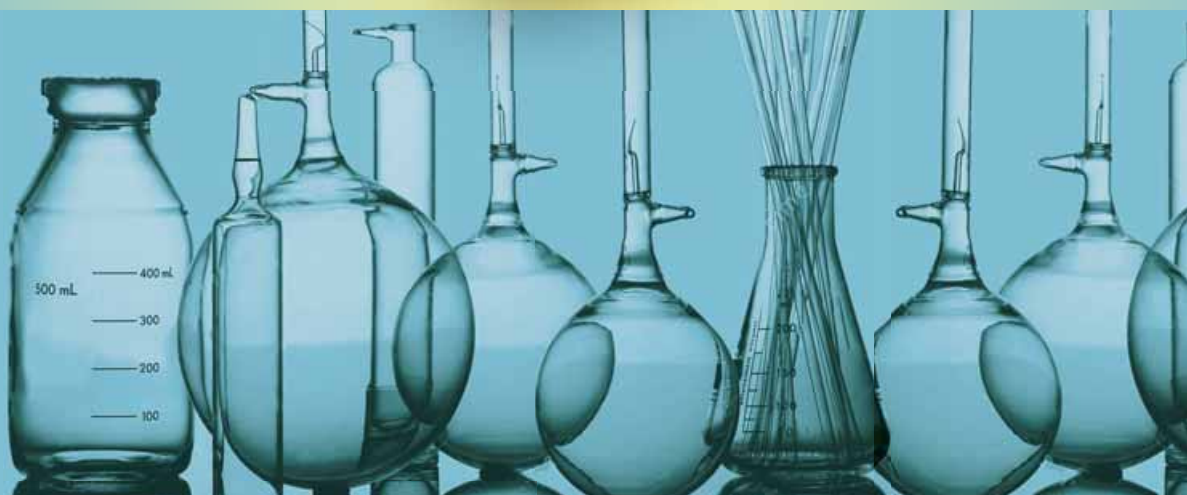




ХІМІЯ

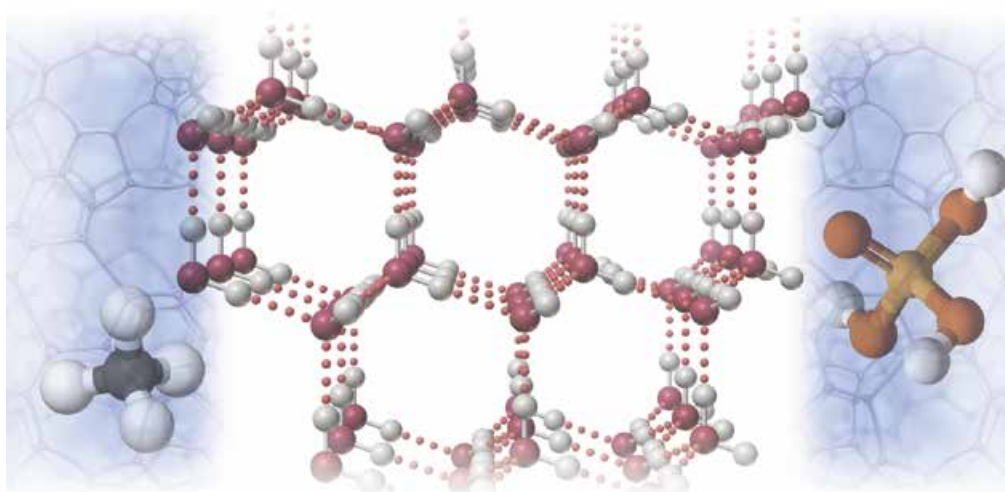


Г.А. Лашевська, А.А. Лашевська

ХІМІЯ

Підручник для 9 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України*



Київ
«Генеза»
2017

УДК 54(075.3)
Л32

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

**Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено**

Експерти, що здійснили експертизу 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»:

Краснянська З.М., учитель хімії, учитель-методист СЗШ І–ІІІ ст. № 1, смт Крижопіль Вінницької обл.;

Бобкова О.С., методист відділу методики викладання хімії, біології, екології та основ здоров'я Комунального вищого навчального закладу Київської обласної ради «Академія неперервної освіти», м. Біла Церква, учитель-методист.

Лашевська Г.А.

