реактивом на гліцерол є купрум(II) гідроксид. Тому одержимо спочатку цей реактив. У пробірку з 1–2 мл блакитного розчину купрум(II) сульфату додамо розчин натрій гідроксиду до випадіння блакитного осаду купрум(II) гідроксиду.



гліцерол Cu(OH)_2

Завдання. Напишіть самостійно це рівняння реакції.

У чисту пробірку наллємо 1–2 мл гліцеролу й додамо стільки ж отриманого купрум(II) гідроксиду. Перемішаємо реагенти. Блакитний осад зникає, й утворюється рідина синього кольору.

ЗАСТОСУВАННЯ СПИРТІВ

Рис. 73. Сфери застосування спиртів

Гліцерол входить до складу багатьох косметичних засобів для зм'якшення шкіри (почитайте склад крему для рук, наприклад), як консервант і як засіб, що запобігає замерзанню й висиханню рідин. Його застосовують для одержання тринітрогліцеролу (вибухова речовина й лікарський засіб у разі серцевих захворювань).

Дізнайтеся більше

Як відомо, виробництво динаміту із тринітрогліцеролу вперше налагодив Альфред Нобель для геологорозвідувальних робіт, розробки кар'єрів та інших мирних справ. Застосування динаміту під час війни й загибель дуже великої кількості людей пригнічували його, і тому Нобель увесь прибуток від своїх статків заповів виплачувати щорічно як премію людям, які за підсумками року зробили найбільший внесок у розвиток миру й прогресу на Землі. Це, звичайно, всесвітньо відома Нобелівська премія.

БІОЛОГІЧНА ДІЯ СПИРТІВ

Етанол

Етиловий спирт входить до складу всіх алкогольних напоїв. Він чинить наркотичну дію на людину. У разі потрапляння всередину організму він швидко всмоктується в кров, окиснюється й отруєє клітини мозку — викликає сп'яніння. У разі алкогольного сп'яніння людина не може правильно оцінювати ситуацію, тому її вчинки неадекватні. В основному злочини відбуваються саме в стані алкогольного сп'яніння. Те, що здавалося простим і природним, після протверезіння виявляється неправильним, ганебним і злочинним. Особливо небезпечно алкогольне сп'яніння для підлітків, які в меншому ступені, ніж дорослі люди, контролюють ситуацію.

Найстрашніше те, що алкоголь викликає звикання, поступово людина вживає його дедалі частіше й більше. Усі життєві цінності відступають, залишається тільки одна: знайти й випити алкоголь. Людина поступово втрачає свої якості, що визначають людську природу, перетворюється на алкогользалежну особистість, алкоголіка.

Тривалий вплив етанолу на організм викликає важкі захворювання нервової, травної й серцево-судинної системи. Страждає весь організм. Здорова людина перетворюється на хвору. Зрештою

отруєння етанолом усього організму призводить до смерті. Лікування алкоголізму не завжди успішне й значною мірою залежить від бажання хворого.

Метанол

На відміну від етанолу метанол смертельно небезпечний навіть у найменших дозах. Ці спирти майже не розрізняються за запахом, тому досить часто трапляються випадки вживання всередину метанолу замість етанолу. Однак, на відміну від етанолу, метанол є значно більш сильною отрутою, й навіть невеликі його кількості (10–12 мл) призводять до сліпоты (ушкодження очного нерва). Токсична доза метанолу може бути різною. Найменша летальна доза (тобто та, що призводить до смерті), за наявними даними, становить 15 мл. Як правило, доза 30 мл є летальною для дорослих.

Дізнайтеся більше

Як відрізнити етанол від метанолу

Розрізнити етиловий і метиловий спирти можна з допомогою йодоформної проби. Йодоформ CHI_3 виділяється у вигляді світло-жовтого осаду внаслідок дії на етиловий спирт йоду в присутності лугу. Якщо до 1 мл спирту додати декілька крапель йодної настоянки, а потім водний розчин лугу, то випадіння жовтого осаду свідчить про те, що це етиловий спирт. З метанолом жовтий осад не утворюється. Домішку метанолу в етиловому спирті з допомогою цієї проби виявити неможливо.

Трохи історії

- ♦ Всім відома формула етилового спирту $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ була вперше виведена англійським ученим Олександром Вільямсоном 1850 року.
- ♦ Вперше спирт із вина отримали в VI–VII століттях арабські хіміки, а першу пляшку міцного алкоголю (прообразу сучасної горілки) виготовив перський алхімік Ар-Рази 860 року.
- ♦ Двохатомний спирт етиленгліколь уперше був синтезований французьким хіміком А. Вюрцом 1856 року.
- ♦ Гліцерин був виявлений у природних жирах іще 1783 року шведським хіміком Карлом Шеєле, однак його склад був відкритий тільки 1836 року, а синтез здійснений з ацетону 1873 року Шарлем Фріделем.

ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

358. Який елемент, крім Карбону й Гідрогену, входить до складу спиртів?
359. Які спирти називають одноатомними? двохатомними? трьохатомними? багатоатомними?
360. Який суфікс у назві спиртів указує на наявність групи $-\text{OH}$?
361. Скільки груп $-\text{OH}$ у молекулі гліцеролу? Назвіть його за систематичною номенклатурою.
362. Розкажіть про фізичні властивості етанолу й гліцеролу.
363. Яка речовина є якісним реактивом на гліцерол? Опишіть явища, які при цьому відбуваються.
364. Розкажіть про застосування спиртів.
365. Дайте характеристику дії етанолу й метанолу на організм людини.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

366. Формула спирту, що являє собою неотруйну, солодку, оліїсту рідину, яка добре розчиняється у воді та під час взаємодії якої з нітратною кислотою утворюється важка рідина із солодкуватим смаком, що входить до складу ліків і вибухівки:
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$;
 - CH_3OH ;
 - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$;
 - $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$.
367. Розчини гліцеролу й етанолу можна розпізнати з допомогою:
- розчину кухонної солі;
 - універсального індикатора;
 - натрію;
 - купрум(II) гідроксиду.
368. Який об'єм кисню (н. у.) витратиться на горіння етанолу масою 4,6 г?
369. Підготуйте листівки для населення вашого району, в яких будуть наведені факти про шкідливу дію спиртів.
370. Розрахуйте маси метанолу й етанолу, які містять по 4 моль атомів Оксигену.
371. Фізичні властивості насичених одноатомних спиртів наведені у таблиці.

Назва	Формула	M_r г/моль	Густина, г/мл	$t_{пл}$, °C	$t_{кип}$, °C	Розчин- ність у воді
Метанол	CH ₃ OH	32	0,79	97,5	64,5	Необме- жено
Етанол	C ₂ H ₅ OH	46	0,79	114,5	78,3	Необме- жено

На підставі таблиці виконайте завдання:

1. Розрахуйте, який об'єм буде займати 100 г етанолу.
2. Запропонуйте способи поділу суміші метанолу й етанолу, ґрунтуючись тільки на фізичних властивостях.
3. Як можна розділити суміш води й метанолу?
4. Визначте відносну густина парів етанолу й метанолу за водородом і повітрям.
5. Розрахуйте об'єм кисню (н. у.), необхідного для спалювання 500 мл етанолу.

§ 27. ЕТАНОВА (ОЦТОВА) КИСЛОТА

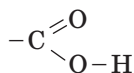
— Неспілі фрукти, щавель, барбарис, журавлина, лимон... Що спільного між ними?

— Усе зрозуміло: вони кислі.

— А от обумовлений кислий смак плодів і листків багатьох рослин різними карбоновими кислотами — речовинами, до складу яких входить одна або декілька карбоксильних груп —COOH.

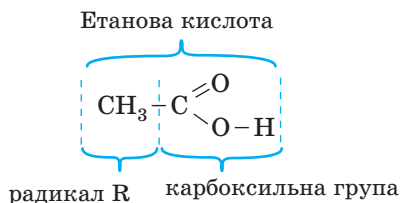


Етанова кислота належить до карбонових кислот. До складу етанової кислоти входить карбоксильна група:



Скорочено її записують як —COOH.

Етанова кислота має у своєму складі два атоми Карбону, як і етан, тому вона має таку назву. Один із цих атомів входить до складу карбоксильної групи. Формула кислоти така:



Молекулярна формула — CH_3COOH .



Зверніть увагу, що із чотирьох атомів Гідрогену, які містяться в молекулі етанової кислоти CH_3COOH , тільки один, що входить у карбоксильну групу $-\text{COOH}$, здатний відщеплюватися у вигляді катіона H^+ , тому етанова кислота одноосновна.

У стародавніх греків уявлення про кислий смак було пов'язано насамперед з оцтом — розчином оцтової кислоти, яка утворюється під час скисання вина. Саме слово «оцет», або, як говорили жителі Еллади, «оксис», означало «кислий».

У зв'язку з тим, що багато карбонових кислот було відкрито задовго до прийняття правил міжнародної номенклатури, більшість із них мають тривіальні, історично сформовані назви. Етанову кислоту називають оцтовою кислотою, а метанову — мурашиною.

Дізнайтеся більше

Мурашина кислота

У самок і робочих мурах у черевцях є отруйні залози, що виробляють кислоту. У лісової мурахи її приблизно 5 мг. Кислота служить комасі зброєю для захисту і нападу. Навряд чи знайдеться людина, яка не зазнала її укусів.

Мурашина (метанова) кислота HCOOH викликає хімічні опіки на шкірі. Вона також міститься у деяких рослинах (наприклад, у листках кропиви), входить до складу отрути бджіл, ос.

Щоби зменшити відчуття печіння в разі укусу бджоли, оси, опіку кропиви, треба цю кислоту нейтралізувати. Тому уражене місце

потрібно швидко протерти розчином нашатирного спирту (амоній гідроксиду). Він має лужне середовище.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ

Етанова (оцтова) кислота — за кімнатної температури безбарвна рідина з різким характерним запахом. За температури нижче $+17\text{ }^{\circ}\text{C}$ (температура плавлення) кристалізується й стає схожою на лід, тому її називають «крижаною» оцтовою кислотою.

Температура кипіння етанової кислоти — $+118\text{ }^{\circ}\text{C}$. У воді вона розчиняється в будь-яких співвідношеннях. Розчин із масовою часткою кислоти 3–9% називають столовим оцтом, 70–80% — оцтовою есенцією.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Хімічні властивості етанової кислоти можна розділити на дві групи:

- 1) такі самі, як і в неорганічних кислот,
- 2) характерні тільки для органічних кислот.

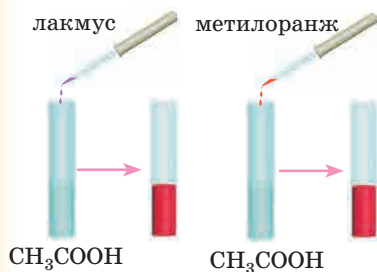
Більш докладно властивості карбонових кислот ви будете вивчати у старших класах. Ми зараз розглянемо тільки властивості, подібні до неорганічних кислот.



Згадайте властивості неорганічних кислот.

1. Дисоціація у водних розчинах

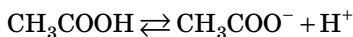
Дослід «Вплив етанової кислоти на індикатори»



У дві пробірки наллємо по 1–2 мл розчину етанової кислоти й додамо в одну декілька крапель розчину фіолетового лакмусу, в іншу — метилового оранжевого. Що спостерігаємо? Забарвлення індикаторів змінилося на червоне.



Причина зміни забарвлення індикаторів у розчині етанової кислоти та сама, що й у розчинах неорганічних кислот: наявність йонів Гідрогену, які утворюються під час дисоціації її молекул:



Кислотний залишок CH_3COO^- називається етаноат (ацетат)-іоном.



Нагадаємо, що в розчинах кислот індикатори лакмус, метиловий оранжевий, універсальний стають червоними. Фенолфталеїн забарвлення не змінює.

Етанова кислота — слабкий електроліт.

2. Взаємодія з основами

Дослід «Взаємодія етанової кислоти з лугом»

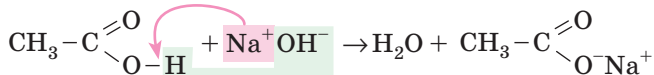


У пробірку наллємо 1–2 мл розчину лугу й додамо декілька крапель розчину фенолфталеїну. Потім по краплях будемо додавати розчин етанової кислоти до знебарвлення розчину.

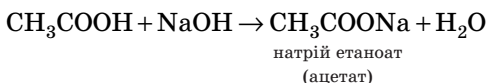


Чому відбувається знебарвлення розчину?

Етанова кислота взаємодіє з основами. При цьому утворюються сіль натрій етаноат і вода:

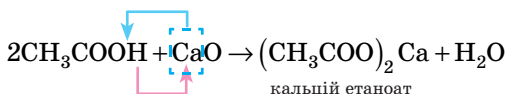


Або в молекулярній формі:



3. Взаємодія з основними оксидами

Основні оксиди взаємодіють з етановою кислотою з утворенням солі й води:



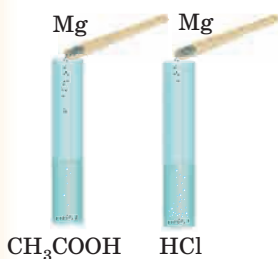
Дослід «Взаємодія етанової кислоти з основним оксидом»

У пробірку наллємо 1–2 мл розчину етанової кислоти й додамо невелику кількість порошкоподібного кальцій оксиду. Чому відбувається розчинення оксиду?



4. Взаємодія з металами

Дослід «Взаємодія етанової кислоти з металами»

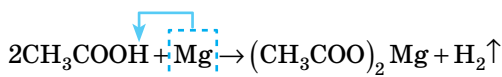


У дві пробірки наллємо по 1–2 мл розчину етанової й хлоридної кислот. В обидві пробірки помістять небагато порошку магнію або магнієвої стружки.



Порівняйте активність взаємодії цих кислот з магнієм за інтенсивністю виділення газу.

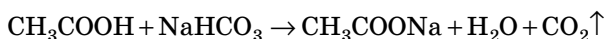
Активні метали витісняють із етанової кислоти водень. При цьому утворюється ще й сіль, у цьому випадку — магній етаноат:



5. Взаємодія із солями більш слабких кислот

Витиснення більш слабкої карбонатної кислоти етановою ви можете спостерігати, якщо крапнете розчином етанової кислоти на питну соду.

Відбувається така реакція:



Здійсніть цей дослід удома.

Дізнайтеся більше

Оцтову й лимонну кислоти можна використовувати для усунення накипу з побутових виробів. Накип складається переважно з карбонатів Кальцію й Магнію, тому він розчиняється в кислотах.

Органічні кислоти у природі

У щавлі, а також у ревені, кислиці, шпинаті міститься щавлева кислота $\text{HOOC}-\text{COOH}$. Багато карбонових кислот, наприклад яблучна, винна, лимонна, хінна, утворюються у вакуолях клітин плодів під час часткового окиснення глюкози й у результаті деяких інших біохімічних процесів (рис. 74). Плоди цитрусових багаті на лимонну кислоту: у м'якоті апельсина її близько 2%, у грейпфруті — до 3%, а в лимоні — 6%. Тому не дивно, що вперше вона була виділена К. Шеєле 1784 р. саме з лимонів.



Рис. 74. Органічні кислоти у природі

ЗАСТОСУВАННЯ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ



Рис. 75. Сфери застосування етанової кислоти

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

*Під час виконання дослідів дотримуйтеся правил безпеки!
Просимо допомоги батьків!*

Розпізнаємо розчини кухонної солі, питної соди й оцту



Перед виконанням дослідів попросіть батьків або друзів приготувати в підписаних одноразових стаканчиках № 1, 2, 3 розчини кухонної солі, питної соди й оцту.

Запропонуйте хід експерименту й розпізнайте ці розчини. Правильність розпізнавання нехай оцінять ваші помічники.

Підсумок:

**ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ**

372. Які речовини називають карбоновими кислотами?
373. Опишіть фізичні властивості етанової кислоти.
374. Як змінює забарвлення індикаторів водний розчин етанової кислоти? Чому?
375. Розкажіть, які властивості етанової кислоти є спільними з неорганічними кислотами.
376. Де застосовують оцтову кислоту?
377. Який розчин має назву «оцтова есенція»?
378. Яка кислота має наву «крижана» і чому?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

379. Напишіть рівняння реакції горіння етанової кислоти в надлишку кисню з урахуванням того, що в результаті реакції утворюються вуглекислий газ і вода. Складіть рівняння реакцій оцтової кислоти з такими речовинами:
- калієм;
 - кальцієм;
 - купрум(II) оксидом;
 - кальцій карбонатом;
 - калій гідроксидом.
380. Чому оцтова кислота реагує з кальцій карбонатом, а з кальцій сульфатом — ні?
381. Визначте масову частку Оксигену в етановій кислоті.
382. Унаслідок взаємодії етанової кислоти з магнієм виділилося 11,2 л газу (н. у.). Визначте масу кислоти, що прореагувала.
383. Визначте масу етанової кислоти, що міститься у 500 г столового оцту з масовою часткою кислоти 9%.
384. Потрібно видалити накип у чайнику. Маса накипу — 50 г. Визначте масу столового оцту з масовою часткою кислоти 9%, необхідної для цього. Вважайте, що в накипі міститься тільки кальцій карбонат.
385. У пробірках без підписів містяться речовини: гліцерол, етанол і етанова кислота. Як з допомогою хімічних реактивів визначити їх?
386. Яка маса крейди з масовою часткою CaCO_3 96% необхідна для нейтралізації оцтової кислоти масою 60 г?
- Для допитливих*
387. У чому особливості будови насичених одноосновних карбонових кислот?
388. Як утворюються назви карбонових кислот?
389. На нейтралізацію 1,2 г одноосновної карбонової кислоти витратили розчин натрій гідроксиду масою 20 г з масовою часткою NaOH 4%. Визначте молярну масу кислоти.
390. Визначте молекулярну формулу речовини, яка складається з 54,4% Карбону, 36,4% Оксигену й 9,1% Гідрогену. Густина за воднем цієї речовини дорівнює 44.
391. Скільки молекул оцтової кислоти міститься у 200 г столового оцту з масовою часткою етанової кислоти 9%?

392. Потрібно з оцтової есенції отримати столовий оцет. Масова частка етанової кислоти в есенції дорівнює 80 %. Розрахуйте масу води, яку при цьому слід додати до 100 г есенції.
393. До оцтової есенції масою 250 г з масовою часткою етанової кислоти 80 % додали 300 г води. Обчисліть масову частку кислоти в отриманому розчині.
394. «Кислота і молодість»

Деяка одноосновна карбонова кислота використовується людством ще з античних часів. Здавна її добували зі скислого вина. Якщо дослівно перекласти назву цієї кислоти з грецької, отримаємо слово «кислий».

Пізніше цю кислоту навчилися синтезувати за допомогою сухої перегонки деревини. Цариця Єгипту Клеопатра розчиняла в цій кислоті перлини. Цариця вірила, що цей напій зберігає молодість і красу.

Під час взаємодії 30 мл розчину цієї кислоти ($\omega = 38,8\%$, $\rho = 1,03$ г/мл) з надлишком калій гідрогенкарбонату виділилося 4,48 л газу. Визначте будову кислоти.

Який «коктейль» пила Клеопатра?

Напишіть рівняння реакції взаємодії основної складової перлів з цією кислотою.

§ 28. ПОНЯТТЯ ПРО ВИЩІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ. ЖИРИ



— Органічна хімія вивчає речовини, з яких складаються живі організми. Правильно?

— Так.

— Але ж ми не складаємося з алканів, алкенів і етанової кислоти. Ми складаємося з білків, жирів, вуглеводів і багато іншого.

— От зараз ми будемо вивчати жири. Це необхідний компонент усіх живих організмів.



СКЛАД І БУДОВА ЖИРІВ

Жири — це складні органічні речовини, до складу яких входять залишки вищих одноосновних карбонових кислот і гліцеролу.

Зі спиртом гліцеролом ми вже ознайомилися, що таке карбонові кислоти теж знаємо. Що ж таке вищі карбонові кислоти?

Вищими кислотами називають карбонові кислоти, до складу яких входить більше 10 атомів Карбону.

Основні вищі кислоти, що входять до складу жирів

1) Насичені:

- ✓ пальмітинова кислота $C_{15}H_{31}COOH$;
- ✓ стеаринова кислота $C_{17}H_{35}COOH$.

2) Ненасичені з одним подвійним зв'язком:

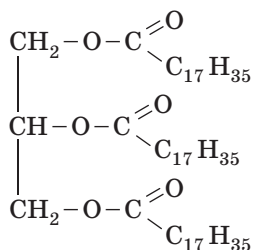
- ✓ олеїнова кислота $C_{17}H_{33}COOH$.

3) Ненасичені з двома подвійними зв'язками:

- ✓ ліолева кислота $C_{17}H_{31}COOH$.

Називають жири виходячи з назв карбонових кислот, які їх утворюють: тристеарат (входять три залишки молекули стеаринової кислоти), триолеат (входять три залишки молекули олеїнової кислоти). До складу жиру часто входять залишки молекул різних кислот. Загальна назва — тригліцериди.

Формули жирів великі й складні, ви будете вивчати у старших класах, як їх складати. Зараз просто наведемо формулу жиру тристеарату:



Тристеарат

Загальна структурна формула (рис. 76) й об'ємна модель жиру (рис. 77):

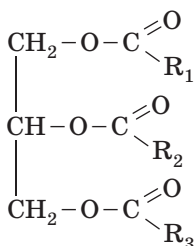


Рис. 76. Загальна структурна формула жиру

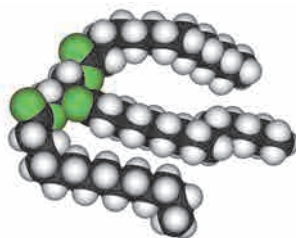


Рис. 77. Об'ємна модель жиру

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЖИРІВ

За кімнатної температури жири бувають рідкими й твердими. Агрегатний стан жирів обумовлений жирними кислотами, що входять до їхнього складу. Тверді жири (маслa) утворені насиченими кислотами, рідкі жири (олії) — ненасиченими. Температура плавлення жиру тим вище, чим більше в ньому насичених кислот і чим довший кислотний радикал.

Тваринні жири частіше тверді (яловичий, баранячий), але трапляються й рідкі (риб'ячий жир). У той же час рослинні жири частіше рідкі речовини (лляна, соняшникова олія), але є й тверді (кокосове масло, масло какао) (рис. 78). Природні жири являють собою не індивідуальну речовину, а суміш тригліцеридів.



Рис. 78. Тваринні та рослинні жири

Всі жири легше води. У воді вони нерозчинні, але добре розчиняються в багатьох органічних розчинниках (дихлоретані, бензині).

Дослід «Розчинність жирів у різних розчинниках»

Невеликі кількості жиру помістіть у пробірки з водою, етиловим спиртом і бензином (або іншим органічним розчинником). Збовтайте. Зробіть висновок про розчинність жирів.



ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

1. Жири горять з утворенням вуглекислого газу й води (у достатній кількості кисню). Це екзотермічна реакція.
2. Рідкі жири можна перетворити на тверді. Як? Так само, як і ненасичені вуглеводні можна перетворити на насичені — приєднати водень. Оскільки до складу рідких жирів входять залишки ненасичених карбонових кислот, вони здатні приєднувати молекули водню. Таким чином рідкі жири перетворюють на тверді. Цей процес застосовують для одержання комбінованих жирів і маргаринів.
3. Під час кип'ятіння жирів з лугами утворюються солі карбонових кислот і гліцерол.

ЗАСТОСУВАННЯ ЖИРІВ



Рис. 79. Сфери застосування жирів

БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ЖИРІВ

Жири дуже поширені в природі. Поряд із вуглеводами й білками вони входять до складу всіх рослинних і тваринних організмів і становлять одну з основних частин нашої їжі.

В організмі жири, які входять до складу їжі, під впливом ферментів підшлункового і кишкового соку перетворюються на гліцерол і карбонові кислоти — всмоктуються в кишечнику й знову утворюють жир, необхідний для організму.



Будучи гарним теплоізолятором, жири у складі підшкірної жирової клітковини підтримують нормальну температуру тіла шляхом зменшення втрати тепла організмом і є амортизатором у разі механічних впливів. У разі виснаження людське тіло дуже швидко втрачає тепло. Це особливо небезпечно для дітей.

Жири оточують внутрішні органи: серце, печінку, нирки і т. д. і є ніби «подушками» для їх м'якої фіксації. У разі виснаження деякі органи змінюють своє положення, що призводить до різних патологічних ситуацій.

Жири входять до складу мембран клітин. Вони беруть участь у підтримці форми клітини й регулюють проникнення в клітину й виведення з неї різних речовин.

Жири необхідні для вироблення багатьох гормонів та інших біологічно активних сполук, які регулюють усі процеси життєдіяльності.

Жири — гарні розчинники. Багато речовин, які не розчиняються у воді, розчиняються в жирах. Так, жиророзчинні вітаміни А, D, Е і каротин потрапляють в організм разом із ними.

Під час окиснення жирів в організмах утворюються вода (з 1 г жиру утворюються 1,1 г води). Це допомагає, наприклад, верблюдам обходитися тривалий час без води.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

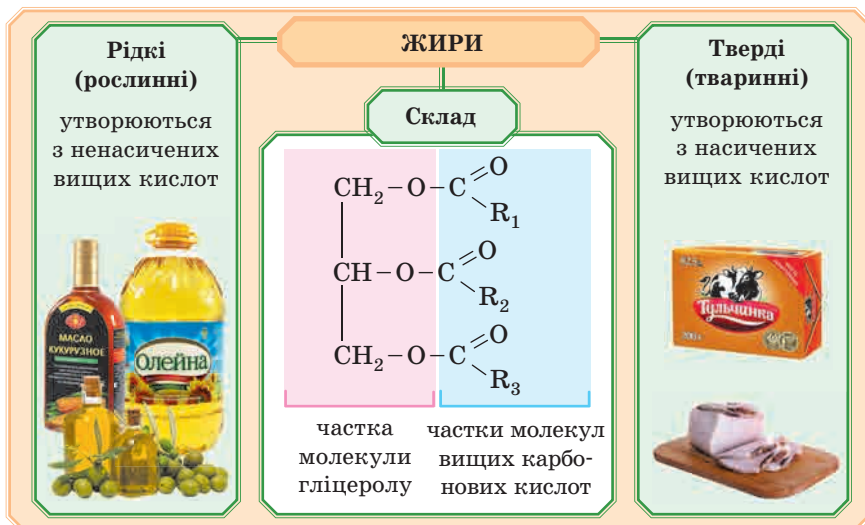
Під час виконання дослідів дотримуйтеся правил безпеки! Просимо допомоги батьків!

Досліджуємо якість вершкового масла

До складу маргарину, згідно з технологічними умовами, на відміну від вершкового масла, входить крохмаль (0,2%). Нагрійте маленький шматочок вершкового масла до плавлення. Декілька крапель водного шару, що утворюється знизу під шаром жиру, відберіть піпеткою, помістіть у металеву столову ложку, долийте стільки ж кип'яченої води й нагрійте до кипіння. Після охолодження додайте 1–2 краплі спиртового розчину йоду. У справжньому вершковому маслі посиніння не відбуватиметься. Якщо ви помітите посиніння, значить, у вершкове масло було додано маргарин.



Підсумок:



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

395. Які речовини називають жирами?
396. Які кислоти входять до складу жирів? Назвіть їх.
397. Розкажіть, чим за складом відрізняються тверді жири від рідких.
398. В яких живих організмах частіше трапляються рідкі жири (олії)? тверді жири?
399. Опишіть фізичні властивості жирів.
400. Яка реакція є основою виробництва маргарину?
401. Розкажіть про біологічну роль жирів.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

402. Напишіть формули будь-якого:
- а) рідкого жиру (олії); б) твердого жиру.
403. Щоб із рідкого жиру одержати твердий, треба додати:
- а) кисень; в) азот;
- б) водень; г) гелій.
404. Обчисліть молярну масу тристеарату.
405. Установіть послідовність розташування органічних сполук за збільшенням значення їхньої молярної маси:
- а) етен; в) гліцерол;
- б) оцтова кислота; г) триолеат.
406. Розташуйте органічні сполуки в ряд за збільшенням кількості атомів Карбону в молекулах:
- а) метан; в) гліцерол;
- б) стеаринова кислота; г) етанол.
407. Рідкі жири на відміну від твердих жирів містять залишки:
- а) ненасичених багатоатомних спиртів;
- б) насичених вищих карбонових кислот;
- в) ненасичених вищих карбонових кислот;
- г) насичених багатоатомних спиртів.

Для допитливих

408. Запишіть рівняння горіння тристеарату. Доведіть, що під час горіння 1 г жиру утворюється 1,1 г води.
409. Після взаємодії жиру з водою було виділено три речовини: А, Б, В. Речовина А внаслідок взаємодії з купрум(II) гідроксидом утворює яскраво-синє забарвлення, речовини Б, В мають у складі групу –COOH. Під час обробки речовини Б надлишком

бромної води було отримано дибромпохідну з масовою часткою елемента Броду 36,2%. Речовина В не приєднує бром, має нерозгалужений карбоновий ланцюг і містить 36,3% Оксигену. Назвіть речовини А, В, В.

410. На повне гідрування триолеїну витратили водень об'ємом 672 л (н. у.). Обчисліть кількість речовини жиру, що прореагував.
411. До складу жиру входять залишки стеаринової та олеїнової кислот. Обчисліть кількість речовини (моль) олеїнової кислоти, яку можна одержати із жиру кількістю речовини 2 моль, якщо на гідрування цього жиру кількістю речовини 0,1 моль витратили водень об'ємом 4,48 л (н. у.).

§ 29. МИЛО, ЙОГО СКЛАД, МИЙНА ДІЯ



Досі невідомо, як з'явилося найперше давнє мило, є багато теорій... Знайдені під час розкопок шумерські глиняні таблички красномовно описували весь процес миловаріння, відкриття й створення мила. Таблички були датовані 2200 роком до н. е.

БУДОВА МОЛЕКУЛИ МИЛА

Мила́ — це солі вищих карбонових кислот.

Зазвичай мила є сумішами солей пальмітинової, стеаринової й олеїнової кислот.

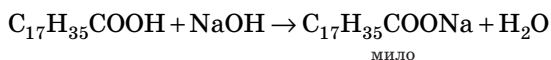


Натрієві солі утворюють тверді мила, калієві солі — рідкі мила. Наприклад: $C_{15}H_{31}COONa$ — натрій пальмітат — тверде мило. $C_{15}H_{31}COOK$ — калій пальмітат — рідке мило.

Як варять мило

Основний принцип одержання мила не змінився до нашого часу. Що брали для одержання мила в далекій давнині? Жир і попіл рослин. У попелі рослин міститься поташ — калій карбонат, який у водному розчині утворює лужне середовище. Отже, якщо варити жир із розчином лугу, можна одержати мило. Так і роблять.

Жири для мила отримують із рослинних продуктів, наприклад бавовняної, пальмової й соєвої олій, та із тваринних продуктів, таких як тваринне сало й риб'ячий жир, із продуктів переробки горіхів, зокрема кокосового масла. Очищені жири розкладаються в присутності лугів під тиском і за температури близько 240–260 °С. Вищі кислоти, які утворюються при цьому, реагують із лугом з утворенням солей. А натрієві або калієві солі вищих кислот і є мило.



Щоби його виділити, у розчин додають натрій хлорид (NaCl), одержуючи концентрований розчин солі. Густина розчину збільшується, і мило спливає вгору у вигляді щільного шару — ядра. Із цієї маси готують так зване ядрове мило — звичайні сорти господарського мила. Воно коричнювате, погано милиться й не має приємного запаху.

Для одержання туалетного мила ядрове очищують, відбілюють, якщо потрібно — підфарбовують, додають ароматизатори, речовини для догляду за шкірою рук (до речі, той же гліцерол) і речовини, які утворюють стійку піну. Адже нам усім подобається ароматна м'яка мильна піна. Залежно від вихідного жиру й добавок одержують різні сорти мила (рис. 80).

В античному світі мило робили з козячого, баранячого або бичачого жиру, який варили з попелом бука й деяких добавок. Було воно трьох сортів: тверде, м'яке й рідке. Причому використовували мило не тільки для вмивання, але й для фарбування волосся у жовтий, рожевий або червоний колір.



Рис. 80. Мило

Готову суміш заливають у форми й залишають у них на кілька діб для охолодження й затвердіння. Потім масу розрізають на

бруски, які сушать і штампують на окремі шматки. Їх упаковують і відправляють на продаж. Іноді мило піддають додатковій обробці для поліпшення товарного вигляду.

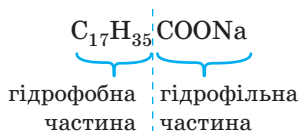
Дізнайтеся більше

Мило не відразу стало предметом гігієни. Аж до XIII століття воно стояло в одному ряді з медичними засобами й ліками. Не була в Європі чистота в честі й у середньовіччя. Милом користувалися тільки дворяни й священники, та й то не всі. Остаточно моду на чистоту прищепили середньовічній Європі лицарі, які побували під час хрестових походів в арабських країнах. Імовірно, араби в VII ст. н. е. дізналися про спосіб виготовлення твердого мила. Від арабів мистецтво миловаріння проникло в Іспанію. Тут навчилися виготовляти тверде гарне мило з маслинової олії й попелу морських рослин. Усюди на Середземномор'ї, де вирощували олійні рослини, почало процвітати миловаріння.

«Фобос» грецькою означає страх, а «філео» — любов.

Чому мило миє?

Мило відомо вже тисячі років, але тільки відносно нещодавно хіміки зрозуміли, чому воно має мийні властивості. Молекули мила складаються з двох частин: гідрофобної (органічного радикала) й гідрофільної (карбоксыльна група з атомами Калію або Натрію).



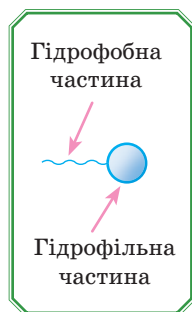
Речовини, які складаються тільки з гідрофобних молекул, нерозчинні у воді, але розчинні в жирах. Речовини, які складаються з гідрофільних молекул, навпаки, добре розчиняються у воді, але в жирах нерозчинні.

Якщо на тканині жирна пляма або бруд (а це зазвичай шкірний жир, змішаний з іншими забрудненнями), то під час їх прання молекули мила гідрофобною частиною поринають у жир, гідрофільні частини виявляються ззовні й з допомогою водневих зв'язків «чіпляються» за молекули води. У такий спосіб молекули мила

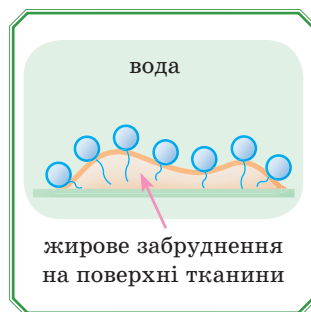
«прив'язують» жир до води, у результаті жир і бруд залишають поверхню тканини й переходять у воду у вигляді дрібних крапель, утворюючи емульсію (рис. 81).

Якщо тканина повністю очищена від жиру, бруд не затримується на ній.

а) Молекула мила



б) Взаємодія молекул мила з жировим забрудненням



в) Утворення частинки жирового забруднення

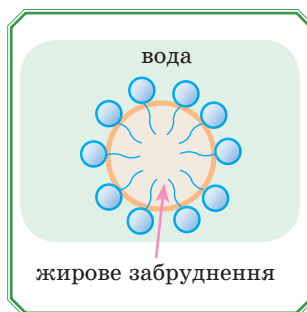


Рис. 81. Мийна дія мила. Вуглеводневий ланцюг мила (а) розчиняється в жировому забрудненні (б). Це призводить до утворення частинок жирового забруднення, оточеного молекулами мила (в), які змиваються водою

Дізнайтеся більше

Однак у мила є серйозний недолік — воно втрачає свою мийну дію у твердій воді.