Л32 Хімія : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / Г.А. Лашевська, А.А. Лашевська. — Київ : Генеза, 2017. — 264 с. : іл.

ISBN 978-966-11-0848-5.

Підручник побудовано відповідно до принципів науковості, доступності, послідовності викладення навчального матеріалу тощо. Наведені після кожного параграфа запитання й завдання диференційовано за характером навчальної діяльності. Численні приклади застосування хімічних знань у повсякденному житті, посилання на інтернет-джерела сприяють зацікавленню учнів хімією, формуванню їхніх предметних і ключових компетентностей.

УДК 54(075.3)

ISBN 978-966-11-0848-5

© Лашевська Г.А.,
Лашевська А.А., 2017
© Видавництво «Генеза»,
оригінал-макет, 2017

Вітаємо вас, шановні дев'ятикласники та дев'ятикласниці!

Цього навчального року ви завершите опанування азів хімічної науки в основній школі. Тож після закінчення дев'ятого класу зможете більш-менш об'єктивно оцінити, чи

- сприяло вивчення хімії підвищенню вашої загальної ерудиції;
- допомогло краще пізнати себе й навколишній світ;
- полегшило вам вибір освітнього закладу для подальшого навчання.

Ви, безперечно, знаєте, **як працювати з текстом підручника**, й умієте, за потреби, знаходити пояснення нових термінів у **тлумачному словнику** та інших джерелах інформації – додатковій навчальній літературі, науково-популярних і художніх виданнях, Інтернеті тощо.

Під час роботи з підручником вам допоможуть умовні позначення в ньому – піктограми. Які саме?

У тексті параграфа:

- заплановані результати опрацювання параграфа;



визначення найважливіших понять і формулювання законів хімії;



завдання, що актуалізують опорні знання або пов'язані із застосуванням щойно здобутих знань;

- найважливіше в параграфі.

У методичному апараті:



репродуктивні запитання, що допомагають засвоїти й відтворити знання;



продуктивні запитання та завдання, які спонукають до мислення;



творчі завдання;



посилання на інтернет-джерела: цікаві факти, відео- та анімаційні фільми з хімії;



завдання-оповідання;



тестові завдання для самоконтролювання знань з теми;



домашні досліді;



лабораторні досліді;



практичні роботи;



навчальні проекти.

У рубриці «**Цікаво і пізнавально**» наведено стислу інформацію для допитливих учнів і учениць, яка заохочуватиме вас до подальшого пізнання.

Як і в попередні роки, **підручник хімії виконуватиме функції своєрідного «тренажера»**, на якому ви зможете вправлятися в сприйманні та обробленні інформації різного формату – алгоритмічних приписів, табличних даних, графіків, діаграм. Вироблення навичок сприймати інформацію й після належного опрацювання застосовувати в практичній діяльності забезпечить зростання вашої інформаційної компетентності. Вам доведеться виокремлювати головне в інформаційному повідомленні, учитися розуміти різні форми формулювань завдань, обґрунтовувати власні висловлення.

Ілюстрації, наведені в підручнику, відбивають наукові факти, історичне минуле, реалії повсякденного життя та мистецтва. Аналіз їхнього змісту допоможе осягнути різноманітність способів пізнання навколишнього світу та його красу. Не оминайте увагою портрети представників і представниць наукової хімічної спільноти і біографічні довідки про них. Адже їхні доробки стали цеглинами в грандіозній будівлі сучасної науки, сприяли закладенню фундаменту для розвитку високих технологій. Таблиці та схеми використовуйте для систематизації й узагальнення знань.

Рубрика **«Про головне»** допоможе вам швидко пригадати й усвідомити найважливіше з того, про що йшлося в параграфі, здійснити самоконтроль. **Завдання-оповідання** призначені для того, щоб ви змогли комплексно застосувати знання з хімії в ситуаціях, пов'язаних з реальним життям.

У підручнику вміщено тестові завдання різних форм. Виконання їх сприятиме не лише закріпленню вивченого, а й удосконаленню вмінь працювати з тестовими завданнями взагалі. Ці вміння придатяться вам під час проходження **зовнішнього незалежного оцінювання**. Завдання в основному тексті параграфів спрямовано на актуалізування наявних і закріплення щойно здобутих знань, тому не залишайте їх поза увагою. До того ж у такий спосіб ви змінюватимете вид діяльності, що сприятиме поліпшенню самопочуття й підвищенню працездатності.