Що таке тверда вода? Це вода, яка містить йони Кальцію й Магнію у вигляді гідрогенкарбонатів, хлоридів, сульфатів. У більшості районів України вода містить ці йони й тому є твердою. Дуже тверда, наприклад, мінеральна вода. Під час кип'ятіння води частина цих солей випадає в осад, утворюючи накип. Твердість води при цьому зменшується.

Візьмемо дві склянки. В одній вода м'яка, яка не містить солей Магнію й Кальцію, наприклад, дистильована або кип'ячена, а в іншій — тверда, мінеральна.

Доллємо розчин мила в обидві склянки.

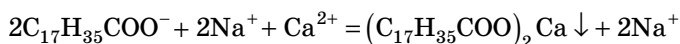


М'яка вода Тверда вода

Рис. 82. Поведінка мила у м'якій та твердій воді

В одній із них (з м'якою водою) відбувається повне розчинення мила, під час активного перемішування утворюється стійка піна (рис. 82).

У склянці з твердою водою ми спостерігаємо випадіння пластівчастого осаду. Під час активного перемішування стійкої піни дуже мало. Це пов'язане з тим, що у твердій воді мило утворює Кальцієві й Магнієві солі вищих карбонових кислот, які є нерозчинними:



Після прання милом у твердій воді на тканині осаджується нерозчинне «кальцієве мило», яке важко видалається і псує її вигляд. Тому в районах із твердою водою для прання використовують пом'якшувачі води.

Мильні бульбашки

У мила є цікава властивість — воно може створювати мильні бульки. Мильна булька — це тонка плівка мильної води, яка формує сферу з переливчастою поверхнею. Вона існує лише кілька секунд. Плівка бульбашки складається з тонкого шару води, укладеного між двома шарами молекул мила.

Гідрофільна частина молекул зв'язується з тонким шаром води, у той час як гідрофобна виштовхується назовні.

Зрештою утворюються шари, які захищають воду від швидкого випаровування й зменшують поверхневий натяг (рис. 83).

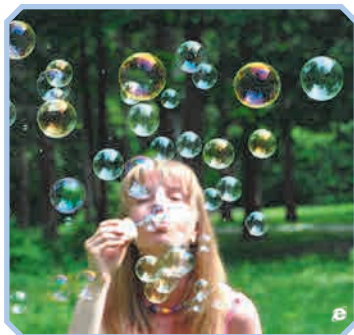


Рис. 83. Цікава властивість мила — утворювати мильні бульбашки

СМЗ

Зараз для прання зазвичай використовують синтетичні мийні засоби (СМЗ). Вони, як і мила, мають чудову мийну дію. Але на відміну від звичайного мила, такі речовини не втрачають мийних

властивостей у твердій воді, тому що кальцієві й магнієві солі, які утворюються при цьому, виявляються розчинними.

Типовий пральний порошок складається приблизно на 70 % із синтетичного мийного засобу й на 30 % — із неорганічних фосфатів. Фосфати в складі прального порошку усувають твердість води, підсилюючи тим самим дію активних речовин і ефективність прального порошку.

Мийні засоби погано піддаються руйнуванню. Надходячи зі стічними водами у водойми, вони можуть забруднювати навколишнє середовище. Тому, створюючи нові мийні засоби, намагаються забезпечити не тільки високі мийні властивості, але й здатність до біорозкладу цих речовин — наступне знищення в природі деякими видами мікроорганізмів у процесі їхньої життєдіяльності.

Біологічне руйнування в природних умовах — обов'язкова вимога до синтетичних мийних засобів, що випускаються.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Під час виконання дослідів дотримуйтеся правил безпеки! Просимо допомоги батьків!

Мильні бульбашки — справа серйозна

Ви, напевно, неодноразово замислювалися про те, щоби зробити розчин для мильних бульбашок самостійно. А ще краще, щоб із такого розчину утворювалися мильні бульбашки великих розмірів. Безумовно, все залежить від складу суміші мильних бульбашок. В Інтернеті можна знайти з десяток рецептів великих мильних бульбашок, але який із них краще, зрозуміти досить складно. Спробуємо декілька.

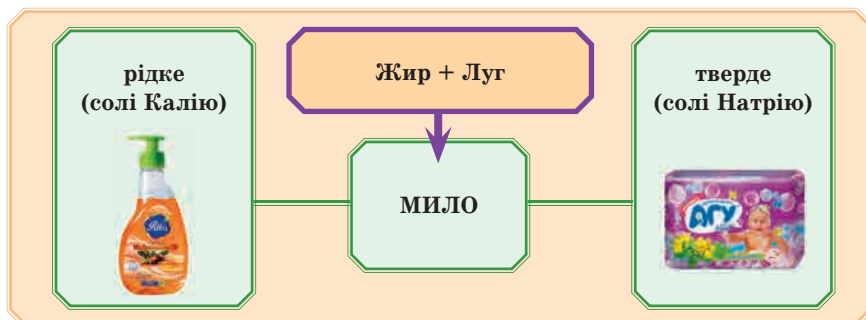


Суміш 1	Суміш 2
<ul style="list-style-type: none"> • 16 ложки води; • 3 ложки мийного засобу для посуду; • 1 ложка гліцеролу 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,5 чашки дитячого шампуню; • 1,5 чашки дистильованої води; • 2 чайні ложки цукру (без гірки); • змішати й додати до отриманої суміші стільки ж гліцерину*

* Під словами «стільки ж» мають на увазі, що ви змішали всі компоненти, крім гліцерину, й у вас утворився якийсь об'єм розчину, і от точно такий самий об'єм гліцерину потім необхідно додати до суміші.

А тепер найголовніше. Видуваємо мильні бульки. Але як справжні дослідники помітьте, який склад дає найбільші бульки, який — найстійкіші. Можна змінювати склади й домогтися того, щоб у вас виходили найбільші й найстійкіші бульбашки.

Підсумок:



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

412. Які речовини називають милами?
413. Як одержують мило? Які речовини є сировиною?
414. Чим за складом відрізняється рідке мило від твердого?
415. Опишіть мийну дію мила.
416. Чим відрізняються мийні здатності мила й синтетичного мийного засобу?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

417. Напишіть рівняння реакції одержання рідкого мила з пальмітинової кислоти.
418. Розрахуйте масу натрій гідроксиду, необхідного для одержання 500 г мила, з урахуванням того, що в реакцію вступає стеаринова кислота.
419. Мила у воді дисоціюють так само, як і неорганічні солі — з утворенням аніонів кислотного залишку й катіонів металічного елемента. Напишіть рівняння дисоціації калій пальмітату.
420. Визначте масову частку Калію в калій стеараті.
421. Скільки молекул мила калій пальмітату міститься у зразку масою 30 г?

§ 30. ВУГЛЕВОДИ: ГЛЮКОЗА, САХАРОЗА



— Сьогодні ми будемо вивчати найсмачніші сполуки — вуглеводи!

— Вуглевод сахароза — звичайний цукор — входить до складу всіх смаколиків: тістечка, цукерки, солодкі напої, морозиво...



Вуглеводи — це органічні сполуки, які мають загальну формулу $C_n(H_2O)_m$.

Представників цього класу дуже багато й вони дуже різні. З усіх вуглеводів ми ознайомимося тільки з декількома: глюкозою, яка належить до моносахаридів, дисахаридом — сахарозою, а також із полісахаридами — крохмалем і целюлозою.

ГЛЮКОЗА

Будова молекули

Молекулярна формула глюкози $C_6H_{12}O_6$.

Дізнайтеся більше

Цікаво, що молекули глюкози можуть мати лінійну й циклічну форми (рис. 84, 85). Зазвичай молекули глюкози перебувають в одній із двох циклічних форм: α - або β -глюкоза. Відмінність між формулами тільки в положенні атома Н і групи $-OH$ біля атома Карбону під номером 1 (рис. 84).

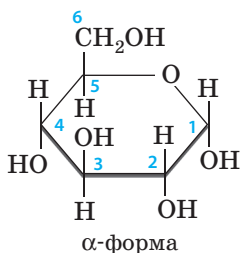


Рис. 84. Циклічні форми глюкози

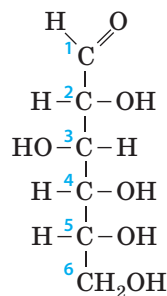
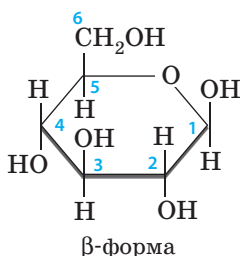


Рис. 85. Лінійна форма глюкози

У водному розчині існує рівновага між обома циклічними й лінійними формами.

Кристалічні ґратки глюкози — молекулярні.



Згадайте властивості речовин з молекулярними кристалічними ґратками.

Фізичні властивості глюкози

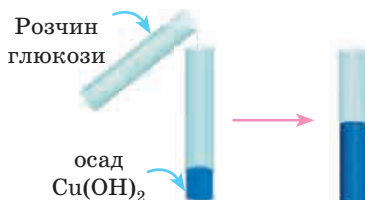
Глюкоза — біла кристалічна речовина, солодка на смак, добре розчинна у воді.

Якісна реакція на глюкозу

Давайте ще раз подивимося на структурну формулу глюкози. У складі молекули є кілька гідроксильних груп. Ми вивчали, що наявність групи $-\text{OH}$ характерна для спиртів, а якщо у складі кілька цих груп, то це багатоатомний спирт. Отже, глюкоза має проявляти властивості багатоатомного спирту, і її можна виявити, наприклад, у розчині, виконавши якісну реакцію на багатоатомні спирти з купрум(II) гідроксидом (без нагрівання). Глюкоза утворює при цьому сполуку характерного синього кольору.

Лабораторний дослід «Взаємодія глюкози з купрум(II) гідроксидом»

У пробірку наллємо 1–2 мл розчину глюкози. В іншій пробірці одержимо блакитний осад купрум(II) гідроксиду. Запропонуйте самі реактиви для цього й напишіть рівняння реакції. Змішаємо вміст цих пробірок. Осад зникає й утворюється розчин синього кольору.



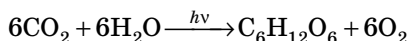
Біологічне значення глюкози

Глюкоза міститься в рослинному й тваринному організмах, особливо багато її у винограді, меді, а також спілих фруктах і ягодах, у коренях, листках і квітках рослин.



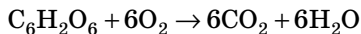
Рис. 86. Природні джерела глюкози

У природі глюкоза утворюється в хлоропластах зелених рослин у процесі фотосинтезу з вуглекислого газу й води (рис. 86). Схематично цей процес можна записати таким сумарним рівнянням реакції:



При цьому утворюється ще й кисень, який необхідний в окисних процесах дихання.

У мітохондріях живих організмів відбувається окиснення глюкози киснем повітря. Це складний біохімічний процес. Умовно його можна записати такою схемою:



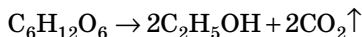
При цьому виділяється енергія, яка використовується для процесів життєдіяльності.

Глюкоза — цінна поживна речовина. Їжа людини складається приблизно на 70 % з вуглеводів. Глюкоза є основним джерелом енергії для мозку, і саме вона впливає на більшість психологічних процесів. За низького рівня глюкози процеси, що вимагають ментальних зусиль (наприклад, самоконтроль, прийняття важких рішень тощо), можуть бути порушені. Джерелами глюкози є фрукти, квітковий нектар, різні рослини, їхній сік, мед.

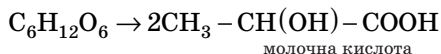
Якщо в організм надходить більше глюкози, ніж необхідно, надлишок у вигляді глікогену відкладається в печінці й у вигляді жиру — у жирових тканинах. У крові дорослої людини міститься, у середньому, 5–6 г глюкози (або чайна ложка), це близько 0,1%. Цього обсягу достатньо, щоб забезпечити організм енергією приблизно на 15 хвилин. Тому рівень глюкози в крові постійно підтримується за рахунок розкладу глікогену в печінці.

Дізнайтеся більше

Глюкоза — поживна речовина для багатьох організмів, зокрема для бактерій і грибів. Гриби дріжджі викликають бродіння (ферментація) глюкози. У результаті утворюється етанол. Це **спиртове шумування**:



Молочнокислі бактерії теж зброджують глюкозу, при цьому утворюється молочна кислота. Молочнокисле шумування:



Молочна кислота утворюється в нашому організмі в результаті енергетичного обміну в процесі роботи м'язів. Надлишок молочної кислоти в м'язах викликає біль.

Молочна кислота стримує розвиток гнильних бактерій, тому **молочнокисле шумування** має велике значення в переробці сільськогосподарських продуктів. Із нею пов'язане одержання цілого ряду кисломолочних продуктів — кисляку, сиру, сметани, сиру. Молочна кислота утворюється в процесі квашення капусти, силосування кормів і виконує при цьому консервуючу роль.

Застосування глюкози

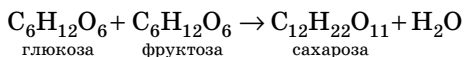
Глюкозу застосовують у медицині для приготування лікувальних препаратів. Вона також дістає широке застосування в кондитерському виробництві, у харчовій промисловості, у виробництві дзеркал та іграшок (сріблення), у хімічній промисловості.

Дізнайтеся більше**Фруктоза**

Значно поширений і моносахарид фруктоза. Вона є у фруктах, багато її в меді. Молекулярна формула така сама, як і у глюкози — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, але будова молекули інша.

САХАРОЗА**Будова молекули**

Сахароза (буряковий, або тростинний цукор) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$:



Фізичні властивості

Сахароза (звичайний цукор) — біла кристалічна речовина, розчинна у воді, із солодким смаком. За 190–200 °С сахароза перетворюється на буру масу — карамель — з виділенням води.

Одержання

Сахарозу одержують із цукрового буряка, де її вміст становить до 20 %, або із цукрової тростини.

Поширення у природі

Сахароза у великій кількості міститься в цукровому буряку, стеблах цукрового очерету, а також у соку берези, клена, у багатьох плодах і овочах (рис. 87).



Рис. 87. Деякі природні джерела сахарози

Застосування

Сахарозу застосовують у вигляді харчового продукту (цукор), у харчовій промисловості — як смакову добавку й консервант, для одержання штучного меду. Її використовують для приготування деяких ліків, у біохімічних виробництвах.

Дізнайтеся більше

Порівняємо солодкість глюкози й фруктози із цукром. Глюкоза менш солодка — 0,73 від солодкості сахарози, фруктоза солодше цукру в 1,7 разу. З початку ХХ століття використовується як підсолоджувач у харчових продуктах сахарин, Е954, що у 300 разів солодше цукру. Одна з найсолодших природних речовин — білок монелін, він у 3000 разів солодше цукру. Найсолодша речовина, дозволена до застосування в харчових продуктах, неотам — модифікований пептид, у 8000 разів солодше цукру.

Хочете дізнатися, в яких продуктах найбільше сахарози, а де — менше? Дивіться таблицю 12.

Таблиця 12

Найменування продукту	Вміст сахарози на 100 грамів харчової сировини, г
Білий цукор (бурачний)	99,9
Коричневий цукор (тростинний, кленовий)	85
Мед	79,8
Пряники, мармелад	71–76
Фініки, пастила яблучна	70
Чорнослив, ізюм (кишмиш)	66
Хурма	65
Інжир (в'ялений)	64
Виноград (мускат, кишмиш)	61
...	
Банани, куркума (пряність)	2,3
Яблука, груші (солодкі сорти)	2
Смородина чорна, полуниця	1,2
Волоські горіхи, цибуля (свіжа)	1
Помідори	0,7
Агрус, гарбуз, картопля, черешня	0,6
Малина	0,5
Вишня	0,3

Підсумуємо вивчене в параграфі:



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

422. Наведіть загальну формулу вуглеводів.
423. Опишіть фізичні властивості глюкози.
424. Де в природі міститься глюкоза? сахароза?
425. Опишіть фізичні властивості сахарози.
426. У чому полягає якісна реакція на глюкозу? Опишіть перебіг цього експерименту.
427. Де застосовують глюкозу?
428. Де застосовують сахарозу?

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

429. Формула глюкози:

а) C_5H_{12} ;	в) $C_{12}H_{22}O_{11}$;
б) $C_6H_{12}O_6$;	г) C_6H_{12} .
430. Формула сахарози:

а) $C_{10}H_{22}$;	в) $C_{12}H_{22}O_{11}$;
б) $C_6H_{12}O_6$;	г) C_5H_{12} .
431. Речовина, що є якісним реактивом на глюкозу:

а) мідь;	в) натрій хлорид;
б) купрум(II) гідроксид;	г) амоніак.

432. Глюкоза $C_6H_{12}O_6$ плавиться за температури $+146...+150\text{ }^\circ\text{C}$. Чи можете ви її розплавити в домашніх умовах? Який тип кристалічних ґраток характерний для цієї сполуки?
433. Яку кількість речовини становить 1 кг сахарози? Скільки це молекул?
434. Який об'єм кисню необхідний для спалювання глюкози масою 40 г?
435. Визначте масу глюкози, що містить 24 моль атомів Оксигену.
436. Який об'єм (мл) вуглекислого газу за н. у. треба використати у процесі фотосинтезу для одержання 18 г глюкози?

§ 31. ВУГЛЕВОДИ: КРОХМАЛЬ І ЦЕЛЮЛОЗА



— Виявляється, вуглеводи входять і до складу зовсім несолодких продуктів. Наприклад, це крохмаль картоплі, рису, пшениці...

— Але це все одно смачно.

— Так, а от целюлоза в складі деревини. Вона ж навіть неїстівна, але теж вуглевод.



Крохмаль і целюлоза належать до полісахаридів, а префікс *поли-*, як ви знаєте, використовують для назви полімерів. Полісахариди — полімери. Загальна формула крохмалю й целюлози однакова — $(C_6H_{10}O_5)_n$. Можна припустити, що мономери, тобто ті речовини, з яких були синтезовані ці полімери, будуть мати однаковий склад, і це дійсно так.

Розглянемо кожний із цих полімерів.

КРОХМАЛЬ

Будова крохмалю

Крохмаль складається з молекул двох типів — амілози й амілопектину (рис. 88).

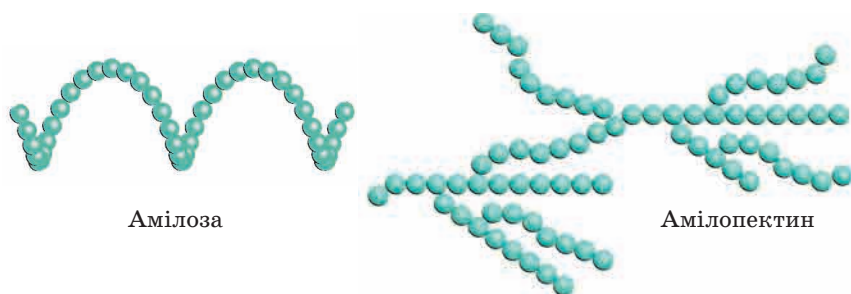


Рис. 88. Молекули крохмалю

Амілоза (її в крохмалі 20 %) розчинна у воді. Полімерний ланцюг молекули амілози згорнутий у спіраль.

Молекули амілопектину (його у крохмалі 80 %) розгалужені, і він погано розчинний у воді.

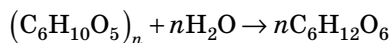
Якщо ви бачите на етикетках продуктів напис «розчинний крохмаль», значить, мають на увазі саме амілозу.

Властивості крохмалю

Крохмаль — білий порошок, без смаку, нерозчинний у холодній воді (рис. 89).

За рахунок розгалуженої молекули амілопектину крохмаль легко набухає, особливо в гарячій воді. Утворюється крохмальний клейстер. Це колоїдний розчин.

Під час кип'ятіння крохмалю у воді з добавкою кислоти відбувається його поступове руйнування, утворюються полімери з більш коротким ланцюжком — декстрини, а потім патока (рис. 90). Кінцевий продукт — глюкоза. Так само крохмаль руйнується в процесі перетравлення у травній системі:



Патока — напіврідка, темно-жовта, схожа на мед речовина, солодка на смак.

Її використовують у кондитерському виробництві. Кондитерські вироби, для



Рис. 89. Крохмаль



Рис. 90. Патока

приготування яких використовували патоку, менш солодкі на смак, довше зберігаються м'якими й мають відмінні смакові якості.



Рис. 91. Декстрини смаженої картоплі

Декстрини утворюються і під час приготування їжі за нагрівання. Вони легше засвоюються організмом, ніж крохмаль, тому що складаються з молекул меншого розміру й краще розчиняються у воді. Смачна скоринка хліба й скоринка на смаженій картоплі складаються, в основному, з декстринів (рис. 91).

Якісна реакція на крохмаль

Із крохмалем можуть взаємодіяти молекули йоду. У результаті утворюється сполука темно-синього кольору. Це якісна реакція на крохмаль.

Цікаво, що під час кип'ятіння вона руйнується й забарвлення зникає. Однак під час охолодження знову з'являється.

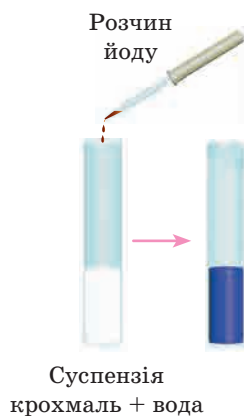
Лабораторний дослід

«Взаємодія крохмалю з йодом»

У хімічну пробірку, наповнену водою до половини, додамо 1–2 г порошку крохмалю й розмішаємо отриману суспензію.

Крохмаль у воді не розчиняється. Обережно нагріємо пробірку. Утворюється клейстер (див. дослід на с. 33)

Додамо до отриманої суміші декілька крапель аптечної йодної настоянки (у ній міститься йод). З'являється темно-синє забарвлення. Якщо крохмалю було взято багато, то забарвлення буде дуже темним, майже чорним.



Поширення у природі

Крохмаль — поживна речовина рослин, яку вони накопичують і зберігають про запас. Він є одним із продуктів фотосинтезу.

Найбільш багаті на крохмаль зерна злаків: рису — до 86 %, пшениці — до 75 %, кукурудзи — до 72 %, а також бульби картоплі — до 24 % (рис. 92).



Рис. 92. Найбільш багаті на крохмаль рослини

Застосування

Крохмаль — основний вуглевод у їжі людини. Багато його міститься в хлібі, крупах, картоплі.

Крохмаль широко застосовують у харчовій промисловості. Він є інгредієнтом для приготування різних киселів, соусів, кремів, ковбас і випічки. У переважній більшості сосисок і ковбасних виробів міститься крохмаль для надання їм більш щільної консистенції.

Найчастіше з кулінарною метою крохмаль використовують для загущення продукту й зв'язування частини рідини в ньому. Наприклад, під час приготування желе або майонезу.



Рис. 93. Сфери застосування крохмалю

Застосування крохмалю в кулінарії — не єдина галузь його використання (рис. 93). З нього одержують етанол, патоку й різні клеї. У величезних об'ємах крохмаль використовують у целюзній промисловості як порошок, необхідний для наповнення й обробки паперу. Також його використовують для обробки тканин

та іншої текстильної продукції. Разом текстильна й целюлозна промисловість споживають більше крохмалю, ніж харчова.

У медицині на основі крохмалю готують мазі, присипки тощо.

ЦЕЛЮЛОЗА

Будова целюлози

Целюлоза також синтезується рослинами. Вона складається з більшої кількості залишків β -глюкози, ніж крохмаль, і має велику молярну масу. Полімерні молекули целюлози легко утворюють волокна.



Рис. 94. Тканини із целюлози

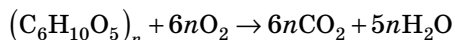


Цю особливість — утворення волокон із целюлози — широко використовує людина, виготовляючи з них тканини — бавовняні, лляні (рис. 94).

Властивості целюлози

Целюлоза — біла тверда речовина, нерозчинна у воді й більшості органічних розчинників, набухає у воді дуже повільно. Клейстеру не утворює. Не змінює забарвлення під впливом йоду.

Целюлоза — основна складова деревини і виробів з неї, наприклад паперу. Вона добре горить, виділяючи велику кількість тепла. Ми це знаємо з повсякденного життя:



Так само, як і крохмаль, піддається руйнуванню під час кип'ятіння в розчинах кислот. Кінцевий продукт при цьому — глюкоза.

Поширення у природі

Целюлоза — основний будівельний матеріал рослин (рис. 95). З неї складаються стінки рослинних клітин. У деревині міститься до 60 % целюлози.



Рис. 95. Целюлоза в природі

Застосування целюлози

У складі деревини целюлоза використовується в будівництві. З деревини виготовляють столярні вироби, наприклад меблі. У вигляді волокнистих матеріалів (бавовни, льону, коноплі) вона використовується для виготовлення ниток, тканин, канатів. У ваті й фільтрувальному папері її до 90%. Із целюлози одержують речовини, які йдуть на виготовлення нітролакків, кіноплівки, медичного колодію, штучного волокна й вибухових речовин. Під час термічного розкладу целюлози утворюється метанол, деревне вугілля та інші сполуки (рис. 96).

За певних умов целюлоза руйнується до глюкози. Зброджуючи отриману глюкозу, одержують етанол, який застосовують у техніці. Також глюкоза, отримана із целюлози, є кормом для худоби.

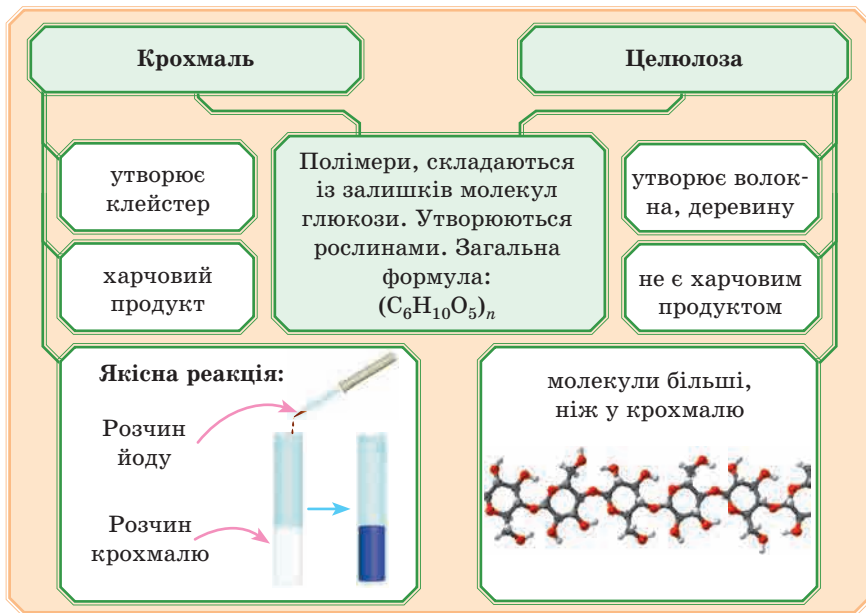
Папір — це матеріал, який являє собою дуже тонко переплетені волокна целюлози. Папір уже в II столітті до нашої ери одержували в Китаї. На той момент його виготовляли з бамбука або бавовни. Пізніше, у IX столітті нашої ери, цей секрет потрапив у Європу. Для одержання паперу в середньовіччя використовували лляні або бавовняні тканини.

Але тільки у XVIII столітті винайшли найбільш зручний спосіб одержання паперу — із дерева. А такий папір, яким ми зараз користуємося, почали виготовляти лише в XIX столітті.



Рис. 96. Сфери застосування целюлози

Підсумок:

**Дізнайтеся більше**

Целюлоза міститься майже в усіх харчових продуктах рослинного походження. Целюлоза не засвоюється в організмі людини, але необхідна для нормального травлення.

Вона не перетравлюється й у інших тварин, але її можуть переробляти бактерії. Такі бактерії живуть у шлунку корів та інших жуйних, кишечника кроликів, кіз, тобто тих тварин, у їжі яких значну частину займають продукти харчування, що містять целюлозу — трава, гілки дерев. А вже після переробки бактеріями целюлози утворюються речовини, які й засвоюють тварини.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

*Під час виконання дослідів дотримуйтеся правил безпеки!
Просимо допомоги батьків!*

Одержуємо крохмаль із картоплі

Бажаєте самі одержати крохмаль? Запросто. Беремо картоплю, миємо, чистимо. Натираємо її на дрібній тертці.



Отриману кашку заливаємо водою й ретельно вимиваємо, протираючи руками. Вода відразу стає мутною. Це вже виділився крохмаль зі зруйнованих клітин картоплі. Швидко зливаємо мутну рідину в миску або невелику каструлю. Ще раз промиваємо картопляну кашку й зливаємо рідину. Це потрібно робити швидко, тому що важкі молекули крохмалю легко осаджуються.

Після декількох промивань залишки картоплі можна викинути. У мисці або каструлі крохмаль осаджується на дно, тепер можна акуратно злити воду, а крохмаль перекласти на тканину — нехай сохне. Сухий крохмаль можна зберігати або використовувати в їжу — зварити смачний кисіль.

Аби довести, що це саме крохмаль, на невеликому зразку проведіть якісну реакцію. Ви вже знаєте, як це зробити. Якщо забули — читайте параграф іще раз.

Виявлення крохмалю в харчових продуктах

Властивість крохмалю набувати темно-синього забарвлення внаслідок взаємодії з йодом можна використати завжди, коли потрібно виявити крохмаль у харчових продуктах.

Візьміть шматочок картоплі, білого хліба (на чорному буде погано видно забарвлення), макарони й рисову кашу. Капніть по краплі йодної аптечної настоянки на ці продукти — з'явиться характерне забарвлення, яке вказує на наявність крохмалю.

Чи чистий посуд?

Таким чином можна визначити й погано вимиті тарілки: капніть йодом на вимиті тарілки, і якщо забарвлення не змінилося — тарілки чисті, якщо є синє забарвлення — посуд треба перемити.

Чи містить мед інші речовини?

Розчиніть півчайної ложки меду у 20–30 мл дистильованої води. Розділіть суміш на три одноразових стаканчики. У перший стакан із розчином меду додайте 2–3 краплини розведеного водою спиртового розчину йоду. Якщо з'явилося синє забарвлення, значить, мед містить домішки борошна або крохмалю (у справжньому меді цих речовин немає).

У другий стакан із розчином меду долийте 1–2 мл будь-якої кислоти (оцтової або лимонної). Якщо мед містить крейду, ви побачите закипання внаслідок виділення вуглекислого газу. Справжній мед крейди не містить. У третій стакан із розчином меду додайте 1–2 мл нашатирного спирту з домашньої аптечки. Поява забарвлення свідчить про наявність органічних барвників, які додають у несправжній мед.

Досліджуємо якість сметани, майонезу, йогурту

У підписані маленькі одноразові пластмасові стаканчики помістіть по одній чайній ложці сметани, майонезу, йогурту. Долийте 1–2 мл кип'яченої води, розмішайте, додайте 1–2 краплі спиртового розчину йоду. Якщо з'явиться синє забарвлення, там є крохмаль, який не повинен входити до складу цих продуктів.

ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

437. Яку геометричну форму мають молекули крохмалю? Чим вони відрізняються?
438. Де в природі поширені крохмаль і целюлоза?
439. Яку роль відіграють крохмаль і целюлоза в житті рослин?
440. Які продукти утворюються під час руйнування молекул крохмалю у присутності води? Дайте їм характеристику, опишіть застосування.
441. Опишіть якісну реакцію на крохмаль.
442. Розкажіть про властивості целюлози.
443. Де застосовують крохмаль? целюлозу?

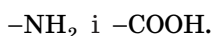
ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

444. Формула крохмалю й целюлози:
 - а) $(C_5H_{10}O_5)_n$;
 - б) $(C_6H_{12}O_6)_n$;
 - в) $(C_4H_8O_5)_n$;
 - г) $(C_6H_{10}O_5)_n$.
445. Розташуйте органічні сполуки в ряд за збільшенням кількості атомів Оксигену в молекулах:
 - а) глюкоза;
 - б) гліцерол;
 - в) крохмаль;
 - г) сахароза.

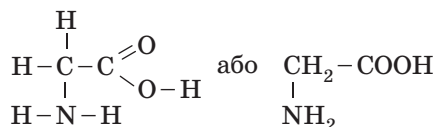
АМІНОКИСЛОТИ

От у визначенні відразу трапляється незнайома назва — амінокислоти. Що це за речовини? Префікс *аміно-* означає, що речовина належить до класу «Аміни». Ви будете вивчати їх у старших класах. Зараз давайте тільки запам'ятаємо, що до складу молекул речовин, у назві яких є такий префікс, буде входити аміногрупа $-\text{NH}_2^*$. А от із кислотами ми вже знайомі. У їхньому складі є карбоксильна група $-\text{COOH}$.

Отже, у молекулах амінокислот є дві групи:

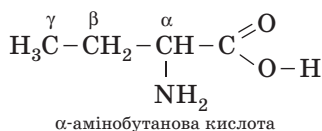


Формула амінокислоти:



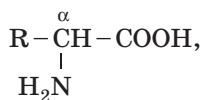
Це аміноетанова кислота, або гліцин.

Якщо в молекулі амінокислоти кілька атомів Карбону, то їх (крім атома С в карбоксильній групі) прийнято позначати грецькими літерами:



Аміногрупа може бути приєднана до будь-якого атома Карбону в ланцюжку. Її положення вказують, записуючи на початку назви відповідну літеру.

Нас будуть цікавити зараз тільки α-амінокислоти, тому що саме з них будуватимуться молекули білку. Загальну формулу α-амінокислот можна представити так:



де R — радикал.

* До складу амінів може входити й група >NH , і навіть просто N^- .

Важливо запам'ятати, що групи амінокислот можуть взаємодіяти одна з одною, утворюючи міцні специфічні хімічні зв'язки. Вони зв'язують залишки амінокислот у білковому полімерному ланцюжку.

Фізичні властивості

Амінокислоти являють собою кристалічні речовини.

Під час плавлення вони руйнуються. Амінокислоти добре розчинні у воді й нерозчинні в органічних розчинниках, чим схожі на неорганічні сполуки. Багато амінокислот мають солодкий смак.

Біологічна роль амінокислот

Тварини й людина одержують амінокислоти, в основному, з білковою їжею, рослини їх синтезують самі. Білки, які потрапляють в організм, під дією ферментів розкладаються до амінокислот. Значна частина з них іде на синтез білку, необхідного для цього організму, частина може бути використана в енергетичному обміні, частина бере участь у регуляції обміну речовин.

БІЛКИ

Замінні й незамінні амінокислоти

З усіх α -амінокислот, а їх близько 150, людині для синтезу потрібних їй білків необхідно всього лише близько 20. Ці амінокислоти, як і всі інші, людина одержує з їжею. Крім того, наш організм здатний сам синтезувати потрібні амінокислоти. Однак деякі амінокислоти в організмі людини не синтезуються. Їх називають **незамінними амінокислотами**.

Якщо їх недостатньо, то в організмі починають розвиватися важкі захворювання. Тому незамінні амінокислоти повинні обов'язково й у необхідній кількості надходити в організм із їжею. Таких кислот для людини існує вісім: валін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, триптофан, метіонін, треонін і лізин.

На білки має припадати 12% добової енергетичної цінності раціону, причому частка тваринних білків повинна сягати 60% їх загальної кількості. Жирам найкраще відвести 30%. Зауважимо, що з цієї кількості частка жирів рослинного походження має становити третину. Решта — 58% — вуглеводи.

Первинна структура білку — специфічна амінокислотна послідовність, тобто порядок чергування α -амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюзі.



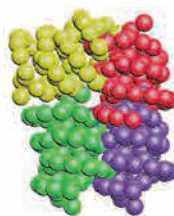
Первинна структура (ланцюг амінокислот)



Вторинна структура (α -спіраль)



Третинна структура (глобула)



Четвертинна структура (комплекс білків)

Рис. 97. Структури білку

Зв'язки між амінокислотними залишками, звичайно, *пептидні*.

Вторинна структура білку — поліпептидний ланцюг, згорнутий у спіраль у просторі за рахунок *водневих зв'язків* між групами NH і CO. **Третинна структура** білку — спіраль, складена компактно в грудочку — глобулу. **Четвертинна структура** білку — комплекс із речовин білкової або небілкової природи (рис. 97). Четвертинна структура характерна лише для деяких білків, наприклад гемоглобіну (рис. 98–99).

Фізичні властивості

Фізичні властивості білків досить різні: одні з них розчинні у воді, інші — ні. Багато білків утворюють колоїдні розчини. Білки мають різний смак, колір і запах. Температури, за яких відбувається руйнування білку, також специфічні для кожного з них.

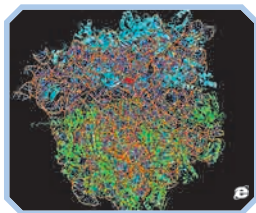


Рис. 98. Комп'ютерна модель білку рибосоми. Її третинна структура передана різними кольорами. Просторові структури зображені спіральками й стрічкоподібними складками

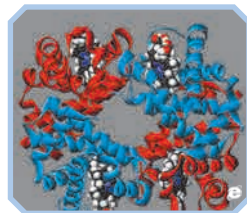


Рис. 99. Комп'ютерна модель білку гемоглобіну

Дізнайтеся більше

Кристали різних білків* виростили на космічній станції «Мир» і під час польотів шатлів НАСА.

Високоочищені білки за низької температури утворюють кристали, які використовують для вивчення просторової структури білку (рис. 100).

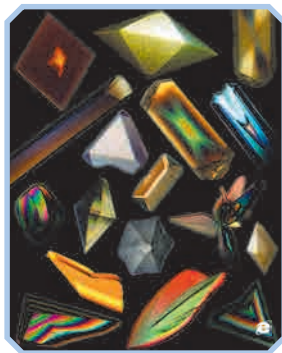


Рис. 100. Кристали білків, вирощені на космічній станції

Хімічні властивості

Розглянемо деякі властивості білків.

Руйнування білків — денатурація

За певних умов білки можуть руйнуватися. Цей процес може бути оборотним. У цьому випадку білок може відновитися.

— Приклад необоротної денатурації за теплового впливу — згортання яєчного білку альбуміну під час варіння або смаження яєць. Так що ви не просто смажите яєчню, а проводите денатурацію білку!

**Чинники, які спричиняють руйнування білків**

- 1) Нагрівання або вплив яких-небудь випромінювань, наприклад інфрачервоного або ультрафіолетового. Кінетична енергія, яку отримує білок, спричиняє сильну вібрацію його атомів, унаслідок чого водневі та йонні зв'язки рвуться, а білок зсідає (коагулює).
- 2) Сильні кислоти, сильні луги й концентровані розчини солей також спричиняють денатурацію білків.
- 3) Органічні розчинники. Ці реагенти призводять до розриву внутрішньомолекулярних водневих зв'язків.

* <https://visualta.org.ua/2013/11/25/metabolism>



Використання спирту як дезінфікуючого засобу ґрунтується саме на тому, що він спричиняє руйнування білків будь-яких бактерій.

Є й інші впливи, які викликають руйнування білку.

Дізнайтеся більше

Якісні кольорові реакції білків

- 1) Білок у розчині можна виявити, додавши свіжоприготовлений осад купрум(II) гідроксиду в лужному середовищі. З'являється синьо-фіолетове забарвлення. Ця реакція називається **біуретовою** (рис. 101).



Рис. 101. Біуретова реакція

- 2) Внаслідок дії концентрованої нітратної кислоти на білок за нагрівання з'являється жовте забарвлення. Це **ксантопротеїнова реакція** (рис. 102).

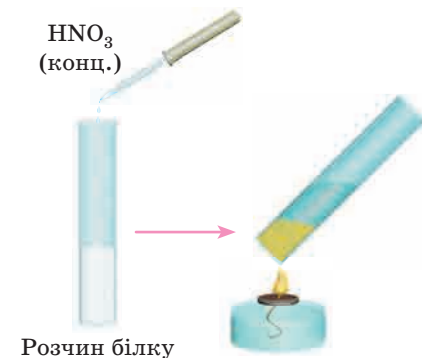


Рис. 102. Ксантопротеїнова реакція

Функції білків в організмі

У тваринному або рослинному організмі білки виконують безліч функцій. Головними є такі:

1. Ферментативний каталіз. Майже всі хімічні реакції в живому організмі відбуваються з допомогою білків — ферментів-каталізаторів, які прискорюють реакцію в мільйони разів.
2. Транспорт, накопичення й виведення різних за природою речовин як органічного, так і неорганічного походження здійснюється лише окремими білками. Наприклад, гемоглобін переносить кисень до тканин організму, а міоглобін накопичує його в тканинах (рис. 103).
3. Імунний захист організму здійснюється з допомогою антитіл — білків, здатних упізнавати й зв'язувати сторонні об'єкти: білки, віруси, бактерії і т. п., не завдаючи при цьому шкоди білкам і клітинам свого організму.
4. Основна складова м'язів — білки (рис. 104). Скорочення м'язів здійснюється завдяки ковзанню двох типів білкових ниток у протилежних напрямках.
5. Механічна жорсткість і певна форма забезпечуються в організмах тварин ниткоподібним білком колагеном, який входить до складу шкіри й кісток (рис. 105).
6. Деякі білки відіграють роль резервного матеріалу. Вони розщеплюються в організмі, а утворені амінокислоти використовуються для побудови необхідних молекул або є джерелом енергії.

Білки виконують і багато інших функцій в організмі.



Рис. 103. Еритроцити й лейкоцити

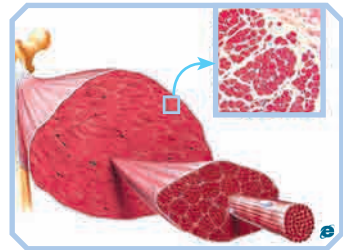


Рис. 104. М'язи

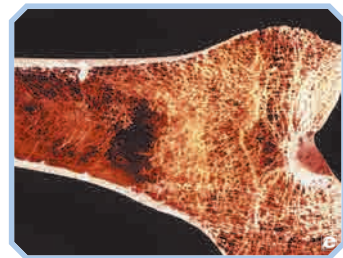
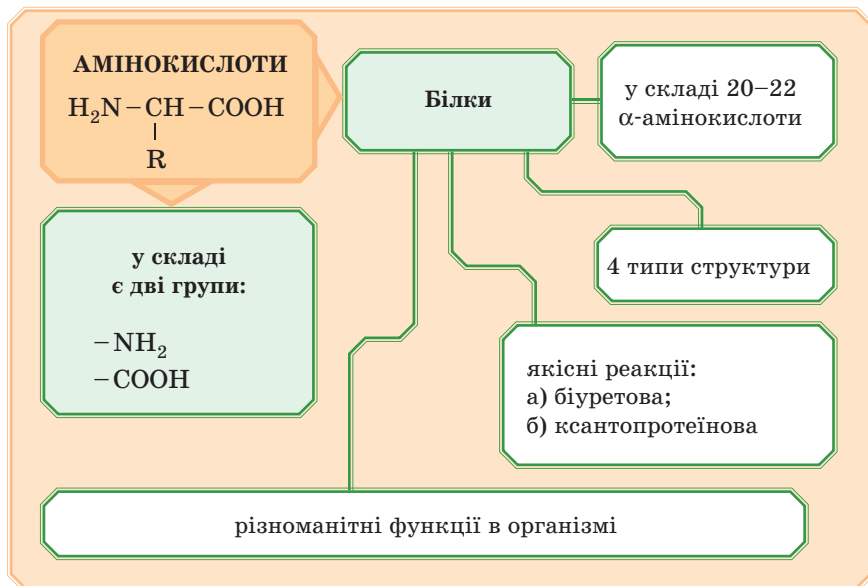


Рис. 105. Структура кістки

Підсумуємо вивчене в параграфі.



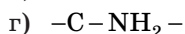
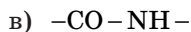
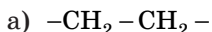
ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

452. Які групи містяться в молекулах амінокислот?
453. Опишіть фізичні властивості амінокислот.
454. Які функції виконують амінокислоти в організмі?
455. Які зв'язки утворюються під час з'єднання амінокислот?
456. Які фізичні властивості проявляють білки?
457. Які хімічні властивості ви знаєте?
458. Що спричиняє руйнування білків?
459. Опишіть якісні реакції на білок.
460. Назвіть функції, які виконують білки в організмі.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

461. До складу молекул білків входять:
 - а) α-амінокислоти;
 - б) β-амінокислоти;
 - в) будь-які амінокислоти;
 - г) аміни.

462. Укажіть пептидний зв'язок:



Для допитливих

463. Ксантопротеїнова реакція характерна для таких речовин:

а) вуглеводів;

б) жирів;

в) білків;

г) алканів.

464. Установіть послідовність збільшення рівня організації структури білку (від первинної до четвертинної структури):

а) білкова глобула;

б) α -спіраль;

в) комплекс субодиноць;

г) поліпептидний ланцюг.

465. До рисового відвару додали декілька крапель йодної води, побачили сине забарвлення. Значить, відвар містить:

а) сіль;

в) крохмаль;

б) білки;

г) вітамін С.

466. Як можна розрізнити за допомогою хімічних реакцій розчини білку курячого яйця та крохмалю?

467. Запропонуйте спосіб, у який із глюкози можна одержати:

а) етанол,

б) вуглекислий газ,

в) магній етаноат (магнієву сіль оцтової кислоти)?

Запишіть рівняння відповідних реакцій.

468. Наведіть структурну формулу α -амінопропанової кислоти. Запишіть рівняння взаємодії цієї кислоти з калій гідроксидом; кальцій оксидом.

469. Які речовини утворюються під час руйнування фрагмента молекули білку складу:



Напишіть відповідне рівняння реакції.

470. Відповідно до тексту параграфа, розрахуйте, скільки білку вам потрібно вживати за добу. Яку масу м'яса, риби, сиру, яєць (окремо) потрібно вжити для забезпечення організму білками? Складіть приблизний добовий раціон харчування, який повністю забезпечував би ваші потреби в білку.

§ 33. ПРИРОДНІ Й СИНТЕТИЧНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

— Я думаю, що треба носити вироби тільки з натуральних тканин, використовувати тільки природні речовини й узагалі обходитися без «хімії».



— Дуже дивно! А що, хіба природні органічні сполуки — не хімічні речовини? І що таке без «хімії»? Без хімії немає життя! Ми живемо завдяки хімічним реакціям у нашому організмі! І навіть те, що ти зараз роздратована, — результат хімічних процесів.

— Ти ще скажи, що кохання — це хімічні реакції...

— Точно! Це складний процес, у який залучено безліч хімічних речовин нашого організму. Так що без хімії ніяк не можна. Натуральні тканини — це дуже добре. Але є синтетичні тканини з такими характеристиками, яких у природних немає. Треба розумно все сполучати.

— Так, мабуть, ти правий. Хімічні речовини самі по собі не можуть бути гарними або поганими.

Все залежить від нас, людей, від того, як ми їх використовуємо.

ПРИРОДНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ

За час вивчення органічної хімії ми вже розглянули багато органічних сполук, дізналися про деякі їхні властивості й застосування. Давайте разом згадаємо, що вже вивчено: вуглеводні, природні джерела вуглеводнів (нафта, газ, кам'яне вугілля), спирти й органічні кислоти, жири, вуглеводи (глюкоза, сахароза, крохмаль, целюлоза), амінокислоти й білки.

Однак існує ще безліч сполук, про які ми не говорили. Звичайно, розповісти про всі природні органічні речовини в одному параграфі абсолютно неможливо. Зупинимося тільки на деяких.

Вітаміни

Слово «вітаміни» походить від лат. *vita* — «життя» і аміни — назва класу органічних сполук. Виходить «аміни життя».

Вітаміни містяться в рослинній і тваринній їжі. Їх одержують і синтетично у фармацевтичній промисловості. Вітаміни продають в аптеках, і застосовувати їх треба за призначенням лікаря.

Фітонциди

Слово «фітонциди» походить від грецьк. *φύτον* — «рослина» і лат. *caedo* — «убиваю».



Рис. 106. Фітонциди в природі

Ці біологічно активні речовини синтезуються рослинами, вони вбивають або пригнічують ріст і розвиток бактерій, мікроскопічних грибів, найпростіших.

У природі фітонциди відіграють важливу роль в імунитеті рослин і в взаємовідносинах між собою. Виділення ряду фітонцидів підсилюється в разі ушкодження рослин (рис. 106). Леткі фітонциди здатні чинити свою дію на відстані, наприклад фітонциди листків дуба, евкаліпта, сосни й багатьох інших.

Сила й спектр антимікробної дії фітонцидів досить різноманітні. Фітонциди часнику, цибулі, хрону, червоного перцю, звіробою, чебрецю та інших рослин убивають багато видів найпростіших, бактерій і нижчих грибів у перші хвилини й навіть секунди. Вони знищують найпростіших (інфузорій), багатьох комах за короткий час (години або хвилини). У молодому сосновому лісі в повітрі майже немає збудників хвороб.

У медицині їх застосовують для лікування гнійних ран, виразок, а також у разі застудних захворювань.

Речовини, що мають запахи

Сюди входять різні за своєю хімічною природою речовини. Вони надають запаху квітам і плодам рослин, а також визначають запахи тварин, можуть бути приємними й неприємними з нашої точки зору. Пахучі речовини несуть різноманітну інформацію для живих істот, вони необхідні для нормального життя рослинних і тваринних угруповань. Людина використовує аромати, які подобаються їй, насамперед у косметичній продукції, під час виробництва ароматичних речовин, у кулінарії.

Отруйні й лікарські речовини

Отрути тварин і рослин мають різну хімічну будову. У природі вони є захистом від хижаків. Людина використовує отрути в медицині, оскільки в невеликих кількостях вони чинять лікувальну дію (є старовинний вислів: «Усе є ліками й усе є отрутою. Вся справа в дозі»). Численні настоянки, відвари, мазі, таблетки тощо містять речовини, отримані з рослинних або тваринних організмів (рис. 107).

Барвники

Різні хімічні речовини складають велику групу природних барвників. Люди здавна використовували фарби, одержувані з рослин (рис. 108) і тварин. Фарбували тканини, хутра, шкіру.

Дізнайтеся більше

Ось приблизні кольори барвників, які можна отримати з рослин:

Жовтий:

- ♦ кора, корені й деревина барбарису — жовтий;
- ♦ полин — дає солом'яне й палеве забарвлення. Якщо додати галуни, колір буде лимонний;
- ♦ куркума — яскраво-жовтий.



Рис. 107. Отрута змії



Рис. 108. Рослинні барвники

Синій колір:

- ♦ ягоди чорниці — дають фіолетовий колір;
- ♦ ягоди ожини — синій колір.

Зелений колір:

- ♦ ягоди ялівцю;
- ♦ листки бузини.

Рослинними барвниками можна забарвлювати не тільки тканини. Лушпиння цибулі використовують, наприклад, для фарбування яєць на Великдень.

Дослід «Виготовлення барвника»

У невелику ємність зберіть лушпиння цибулі, приблизно на половину ємності, додайте води так, щоби лушпиння було тільки покрите, поставте на вогонь і доведіть до кипіння. Остудіть, опустіть в отриманий відвар яйця й варіть у ньому. Шкаралупа яєць набуде червоно-коричневого кольору різного відтінку залежно від концентрації відвару.

**Дізнайтеся більше**

Застосовували також природні барвники, які одержували з тварин: комах, молюсків-багрянок. Так, наприклад, відомий античний пурпур, виготовляли з молюсків багрянок або мурицид. Щоб одержати 1 г цієї фарби, треба було виловити з дна моря й переробити близько 10 000 цих молюсків. Червону фарбу кармін виготовляли з висушених комах — кошенилі. Ця комаха живе на трав'янистих рослинах Центральної Європи, які ростуть на піщаних і посушливих ґрунтах.

Вважають, що місяць червень дістав свою назву тому, що цього місяця починають збирання «черви» — личинок цієї комахи. Комах збирають незадовго до того, як жіноча черва (личинка) досягне зрілості, тобто в кінці червня, зазвичай на день святого Іоанна Хрестителя (24 червня), тому в багатьох країнах народна назва цього барвника — «кров святого Іоанна». Його використовували для фарбування шовку, вовни, бавовни або льону.

Каучук

Природний полімер каучук одержують із дерева гевеї, що росте в тропічному поясі (рис. 109). Каучук має унікальні властивості: він пружний, не пропускає воду, гарний ізолятор електричного струму. Каучуконоси є й серед рослин України, але каучуку в них дуже мало.



Рис. 109. Збір соку гевеї

Волокна

Про натуральні волокна ми вже говорили, коли вивчали целюлозу. Саме з неї складаються бавовняні, льняні, конопляні та інші рослинні волокна. З них виготовляють нитки, тканини, мотузки, канати і т. д. Є й волокна, які складаються з молекул білкової природи. Це вовна й шовк. Широко використовується вовна овець, кіз та інших тварин для виготовлення пряжі, а потім і одягу. Натуральний шовк — це нитки кокона метелика — шовковичного шовкопряда (рис. 110). Одяг із натуральних волокон практичний, зручний, гігієнічний.



Рис. 110. Тутовий шовкопряд

СИНТЕТИЧНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ

Синтетичні органічні речовини умовно можна розділити на дві групи: аналоги природних органічних речовин і речовини із зовсім новими властивостями, схожих на які в природі немає.

Лікарські засоби

Ми вже говорили, що більшість лікарських засобів виготовляють із рослинної або тваринної сировини. Однак синтетичні лікарські засоби іноді в багато разів за своєю біологічною активністю перевершують природні. Наприклад, антибіотики, сульфаніламідні препарати, які використовують для боротьби з інфекціями.

Отрутохімікати (пестициди)

Ця група речовин широко застосовується для боротьби з бур'янами, комахами, грибами та ін. Про користь і шкоду їх використання можна говорити тривалий час, але поки застосовують їх досить широко, тож без них ніяк не обійтися.

Волокна й тканини



Синтетичні волокна (нитки) — формують із полімерів, які не існують у природі, а отримані шляхом синтезу з природних низькомолекулярних сполук.

Як вихідну сировину для одержання синтетичних волокон використовують продукти переробки газу, нафти й кам'яного вугілля.

Одними з перших синтетичних волокон були найлон, капрон, нітрон.

Волокна найлону (аніду) і капрону мають міцність, яка значно перевершує міцність природних і штучних волокон. На сьогодні з найлону й капрону роблять панчохи, тканини, штучне хутро, канати, щітки, тканини для парашутів, килимові вироби, оббивні матеріали й т. д.

Волокно нітрон за зовнішнім виглядом схоже на вовну. Воно дуже добре зберігає теплоту, досить міцне й перевершує інші волокна за світлостійкістю. Із нього виготовляють тканини для костюмів, светрів, ковдр, спортивного одягу, а також штучне хутро тощо (рис. 111).



Рис. 111. Нітронні нитки

Одержують волокна, схожі на природні, наприклад штучний мідно-амоніаковий шовк.

Виробництво синтетичних волокон розвивається швидкими темпами. Це пояснюється доступністю вихідної сировини й розмаїтістю властивостей вихідних синтетичних полімерів. Виходять синтетичні волокна з різними властивостями. Із них виготовляють, наприклад, одяг, який є міцним, гарним, зручним, теплим, легким, не пропускає воду, не продувається вітром, зберігає тіло від перенагрівання або переохолодження, хімічного впливу та ін. Одяг із синтетичних волокон легко чистити й прати.

На сьогодні існує кілька тисяч видів хімічних волокон і нетканих матеріалів, і їх число щороку збільшується.

Пластмаси

Пластмаси (пластики) являють собою матеріали на основі природних або синтетичних полімерів. Вони здатні набувати заданої форми за нагрівання й під тиском і зберігати її після охолодження.

Виробництво пластмасових виробів вимагає менше енергії та є менш трудомістким, ніж багатьох інших матеріалів, наприклад металів. Пластичні маси здатні стати ідеальною альтернативою металам, сталі, деревині, бетону, що дозволяє істотно заощадити ці матеріали.

Ви всі добре знайомі з пластмасами. Подивіться навколо: корпус вашої ручки й телефону, пляшка для води, лінійка — це все пластмаса.

Різні види пластмаси мають різні властивості. Є такі, які витримують високі або низькі температури. Наприклад, тефлон. Його використовують, зокрема, як антипригарне покриття сковорідок і каструль (рис. 112).

Є полімери, стійкі до дії агресивних хімічних речовин (кислот і лугів). Згадайте наші дослідження поліетилену. Деякі, навпаки, легко руйнуються хімічними речовинами.



Рис. 112. Тефлон

Дослід «Розчинення пінопласту в розчиннику»

Пінопласти — це пластичні маси, начинені повітрям. Це робить їх дуже легкими, адже основна маса цих пластмас припадає на повітря.



Пінопласти виготовляють із полістирену, полівінілхлориду, феноло-формальдегідних смол, карбамідно-формальдегідних смол та ін.

Частіше може трапитися пінополістирен. Цей полімер не стійкий до органічних розчинників і дуже швидко розчиняється в них.

З урахуванням того, що пінопласт більшою частиною маси складається з повітря, в разі додавання полімеру в якийсь органічний розчинник він буквально «тане на очах».

У хімічний стакан наллємо розчинник (можна застосовувати рідину для зняття лаку з нігтів), підготуємо брусок із пінопласту. Зануримо брусок у розчинник. Пінопласт швидко розчиняється, зменшується в об'ємі й за короткий час повністю зникає.

Пластмаси не проводять електричний струм, тому їх широко використовують для ізоляції кабелів, виготовлення електроустаткування. Цікаво, що деякі полімери під час нагрівання виділяють речовини, які перешкоджають горінню. Тому така ізоляція не горить.

Вироби з пластмаси легкі, а з деяких видів — дуже міцні, міцніше сталі. Під час виробництва пластмас у сировину додають різні барвники, тому пластмасові вироби виглядають красиво. Це важливо у виготовленні побутових виробів: посуду, різних коробочок, предметів туалету (гребінці, зубні щітки та ін.), а також деталей машин, елементів, використовуваних під час будівництва й обробки будинків і т. д.

Каучуки

Синтетичні каучуки значно обійшли природний каучук за своїми властивостями: зносостійкості, стійкості до атмосферних явищ і агресивних речовин. Наведемо приклад.

Силоксанові (кремнійорганічні) каучуки використовують не тільки в техніці, але й у харчовій промисловості, сільському господарстві. На їхній основі роблять селективно-напівпроникні мембрани (СНПМ), з допомогою яких вдається збільшити строки зберігання овочів і фруктів у 1,3–3 рази й зберегти додатково більше 15 % продукції. Це пов'язане з тим, що крізь мембрану в контейнер не проникає кисень повітря й там створюється газове середовище з умістом азоту до 95 %, вуглекислого газу — до 3 % і кисню — 1–2 %. Це призводить до гальмування життєдіяльності плодів, тому що сповільнюються процеси аеробного дихання, окиснення ненасичених сполук, знижується активність мікрофлори.

У цьому стислому огляді ми не розглянули й сотої частки тих дивних нових синтетичних матеріалів, які пропонує нам хімія.

А ще є мийні, чистячі засоби, засоби гігієни й косметичні засоби, а також із догляду за одягом і взуттям, тобто все те, що називають побутовою хімією й без якої ми не можемо обійтись і дня, — це теж синтетичні органічні речовини.

Ми не все розповіли про нові будівельні матеріали з унікальними властивостями, барвники й фарби, клеї та розчинники й багато чого іншого. Про все розповісти неможливо.

Як же жити без хімії? Ніяк.

ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ ВІД СТІЙКИХ ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ

Проаналізуємо характеристики тих синтетичних речовин, які ми розглянули. Майже всі вони погано руйнуються.

Наприклад, поліетилен у природі став справжньою екологічною катастрофою. Поліетиленові вироби й інші полімерні матеріали накопичуються в навколишньому середовищі та становлять загрозу для життя рослин, тварин і людини (рис. 113). В океанах плавають цілі острови з відходів полімерних виробів. Продукти їх згоряння забруднюють атмосферу. Отже, ці речовини будуть накопичуватися в природі та забруднювати її. Як боротися із цим? Є кілька рішень цієї проблеми:



Рис. 113. Органічні забруднювачі — загроза довкіллю

1. Переробляти полімерні відходи й виготовляти з них нові предмети. Це гарне рішення, але не всі пластмаси можна використовувати для вторинної переробки.
2. Спалювання відходів. Тепло, отримане при цьому, можна використати, наприклад, для обігріву. Але під час спалювання полімерів утворюються отруйні речовини, які забруднюють повітря.
3. Включати до складу полімерів речовини, які прискорять їх руйнування.
4. Виготовляти полімери з «істівних» матеріалів, які будуть перероблені бактеріями, грибами, комахами та ін.

Існують також інші пропозиції.

Зі стійких органічних забруднювачів, які ми вивчали, слід іще вказати галогенопохідні сполуки метану.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Під час виконання дослідів дотримуйтеся правил безпеки! Просимо допомоги батьків!

Дослід «Добування каучуку із соку кульбаби»

Одержимо натуральний каучук із соку кульбаби звичайної. Для цього викопуємо декілька рослин кульбаби, відріжемо корінь біля основи стебла й будемо збирати білий сік.



Цей сік багатий на натуральний каучук. Також як джерело каучуку можна використовувати кімнатну рослину — фікус каучуконосний.

Коли збереться декілька мілілітрів соку, додамо до нього розчин оцтової кислоти, перемішаємо суміш. Утворюються білі пластівці — це пластівці каучуку.

Пластівці треба промити водою й далі вивчити їхні властивості.

Досліди можуть бути досить простими. Виміряємо з допомогою лінійки на скільки шматочки отриманого каучуку розтягуються доти, доки не порвуться.

Це ми виміряли еластичність.

Перевіримо як змінюються властивості каучуку за різних температур. Для цього шматочок каучуку покладемо у пробірку й охолодимо в суміші льоду й солі.

Зробимо висновки про те, як змінилася еластичність каучуку. Інший шматочок каучуку нагріємо. Еластичність під час нагрівання змінюється.

Порівняємо розчинність отриманого каучуку в різних розчинниках. Для досліду можна скористатися водою, етанолом, бензином, гасом. У бензині каучук сильно набухає й частково розчиняється. Утворений розчин можна випробувати як клей і склеїти ним різноманітні поверхні.

ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

471. Розкажіть про природні органічні сполуки, їх застосування.
472. Розкажіть про синтетичні органічні сполуки, їх застосування.
473. Розкажіть про значення органічних сполук у житті людини.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

474. Підготуйте невеликі повідомлення про нові матеріали та їх застосування.
475. Проведіть диспут про «плюси» і «мінуси» синтетичних і природних матеріалів.

5

УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАНЬ З ХІМІЇ

§ 34. БУДОВА РЕЧОВИН. БАГАТОМАНІТНІСТЬ РЕЧОВИН І ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ РЕЧОВИНАМИ ТА ЇХНІ ВЗАЄМОПЕРЕТВОРЕННЯ



За три навчальних роки ви багато чого дізналися про хімічні речовини та їхні властивості. Напевно, ви вже добре зрозуміли, що властивості речовин залежать від їхнього складу й будови. Це є спільним для органічних і неорганічних речовин. Узагальнимо стисло отримані знання.

БУДОВА РЕЧОВИН. БАГАТОМАНІТНІСТЬ РЕЧОВИН ТА ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Перш за все зазначимо, що речовини бувають молекулярної, йонної і атомної будови. Хімічні зв'язки в речовинах із молекулярною будовою — ковалентні, кристалічні ґратки — молекулярні. Речовини, які складаються з атомів або йонів, мають немолекулярну будову.

Завдання. Наведіть приклади речовин з молекулярною й немалекулярною будовою. Опишіть їхні властивості.

Значення має й порядок з'єднання атомів у молекулі. За однакового складу саме це може визначати різні властивості речовин. Порядок з'єднання атомів у молекулі показують структурні формули.

Завдання. Запишіть структурні формули гідроген сульфіді й сульфатної кислоти. Яка із цих кислот буде більш сильною? Чому?

▼ **Завдання.** Запишіть структурні формули етану й етену. Для якої з цих речовин будуть характерні реакції сполучення, а для якої — заміщення?



Різний склад і будову речовин визначає їх величезна розмаїтість і властивості.

Хімічні властивості речовин — хімічні реакції — описують хімічними рівняннями.

Ми вивчили різні типи хімічних реакцій, але це, звичайно, далеко не всі можливі. Давайте коротко згадаємо, що ми знаємо про хімічні реакції.

У процесі хімічної взаємодії змінюються склад і число реагентів і продуктів реакції.

▼ **Завдання.** Наведіть приклади реакцій обміну, заміщення, сполучення й розкладу. Використайте органічні й неорганічні сполуки.

Під час проведення хімічних реакцій поглинається й виділяється енергія.

▼ **Завдання.** Наведіть приклади екзо- й ендотермічних реакцій в органічній і неорганічній хімії.

Реакції можуть бути оборотними й необоротними.

▼ **Завдання.** Напишіть рівняння оборотних реакцій. Яких умов слід дотримувати для необоротності процесу?

Реакції відбуваються в розчинах і під час сплавлення речовин.

▼ **Завдання.** Напишіть рівняння реакцій обміну в молекулярній та йонній формах, які відбуваються в розчинах, у результаті яких утворюються осад, газ, вода.

Під час перебігу реакції елементи можуть змінювати свій ступінь окиснення.

▼ **Завдання.** Напишіть окисно-відновні реакції за участі органічних і неорганічних речовин.

Для деяких реакцій можливі реакції полімеризації.

▼ **Завдання.** Напишіть рівняння реакції полімеризації етену. У чому відмінність реакцій полімеризації від інших реакцій?

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ РЕЧОВИНАМИ ТА ЇХ ВЗАЄМОПЕРЕТВОРЕННЯ

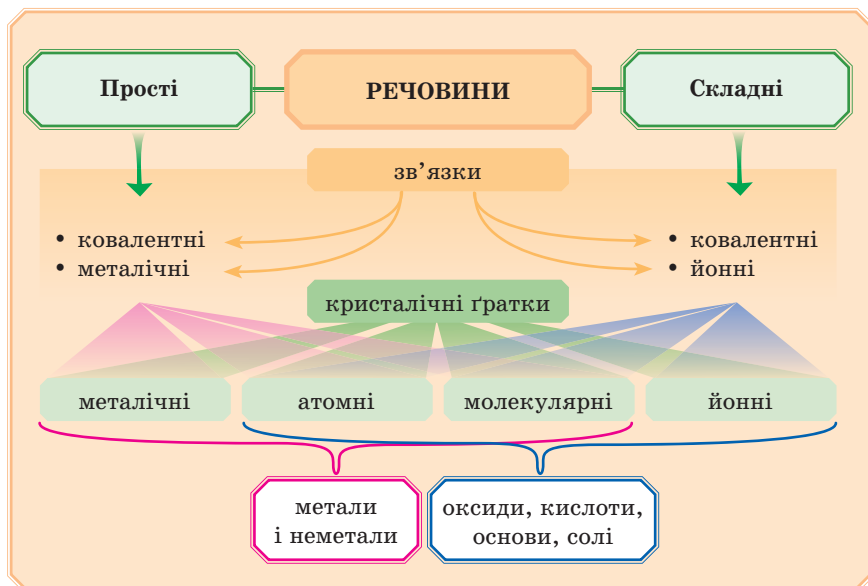
Найцікавіше в хімії те, що з одних речовин можна шляхом перетворень одержати безліч інших речовин. Це і є справжнє диво.

Із органічних речовин можна одержати неорганічні, і навпаки.

В органічній хімії взаємоперетворення особливо цікаві. З метану — найпростішої органічної речовини — можна одержати інші речовини, які належать майже до будь-якого класу органічних сполук. Звичайно, крім метану й продуктів його перетворення, в цих реакціях будуть використані й інші реагенти. Але поступовий перехід від метану, наприклад, до амінокислот і білків вражає. Такі реакції ви будете вивчати у старших класах.

Отже, хімічних речовин існує величезна кількість, вони далеко не всі отримані, а тим більше вивчені. Хімічні властивості речовин проявляються внаслідок хімічних взаємодій — хімічних реакцій, яких, відповідно, теж величезна кількість. Використовуючи хімічні реакції, з одних речовин можна одержувати інші. Знаючи, що властивості речовин залежать від їхньої будови й складу, можна задалегідь передбачити їх застосування.

Підсумок:





ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

476. Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формах, з допомогою яких можна здійснити такі перетворення:
- $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$
 - $\text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_3 \rightarrow \text{SO}_2$
477. Зрівняйте за допомогою методу електронного балансу такі рівняння реакцій:
- $\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{кат.}} \text{KCl} + \text{O}_2$
 - $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{KClO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- Вкажіть окисник і відновник.
478. Як впливає зміна концентрації реагентів на швидкість хімічної реакції? Наведіть приклади.

479. Які реакції називають каталітичними? Наведіть приклади таких реакцій.
480. Як впливає зміна температури на швидкість хімічних реакцій? Відповідь підтвердьте прикладами.

Для допитливих

481. Як можна отримати з допомогою реакцій сполучення, заміщення або обміну:
- цинк хлорид;
 - кальцій карбонат?
- Відповідь підтвердьте рівняннями реакцій.
482. Визначте речовину X у рівняннях:
- $X + O_2 = XO_2$
 - $XO_2 + 2Mg = 2MgO + X$
483. З якої маси ферум(II) сульфідум можна одержати H_2S :
- об'ємом 112 л;
 - масою, на повне окиснення якої до SO_2 під час горіння витрачається 306 л кисню?
- Об'єми виміряно за н. у.
484. Отримайте цинк сульфат не менш ніж п'ятьма різними способами. Назвіть типи хімічних реакцій, рівняння яких ви написали. На прикладі однієї з реакцій розрахуйте, які маси кожного з реагентів будуть потрібні для одержання 2,5 моль цинк сульфату.
- Визначте серед написаних вами рівнянь окисно-відновні. Укажіть окисник і відновник.
485. До розчину блакитного кольору, що містить речовину А, додали розчин лугу, випав блакитний осад (Б). Його відфільтрували й прожарили. У результаті одержали чорний порошок (В), який потім обробили воднем за нагрівання. Утворився метал червоного кольору (Г). Визначте речовини, напишіть рівняння реакцій, які при цьому відбувалися. Яка маса речовини А необхідна для одержання металу Г масою 3,2 г?
486. Напишіть не менше шести рівнянь можливих реакцій між наведеними нижче речовинами й продуктами їх взаємодії: P, O_2 , H_2 , CaO, CO_2 . В яких рівняннях водень є відновником, а кисень — окисником?
- На прикладі однієї з реакцій розрахуйте, яка маса одного з реагентів прореагує з 2 моль іншого реагенту.

§ 35. МІСЦЕ ХІМІЇ СЕРЕД НАУК ПРО ПРИРОДУ. ХІМІЧНА НАУКА Й ВИРОБНИЦТВО В УКРАЇНІ. ХІМІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ. ВИДАТНІ ВЧЕНІ — ТВОРЦІ ХІМІЧНОЇ НАУКИ



Кожний учитель вважає, що його предмет найпотрібніший і найголовніший. Але я вважаю, що вони помиляються, тому що найголовніша — це наука хімія!

МІСЦЕ ХІМІЇ СЕРЕД НАУК ПРО ПРИРОДУ, ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ РОЗУМІННЯ НАУКОВОЇ КАРТИНИ СВІТУ

Науки, що вивчають природу, називають іще природничими науками. До цих наук, досліджуваних у школі, належать біологія, хімія, фізика, географія, астрономія, екологія. Вони тісно пов'язані між собою. Неможливо бути фахівцем з хімії й не знати фізику, під час вивчення біології знадобляться знання з хімії й фізики, географія вимагає знань з хімії, фізики, біології тощо. Яке ж місце серед них посідає хімія?

Щоби відповісти на це питання, давайте згадаємо що вивчає хімія. Згадали?



Хімія вивчає склад, властивості й перетворення речовин, а також явища, які супроводжують ці перетворення.

Власне, об'єктом вивчення є речовини. Всі відомі нам об'єкти складаються з речовин органічних і неорганічних. Тому будь-який предмет вивчення насамперед передбачає знання властивостей речовин, з яких він складається. А це хімія.

Наприклад, зелений листок. Яка наука вивчає рослини? Правильно, біологія. А що таке листок? Це безліч органічних і неорганічних речовин, між якими відбуваються хімічні процеси. Один із таких процесів — фотосинтез. У результаті його утворюється кисень, який надходить в атмосферу, й органічні речовини, якими харчуються тварини та ми з вами. А після того як ми поїли, що

відбувається з їжею? Вона розщеплюється в хімічних реакціях, які відбуваються у травному тракті, отримані продукти йдуть на синтез нових органічних речовин. От ніяк не можна вивчати біологію без хімії!

Фізики, наприклад, вивчають властивості предметів. А з чого складаються предмети? З хімічних речовин. Їхні властивості обумовлені складом і будовою. Знову потрібна хімія. Створення речовин із новими властивостями для сучасних технологій — звичайно ж, це хімія.

Геологи — це майже хіміки. Вони вивчають різні мінерали, що, як відомо, складаються з неорганічних хімічних речовин.

Вивчення космічних об'єктів астрономами не обходиться без визначення хімічних речовин, з яких ці об'єкти, власне, і складаються.

Екологія не може розв'язати свої проблеми без знань хімічних процесів.

Ну, переконалися, що не можна вивчати навколишній світ, створювати нові об'єкти без знань хімії? Це тому, що все, що нас оточує, складається з хімічних речовин, а саме життя — сукупність хімічних процесів.

З іншого боку, хімії як науки не було б, якби хіміки не використовували знань з фізики, біології, математики й багатьох інших наук. Тому всі науки взаємозалежні й розвиваються разом.

Дедалі більше зникають межі між хімією й іншими природничими науками. Під час сумісного дослідження фізичних і хімічних явищ виникла фізична хімія.

Біохімія — біологічна хімія — вивчає хімічний склад і структуру сполук, які містяться в живих організмах. Вона досліджує шляхи й способи регуляції перетворень речовин, енергетику процесів, які відбуваються в клітині та в організмі.

Геохімія — наука про поширеність і міграцію хімічних елементів на Землі.

Такі науки, що виникають на стику знань, дуже перспективні. Найвидатніші відкриття роблять саме тут. Помітьте, що Нобелівську премію дають хімікам за дослідження в біології або фізиці, і навпаки. Тому єдину картину світу неможливо скласти без знання всіх природничих наук, зокрема без хімії.

Хімія — фундаментальна природнича наука, яка посідає центральне місце серед інших наук.

ХІМІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Екологія — це наука про навколишнє середовище, про наш великий будинок — планету Земля. Як і в кожному будинку, на нашій планеті треба стежити, щоб усе було в порядку, щоб було чисто. Вода й продукти не повинні шкодити здоров'ю, а повітря має бути чистим і свіжим.

У вас у будинку про це піклуєтеся ви й ваші рідні, а всі ми, всі люди на Землі, повинні піклуватися про навколишню природу. Якщо в повітрі, воді й у їжі будуть шкідливі речовини, земля забруднена відходами, люди, рослини й тварини хворітимуть і помиратимуть. У результаті наша чудова планета перетвориться і стане непридатною для життя.

Що ж відбувається на нашій планеті зараз? Які найбільші небезпеки приховує розвиток промисловості, збільшення міст, активна зміна природи?

Насамперед, це забруднення повітря й води, а через них і продуктів харчування.

Причини забруднення: викиди в повітря шкідливих і небезпечних хімічних речовин промисловими підприємствами, теплоелектростанціями, автомобільним транспортом.

Можливі рішення:

- ♦ уловлювати викиди й використовувати їх як хімічну сировину. Наприклад, із гідроген сульфід одержувати сірку, з оксидів Нітрогену — нітратну кислоту;
- ♦ застосовувати каталізатори під час використання бензинових двигунів для більш повного згорання палива;
- ♦ використовувати біопаливо, під час застосування якого скорочується кількість шкідливих викидів;
- ♦ перейти на транспорт із електричним двигуном;
- ♦ використовувати нові технології для більш ефективного використання сировини, впроваджувати безвідходні виробництва;
- ♦ використовувати альтернативні джерела вироблення електроенергії. Це енергія вітру, Сонця, морських припливів, тепла Землі тощо. Матеріали для таких установок — завдання хіміків;
- ♦ широко впроваджувати енергозберігаючі технології;
- ♦ У будь-якому виробництві, у процесі вироблення енергії та життєдіяльності людини утворюються відходи. Завдання хімії — знайти їм застосування й перетворити відходи на доходи.

ХІМІЧНА НАУКА Й ВИРОБНИЦТВО В УКРАЇНІ

Хімія має велике значення завдяки багатим мінеральним і енергетичним ресурсам України. У 30–40-х рр. ХХ ст. була створена потужна хімічна промисловість із численними галузевими інститутами.

Сьогодні хімічний комплекс України налічує понад 200 промислових підприємств і об'єднань, 26 науково-дослідних і проектних інститутів. У структурі промислового виробництва України хімічна промисловість утримує 6-те місце. Вона випускає близько 20 тис. найменувань різноманітної хімічної продукції на суму близько 4 млрд грн.

Серед провідних виробничих напрямів хімічної промисловості — виробництво:

- ♦ мінеральних добрив;
- ♦ будівельних матеріалів;
- ♦ кераміки та скла;
- ♦ шин та гумовотехнічних виробів;
- ♦ хімічних волокон;
- ♦ пластмас і склопластиків;
- ♦ розчинників і барвників;
- ♦ хімічних реактивів і особливо чистих речовин;
- ♦ товарів побутової хімії та інших.

При цьому розширюється виробництво цінних промислових продуктів; відбувається заміна дорогої та дефіцитної сировини більш дешевою й поширеною; на перше місце виходить комплексне використання сировини; уловлюються й утилізуються виробничі відходи.

Хімічна промисловість України у структурі експорту посідає друге місце. Зокрема, експортно-імпортні операції з хімічною продукцією виконували близько 15 підприємств Міністерства промислової політики.

Хімічна промисловість — комплексна галузь. Вона визначає, поряд із машинобудуванням, рівень науково-технічного прогресу країни, забезпечує всі галузі народного господарства хімічними технологіями й матеріалами, зокрема новими, прогресивними, а також виробляє товари масового народного споживання.



Рис. 114. Рівнеазот — один з найбільших заводів хімічної промисловості України

ВИДАТНІ ВЧЕНІ — ТВОРЦІ ХІМІЧНОЇ НАУКИ

Хімія має велику та цікаву історію. Серед учених, що присвятили своє життя цій науці, є представники багатьох країн, чоловіки та жінки. Наприклад, видатною науковицею є Анна Федорівна Волкова.

Анна Федорівна Волкова

Перша у світі жінка, яка отримала диплом хіміка (1870); перша у світі жінка, яка опублікувала наукову роботу з хімії; перша жінка — член Російського хімічного товариства. З 1869 року працювала в лабораторії А. Н. Енгельгарта в Петербурзькому лісовому інституті, з 1870 року — в лабораторії П. А. Кочубея. Під керівництвом Д. І. Менделєєва вела практичні заняття зі слухачками Петербурзьких публічних курсів.

Слід згадати й таку відому жінку-хіміка, як Маргарита Перей.

Маргарита Катрін Перей

Французький радіохімік, перша відкрила хімічний елемент Франції. 1939 року під час вивчення Актинію-227 виявила серед продуктів його розпаду нуклід нового елемента з порядковим номером 87 і періодом напіврозпаду 21 хвилина. Незабаром встановила відповідність виявленого елемента екацезію, передбаченого Д. І. Менделєєвим. Спочатку елемент був названий «Актиній К», потім отримав назву Франції. За відкриття цього елемента Маргарита Перей 1946 року отримала ступінь доктора наук. 1962 року стала першою жінкою, обраною членом-кореспондентом Французької академії наук.



Практичне застосування хімічних знань відоме в Україні здавна, воно було пов'язане з виготовленням і використанням металів, їхніх сплавів, емалі, пороху тощо (підприємства для виготовлення пороху існували з XVI століття). Значну роль у розвитку хімічних наук за нових часів в Україні мали наукові товариства природознавців, які існували в Харкові, Києві та Одесі. Значний внесок у розвиток хімії в Україні належить, насамперед, Харкову, де 1805 р. виник перший в Україні університет. Перші наукові дослідження з хімії проводили на початку XIX століття в Харківському університеті (В. Каразін, Ф. Гізе). Там у 1864–1887 роках М. Бекетов вивчав термохімію та теорію розчинів, а пізніше його учні та співробітники досліджували кінетику реакцій, адсорбцію та інші напрямки хімії.

Микола Миколайович Бекетов

Працював у Харківському університеті на кафедрі хімії (1855–1887, з 1859 — професор), у цей же час знайомився з методикою викладання хімії в університетах Англії, Франції, Німеччини (1858). Захистив докторську дисертацію («Исследования над явлениями вытеснения одних металлов другими», 1865), де виклав свою теорію витіснення металів, встановив ряд активності металів, дав формулювання (дуже близьке до сучасного) закону діючих мас, описав відкритий ним метод відновлення металів (алюмінотермія). Того ж року вперше почав читати фізичну хімію як самостійну дисципліну. Під час «харківського періоду» опублікував понад 80 наукових праць, започаткував харківську фізико-хімічну школу. Здійснював термохімічні дослідження, метою яких було розкрити природу сил хімічної спорідненості. Серед термохімічних досліджень основними є визначення теплот утворення окисів лужних металів і вивчення динаміки хімічних явищ.



Видатними вченими в Харківському університеті були О. Данилевський (фізіологічна хімія) та В. Палладін (біохімія), О. Ельтеков (органічна хімія). У Київському університеті важливі досліді з дисоціації молекул проводили у 1879–1884 роках М. М. Каяндер, Я. Михайленко (термодинаміка розчинів), О. Сперанський (теорія розчинів) та багато інших видатних учених. Праці з колоїдної хімії виконував І. Г. Борщов від 1869 року. Широко розвинув цю галузь хімії А. В. Думанський, який 1912 року почав викладати в Київському університеті колоїдну хімію та видав тоді монументальну монографію про колоїдні розчини. В Одеському університеті наприкінці XIX — на початку XX століття праці з органічної хімії проводили П. Г. Мелікшвілі, пізніше М. Д. Зелінський, з колоїдної хімії — Ф. Шведов, з фізичної хімії — О. Саханов (електрохімія неводних розчинів), А. Рабинович (аномалія провідності), О. Фрумкін (електрокапілярні явища) і Л. Писаржевський. Цей останній, працюючи в 1913–1934 роках у Дніпропетровську, заснував там Інститут фізичної хімії і створив основи електронної хімії та каталізу.

Микола Дмитрович Зелінський

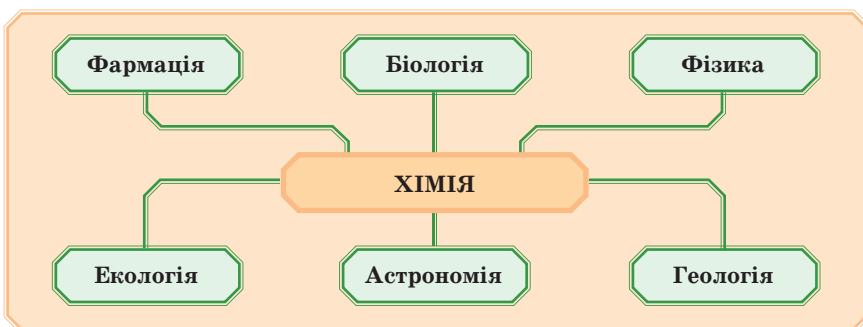
1880 року Микола Зелінський закінчив Ришельєвську гімназію в Одесі та вступив на фізико-математичний факультет Новоросійського університету. 1884 року він отримав диплом про закінчення університету й залишився працювати в ньому на кафедрі хімії.



Згодом його направили для стажування в Геттінгенський університет (Німеччина). 1888 року молодий учений повернувся в Одесу і став приват-доцентом Новоросійського університету, а вже через три роки захистив докторську дисертацію, яка стала першим у Росії значним дослідженням зі стереохімії.

Ми назвали далеко не всіх учених, які працювали та створювали науку хімію в Україні.

Підсумуємо вивчене в параграфі:



ПЕРЕВІРТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

487. Як ви вважаєте, яке місце посідає хімія серед наук? Обґрунтуйте свою відповідь.
488. Розкажіть про зв'язок хімії з іншими науками.
489. Яких учених-хіміків ви знаєте? Розкажіть про їхню діяльність.
490. Опишіть глобальні екологічні проблеми. Які способи їх розв'язання існують?
491. Розкажіть про хімічну промисловість України.

ВИКОНАЙТЕ ЗАВДАННЯ

492. Які хімічні виробництва розташовані у вашому місті? районі? області? Розкажіть про них.
493. Подумайте, які екологічні проблеми існують у вашому районі. Які способи їх розв'язання ви можете запропонувати?
494. Запропонуйте й проведіть акції на захист навколишнього середовища.

ДОДАТКИ

ОРІЄНТОВНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

■ ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. РЕАКЦІЇ ЙОННОГО ОБМІНУ МІЖ ЕЛЕКТРОЛІТАМИ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ

ДОСЛІД 1

У дві пробірки налейте по 1 мл розчину натрій карбонату. В одну пробірку прилийте декілька крапель розбавленої хлоридної кислоти, а в другу — 1 мл розчину кальцій хлориду.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Що можна сказати про повноту перебігу реакцій?
- ♦ Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.

ДОСЛІД 2

У дві пробірки налейте по 1 мл розчину барій хлориду. В одну пробірку долейте 1 мл розчину натрій сульфату, в другу — аргентум(I) нітрату.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Чи відрізняються осадки в обох пробірках за виглядом і за складом?
- ♦ Які йони ви визначили: а) розчином натрій сульфату, б) розчином аргентум нітрату?
- ♦ Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.

ДОСЛІД 3

У чотири пробірки налийте по 1 мл розчинів натрій хлориду, натрій броміду, натрій йодиду та натрій ортофосфату.

У кожен пробірку обережно прилийте по 1 мл розчину аргентум(I) нітрату.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Чи відрізняються осаді в пробірках за виглядом і за складом?
- ♦ Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.

ДОСЛІД 4

В одну пробірку налийте 1 мл розчину сульфатної кислоти, у другу — стільки ж хлоридної кислоти.

Додайте по декілька крапель розчину індикатора (лакмусу або метилоранжу) в кожен пробірку.

Потім в обидві пробірки краплями додавайте розчин лугу до зміни кольору індикатора.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Чи відбувається реакція? За якою ознакою про це можна судити?
- ♦ Як змінюється кислотність середовища в пробірках?
- ♦ Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.
- ♦ Чому в обох випадках однаково скорочене йонне рівняння?

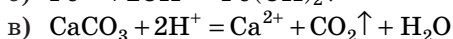
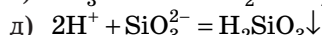
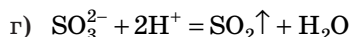
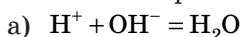
Додаткові запитання

1. За яких умов можливий перебіг реакцій йонного обміну в розчинах?
2. Чи відбуватимуться реакції, якщо в першому досліді замість розчину натрій карбонату використовувати нерозчинену сіль?
3. Якщо дослід 4 проводити без індикатора, чи будете спостерігати видимі зміни при цьому?
Чи відбуватиметься реакція?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ

ЗАВДАННЯ 1

Визначте необхідні реактиви та здійсніть реакції, яким відповідають такі скорочені йонні рівняння:



Запишіть відповідні молекулярні реакції.

ЗАВДАННЯ 2

Якими реакціями можна довести якісний склад (наявність певного катіона й аніона) ферум(II) сульфату та хлоридної кислоти? Підберіть відповідні реактиви, проведіть реакції та опишіть візуальні зміни, за якими можна судити про склад речовин.

Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.

ЗАВДАННЯ 3

У чотирьох пронумерованих пробірках містяться хлоридна кислота, розчини натрій хлориду, натрій сульфату, натрій гідроксиду. Запропонуйте схему аналізу, з допомогою якого можна визначити вміст кожної пробірки. Проведіть хімічні реакції та визначте, в якій пробірці міститься яка речовина. Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.

Додаткові завдання

1. Чи може двом молекулярним рівнянням реакцій відповідати одне скорочене йонне рівняння?
2. Для всіх проведених реакцій опишіть свої спостереження та зазначте інформацію, з допомогою якої можна судити про повноту їх перебігу.
3. Які реакції називають якісними? На спостереженні яких ознак ґрунтується виявлення тих чи інших йонів у розчині?

■ ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ

ДОСЛІД 1

У 3 пробірки налийте по 1 мл розчину етанової кислоти. В одну додайте декілька крапель фенолфталеїну, в другу опустіть смужку універсального індикаторного паперу, у третю додайте розчин лакмусу.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Який йон обумовлює зміну забарвлення індикаторів?
- ♦ Яка кислотність середовища в пробірках?
- ♦ Напишіть рівняння дисоціації етанової кислоти.

ДОСЛІД 2

У пробірку налийте 1 мл розчину етанової кислоти, додайте розчин лакмусу. Потім по краплях додавайте розчин луку до зміни кольору індикатора.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Чи відбувається хімічна реакція?
- ♦ Як змінювалася кислотність середовища у пробірці?
- ♦ Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.

ДОСЛІД 3

У пробірку налийте 1 мл розчину етанової кислоти, додайте розчин натрій карбонату.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Які властивості кислот демонструє цей дослід?
- ♦ Яка кислота сильніше: карбонатна чи етанова?
- ♦ Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.

ДОСЛІД 4

У пробірку налейте 1 мл розчину етанової кислоти, додайте порошок кальцій оксиду.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Які властивості кислоти демонструє цей дослід?
- ♦ Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.

ДОСЛІД 5

У пробірку налейте 1 мл розчину етанової кислоти, додайте порошок заліза або гранулу цинку. Якщо реакція відбувається повільно, нагрійте пробірку.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Які властивості кислот демонструє цей дослід?
- ♦ Чому потрібно було нагрівати пробірку?
- ♦ Як довести, що газ, який виділяється, — водень?
- ♦ Запишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. ВИЯВЛЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

ДОСЛІД 1**Визначення глюкози в меді, виноградному соку**

Приготуйте в одній пробірці розчин меду, у другій — розчин виноградного соку. У третій пробірці до 1 мл розчину купрум(II) сульфату додайте розчин натрій гідроксиду до випадіння осаду. Вміст третьої пробірки додайте в першу й другу пробірки.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Яку речовину ми визначили в розчині меду й соку внаслідок взаємодії з купрум(II) гідроксидом? До якого класу органічних сполук вона належить? Запишіть формулу цієї речовини.

- ♦ В яких іще продуктах трапляється глюкоза?
- ♦ Якою є її роль в організмі людини?

ДОСЛІД 2

Визначення крохмалю у вареній ковбасі, соусі, твердому концентраті киселю, кремі

Підготуйте невеликі кількості продуктів. Помістіть їх на скло, у хімічну склянку або чашку Петрі. Крапніть декілька крапель розчину йоду або аптечної йодної настоянки.

Запитання

- ♦ Які зміни спостерігаєте?
- ♦ Яку речовину ми визначили в цих продуктах унаслідок взаємодії з розчином йоду? До якого класу органічних сполук вона належить? Запишіть формулу цієї речовини.
- ♦ В яких іще продуктах є крохмаль? Якою є його роль в організмі людини?

СЛОВНИК

А

Аерозолі — дисперсні системи, складаються із дрібних частинок, завислих у газі. Розрізняють пили, дими (тверді частинки у газі) і тумани (рідкі частинки в газі).

Алкани — насичені вуглеводні з відкритим ланцюгом. Загальна формула — C_nH_{2n+2} . Синоніми: насичені вуглеводні, парафіни.

Алюмотермія — спосіб добування металів, неметалів відновленням їхніх оксидів алюмінієм. Реакція відбувається з виділенням великої кількості теплоти.

Аміногрупа — $-NH_2$. Визначає в органічних сполуках основний характер.

Амілоза — полісахарид, складова частина крохмалю. Має спіральну структуру. Комплекс із амілози й молекулярного йоду забарвлений у синій колір — якісна реакція на крохмаль.

Амілопектин — полісахарид, складова частина крохмалю. Має розгалужену структуру. Обумовлює набрякання крохмалю у воді.

Амінокислоти — карбонові кислоти, які містять одну або декілька аміногруп. Амінокислоти значно поширені в природі, входять до складу білків. Залежно від положення аміногрупи відносно карбоксильної групи розрізняють α -, β -, γ -амінокислоти.

Аніони — негативно заряджені йони, наприклад OH^- , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} . Аніони містяться в розчинах розчинних солей, кислот і основ, а також у кристалічних ґратках сполук із йонним зв'язком і в їхніх розплавах.

Б

Білки — високомолекулярні природні сполуки, найважливіша складова частина всіх живих організмів. Молекули білків складаються із залишків α -амінокислот, що з'єднані одна з одною пептидними зв'язками ($-CO-NH-$) у довгі ланцюги. До складу білків входять залишки більше 20 різних α -амінокислот.

Болотний газ — газ, який виділяється із дна стоячих водойм. Утворюється під час шумування клітковини й інших рослинних решток у болотному мулі без доступу повітря під впливом бактерій. Містить метан CH_4 і невеликі кількості N_2 і CO_2 .

В

Водневий зв'язок — зв'язок між атомами Гідрогену полярної молекули та якого-небудь сильно електронегативного елемента (Оксиген, Флуор, Нітроген) іншої молекули.

Водневий показник (рН) — величина, яка характеризує концентрації йонів Гідрогену в розчинах. Водні розчини можуть мати величину рН в інтервалі від 0 до 14. У чистій воді й нейтральних розчинах $\text{pH} = 7$, у кислотних — $\text{pH} < 7$ і в лужних — $\text{pH} > 7$. Величини рН вимірюють з допомогою кислотно-лужних індикаторів, потенціометричних методів.

Вуглеводні — клас органічних сполук, до складу яких входять тільки атоми Карбону й Гідрогену. Вуглеводні діляться на класи й гомологічні ряди.

Г

Гелі — структуровані колоїдні системи з рідкою дисперсійною фазою. Драглисті тіла, механічні властивості яких подібні до властивостей твердих тіл. Гелі утворюються під час коагуляції золів.

Гетерогенні системи (від лат. *heteros* — інший) — неоднорідні системи, які складаються з однорідних частин (фаз), розділених поверхнею розділу.

Гідрати — тверді або рідкі речовини, які утворюються під час гідратації речовин. Наприклад, солі $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ та інші є кристалогідратами.

Гліцерол $\text{HOCH}_2 - \text{CHON} - \text{CH}_2\text{OH}$ — найпростіший представник трьохатомних спиртів. Це безбарвна в'язка рідина, розчинна у воді, солодка на смак.

Глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ — біла кристалічна речовина, солодка на смак, добре розчиняється у воді. Міститься в рослинах, у крові. Входить до складу целюлози, крохмалю, декстринів, сахарози, глікогену та інших вуглеводів.

Гомологічні ряди — групи родинних органічних сполук (гомологів), подібних за будовою, які мають загальні хімічні властивості й відрізняються один від одного на одну або кілька груп $-\text{CH}_2-$ у молекулі.

Гомогенна система — фізико-хімічна система, яка складається з однієї фази. У гомогенній системі з двох і більше хімічних компонентів

кожний компонент розподілений у масі іншого у вигляді молекул, атомів, йонів, причому складові частини не можна відокремити один від одного механічним шляхом.

Д

Декстрини ($C_6H_{10}O_5)_x$ — проміжні продукти гідролізу крохмалю. Декстрини застосовують у текстильній, поліграфічній і взуттєвій промисловості.

Денатурація білків — часткове або повне руйнування структури їхніх молекул.

Диполь — полярна молекула, яка складається з позитивних і негативних зарядів.

Дисперсність — характеристика розмірів частинок у дисперсних системах.

Дисперсні системи — гетерогенні фізико-хімічні системи, які складаються з дрібних частинок (дисперсна фаза), розподілених у навколишньому середовищі (дисперсійне середовище) — газі, рідині або твердому тілі — у вигляді дрібних частинок (кристаликів, крапельок або пухирців).

Дисперсна фаза — див. Дисперсні системи.

Дисперсійне середовище — див. Дисперсні системи.

Дифузія — самочинне проникнення один у одного приведених у зіткнення газів, рідин і твердих тіл, обумовлене вирівнюванням концентрацій речовин у первісно неоднорідній системі. Відбувається внаслідок теплового руху атомів або молекул.

Е

Екзотермічні реакції — хімічні реакції, які супроводжуються виділенням теплоти, наприклад горіння вугілля.

Електролітична дисоціація — розпад електролітів (кислот, лугів, солей, тобто речовин із ковалентним полярним або йонним зв'язком) на йони під час їх розчинення або розплавлювання.

Емульсія — рідина, в якій містяться у зваженому стані мікроскопічні частинки іншої рідини.

Ендотермічні реакції — хімічні реакції, які супроводжуються поглинанням теплоти.

Етанова кислота CH_3COOH — безбарвна рідина з різким запахом, добре розчинна у воді, слабка кислота. Безводна етанова кислота за $+16,5\text{ }^\circ\text{C}$ — тверда речовина, схожа на лід (звідси назва «крижана оцтова кислота»).

Етанол C_2H_5OH — безбарвна легкорухлива рідина з пекучим смаком, $t_{\text{кип.}} = 78^\circ\text{C}$, Проявляє всі хімічні властивості спиртів.

Етен C_2H_4 ($CH_2 = CH_2$) — безбарвний газ зі слабким приємним запахом, трохи легше повітря, погано розчинний у воді, горить.

Етин C_2H_2 (ацетилен) — безбарвний газ, малорозчинний у воді, легше повітря. $t_{\text{пл.}} = -80,8^\circ\text{C}$, $t_{\text{кип.}} = -83,6^\circ\text{C}$.

Ж

Жири — сполуки гліцеролу й вищих карбонових кислот. Тваринні жири — тверді речовини (за винятком риб'ячого жиру); рослинні — рідкі речовини, інакше їх називають оліями.

До складу тваринних жирів входять головним чином насичені карбонові кислоти — стеаринова й пальмітинова, рослинних — ненасичені карбонові кислоти.

З

Завись — дисперсні системи, в яких частинки твердої речовини рівномірно розподілені в рідині, наприклад частинки глини у воді. Це нестійкі системи й із часом розшаровуються. Дисперсні системи із частинками більше 10^{-4} см називають грубодисперсними, із частинками менших розмірів — високодисперсними, або колоїдними.

Загальна формула гомологічного ряду — формула, яка показує співвідношення атомів у молекулі органічної речовини.

Золі — колоїдні системи, складаються із частинок дуже малого розміру ($10^{-5} - 10^{-7}$ см).

І

Інгібітори — речовини, які сповільнюють реакції.

Істинні розчини — розчини, в яких частинки не можуть бути виявлені оптичним шляхом. Діаметр частинок в істинних розчинах менше 10^{-7} см.

Йони — електрично заряджені частинки, які виникають у разі втрати або приднання електронів атомами або групами хімічно зв'язаних атомів.

Йонні ривняння реакцій — реакції між йонами в розчині.

К

Каталіз — зміна швидкості хімічної реакції в присутності каталізаторів.

Каталізатори — речовини, які змінюють швидкість хімічної реакції.

Катіони — йони, які несуть позитивний електричний заряд.

Коагуляція — об'єднання дрібних частинок у дисперсних системах у більшій під впливом сил зчеплення. Призводить до випадіння з колоїдного розчину пластівчастого осаду або до гелеутворення.

Колоїдні розчини — дисперсні системи, займають проміжне положення між істинними розчинами й грубодисперсними системами (суспензіями, емульсіями). Розміри колоїдних частинок — 10^{-5} – 10^{-7} см.

Крохмаль $(C_6H_{10}O_5)_n$ — утворюється на світлі в листках рослин, є кінцевим продуктом фотосинтезу. До складу крохмалю входять амілоза й амілопектин.

Кристалізація — утворення й ріст кристалів із розплаву, розчину або з газової фази в разі пересичення або переохолодження.

Кристалогідрати — кристалічні тверді речовини, до складу ґратки яких включені молекули води.

М

Метан CH_4 — алкан, найпростіший вуглеводень, утворюється у природі під час розкладу органічних речовин без доступу повітря, наприклад, на дні боліт, у рудниках.

Мила — солі вищих карбонових кислот, головним чином пальмітинової, стеаринової, олеїнової. Натрієві солі — тверді мила, калієві солі — рідкі.

Н

Ненасичені вуглеводні — сполуки Карбону й Гідрогену, в яких між атомами Карбону є, крім простих (одинарних) зв'язків, також подвійні, потрійні зв'язки (наприклад, алкени, алкіни).

Необоротні реакції — реакції, в результаті яких реагенти повністю перетворюються на продукти реакції, що не реагують між собою за певних умов.

Нафта — корисна копалина, рідке пальне; складна суміш органічних речовин: насичених вуглеводнів, нафтенів (циклопарафінів), ароматичних вуглеводнів та ін.

О

Оборотні реакції — хімічні реакції, які відбуваються одночасно у двох протилежних напрямках (прямому й зворотному), концентрації реагентів і продуктів реакції після досягнення рівноваги не змінюються.

Окисно-відновні реакції (ОВР) — хімічні реакції, в яких атоми одних хімічних елементів окиснюються, тобто віддають електрони, інші — відновлюються, тобто приймають електрони, при цьому відбувається перехід електронів від одних атомів до інших.

Органічні сполуки — сполуки, до складу яких входить елемент Карбон (крім карбонатної кислоти H_2CO_3 та її солей, а також CO_2 і CO).

П

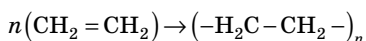
Пептидний зв'язок — зв'язок $-\text{CO}-\text{NH}-$, утворюється між залишками амінокислот у молекулах пептидів, стабілізує первинну структуру білку.

Пептиди — складні органічні речовини, які складаються з двох або більше залишків амінокислот, пов'язаних пептидним зв'язком ($-\text{CO}-\text{NH}-$).

Полімеризація — хімічна реакція сполучення однакових молекул у складні молекули великої молекулярної маси (макромолекули): $n\text{M} \rightarrow \text{M}_n$, де M — молекула мономера, M_n — макромолекула, яка складається з n мономерних ланок, n — ступінь полімеризації.

Полімери — продукти полімеризації або поліконденсації багатьох молекул в одну укрупнену молекулу — полімер.

Поліетилен — продукт полімеризації етилену:



Полярна молекула — молекула, в якій виділяються позитивний і негативний полюси. Зв'язок у полярній молекулі — ковалентний полярний.

Пластмаси — конструкційні матеріали, що містять полімер.

Природні гази — корисні копалини, які містять, в основному, метан CH_4 і супутні йому інші насичені вуглеводні. Використовується як дешеве й зручне паливо, у хімічних синтезах.

Р

Розчин концентрований — розчин добре розчинної речовини, який містить цю речовину в кількості, близькій до насичення.

Розчин насичений — розчин, який містить максимально можливу кількість розчиненої речовини за певних умов.

Розчинена речовина — речовина, розчинена в розчиннику за певних умов.

Розчинність — здатність речовини утворювати з іншими речовинами однорідні системи — розчини, в яких речовина перебуває у вигляді окремих атомів, йонів, молекул або частинок.

Розчини — однорідні системи двох або більше речовин.

С

Сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$ — біла кристалічна речовина, солодка на смак. Харчовий продукт у складі цукру.

Суміші — гомогенні або гетерогенні системи, що складаються з декількох речовин, кожна з яких зберігає в суміші свої індивідуальні властивості й може бути виділена в чистому вигляді.

Ступінь дисоціації — величина, яка характеризує стан рівноваги реакції дисоціації в гомогенних системах ($\alpha = N_{\text{дис.}}/N_{\text{заг.}}$).

Ступінь полімеризації — число, яке показує скільки залишків мономера (структурних ланок) входить до складу полімерного ланцюга.

Суспензії — зависі; системи, які складаються з рідких і твердих фаз, наприклад мутна глиниста вода, де дрібні тверді частинки зважені в рідині.

Супутні гази — гази, які супроводжують поклади нафти, утворюючи «газову шапку».

Т

Тепловий ефект реакції — кількість виділеної або поглиненої теплоти в результаті реакції.

Х

Хімічні реакції — перетворення одних речовин на інші речовини, які відрізняються від вихідних складом і властивостями.

Ц

Целюлоза — високомолекулярний вуглевод, полісахарид, який є головною складовою частиною оболонки рослинних клітин. Целюлоза складається із залишків молекул β -глюкози.

Ш

Швидкість хімічних реакцій — зміна концентрації реагентів за одиницю часу в одиниці об'єму.

Я

Якісні реакції — характерні хімічні реакції, у результаті яких утворюються осадки, гази, відбувається зміна кольору або інші добре визначувані зміни з одним певним йоном, елементом, сполукою, групою атомів.

ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА КАТІОНИ

Визначуваний катіон	Реагент	Рівняння реакції	Спостережувані явища
Ag^+	Cl^-	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$	Білий сирнистий осад
Ba^{2+}	SO_4^{2-}	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$	Білий осад
Fe^{2+}	OH^-	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$	Зеленуватий, брудно-зелений осад
Fe^{3+}	OH^-	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$	Бурий осад
H^+	Метилоранж	Зміна кольору індикатора	Оранжеве забарвлення змінюється на червоне
	Лакмус	Зміна кольору індикатора	Фіолетове забарвлення змінюється на червоне
Al^{3+}	OH^-	$\text{Al}^{3+} + \text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$	Білий драглистий осад
Cu^{2+}	OH^-	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$	Блакитний осад

РЯД АКТИВНОСТІ МЕТАЛІВ

Li...Rb...K...Ba...Sr...Ca...Na...Mg...Al...Mn...Zn...Cr...Fe...Cd...Co...Ni...Sn...Pb...H...Sb...Bi...Cu...Hg...Ag...Pd...Pt...Au

ЗМІНА КОЛЬОРУ ІНДИКАТОРІВ ЗАЛЕЖНО ВІД СЕРЕДОВИЩА

Зміна кольору універсального індикатору

Кислотне середовище				Нейтральне середовище		Лужне середовище	
малиновий	рожево-оранжевий	оранжевий	жовто-оранжевий	жовтий	зеленувато-жовтий	жовто-зелений	сірчаво-синій

Зміна кольору індикаторів

Індикатор	Середовище	
	кисле	нейтральне
лакмус	червоний	фіолетовий
фенолфталеїн	безбарвний	безбарвний
метиловий оранжевий	рожевий	оранжевий
		жовтий
		малиновий
		синій
		лужне

Навчальне видання

ГРАНКІНА Тамара Михайлівна

ХІМІЯ

Підручник для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Наказ Міністерства освіти і науки України від 20.03.2017 р. № 417)

Видано державним коштом. Продаж заборонено

Відповідальність за зміст електронного додатку несе видавництво.
Гриф «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 20.03.2017 р. № 417)»
на електронний додаток не розповсюджується.

Головний редактор *Т. М. Гранкіна*
Відповідальний за видання *Ю. М. Афанасенко*
Технічний редактор *О. В. Лебедєва*
Комп'ютерне верстання *Н. П. Червова*

Підп. до друку 25.03.2017. Формат 60×90/16. Папір офсет.
Друк офсет. Гарнітура Шкільна. Ум. друк. арк. 19 + 0,25 форзац.
Наклад 10370 прим. Зам. № О-01-06

ТОВ «Видавнича група “Основа”».
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5216 від 22.09.2016 р.
Україна, 61001 Харків, вул. Плеханівська, 66.
Тел. (057) 731-96-34. E-mail: office@osnova.com.ua