Під час роботи над завданнями рубрики **«Творча майстерня»** зважте на те, що виконати їх усі навряд чи можливо та й недоцільно. Обирайте з-поміж них ті, що вам до душі та до сили. Залучайте до співпраці однокласників і однокласниць, друзів і подруг, молодших школярів і школярок, членів родини, радьтеся з учителями та вчительками. Цей вид роботи відкриє вам обрії для самовираження як унікальної творчої особистості й подарує радість спільної праці. Виконуйте навчальні проекти та домашні досліди, перелік яких наведено наприкінці підручника. Усе це сприятиме тому, що скарбничка вашого досвіду поступово наповнюватиметься. Згодом її вміст перетвориться на своєрідний «стартовий капітал», який допоможе вам стати успішною самодостатньою людиною.

Поміж параграфів підручника переважають такі, для вивчення яких достатньо одного уроку. Деякі параграфи ви вивчатимете на кількох уроках – вони містять більше інформації й, відповідно, більшу кількість завдань. Зверніть увагу: матеріал, позначений *, подано для ознайомлення; ви можете також опрацювати його, якщо матимете охоту.

Цього навчального року ви вдосконалили вміння складати план експерименту, виконувати досліди відповідно до ПРАВИЛ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ В КАБІНЕТІ ХІМІЇ (*пригадайте, яких саме*), описувати спостереження та на основі їх аналізу робити висновки. **Розрахункові задачі нових типів** також є важливим складником курсу хімії 9-го класу. Під час розв'язування задач ви не лише використовуватимете алгоритмічні приписи підручника, а й робитимете спроби самостійно складати їх, шукатимете власні нестандартні підходи.

Зміст, біографічні довідки й портрети науковців, відомості з рубрики **«Цікаво і пізнавально»**, предметний та іменний покажчики тощо **допоможуть вам ефективно використовувати підручник як джерело знань, розширити ерудицію.**

Пам'ятайте, що **гармонійний розвиток інтелекту неможливий без знань основ хімії.** Тож не шкодуйте зусиль на їх опанування – це допоможе вам стати конкурентоспроможними та успішними особистостями.

Ми віримо у вас і зичимо успіхів!

Авторки



Повторення найважливіших питань курсу хімії 8 класу

Repetitio est mater studiorum (лат.)
Науки корені – у повторенні.

§ 1. Склад і назви основних класів неорганічних сполук

Під час опрацювання параграфа пригадаємо:

- що таке оксиди, основи, кислоти, солі, індикатори;
- як оксиди, основи, кислоти, солі називають за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою і класифікують.

Пригадаймо **визначення основних класів неорганічних сполук та індикаторів** (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Найважливіші неорганічні сполуки, індикатори

Речовини	Визначення	Приклади
Оксиди	Складні речовини, утворені двома елементами, одним з яких є Оксиген у ступені окиснення –2	CuO – купрум(II) оксид Al_2O_3 – алюміній оксид CO_2 – карбон(IV) оксид
Основи	Складні речовини, утворені катіонами металічних елементів та аніонами гідроксильних груп. Число гідроксильних груп у формулі основи дорівнює валентності (або ступеню окиснення) металічного елемента в ній	NaOH – натрій гідроксид $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – барій гідроксид

Речовини	Визначення	Приклади
Кислоти	Складні речовини, до складу яких входять атоми Гідрогену, сполучені з кислотними залишками. Валентність кислотного залишку дорівнює числу атомів Гідрогену в молекулі кислоти	HCl – хлоридна кислота H ₂ SO ₄ – сульфатна кислота
Солі	Складні речовини, йонні сполуки. Середні солі складаються з катіонів металічних елементів і аніонів кислотних залишків	NaCl – натрій хлорид Ca(NO ₃) ₂ – кальцій нітрат
Індикатори	Індикатори – органічні речовини, які здатні змінювати колір залежно від середовища – кислого, нейтрального, лужного	Лакмус Метилловий оранжевий Фенолфталеїн Універсальний індикатор



Завдання. Наведіть кілька інших прикладів оксидів, основ, кислот, солей, назовіть їх¹.

За якими ознаками класифікують оксиди, основи, кислоти, солі? Проаналізуйте схеми на рисунках 1.1–1.4.

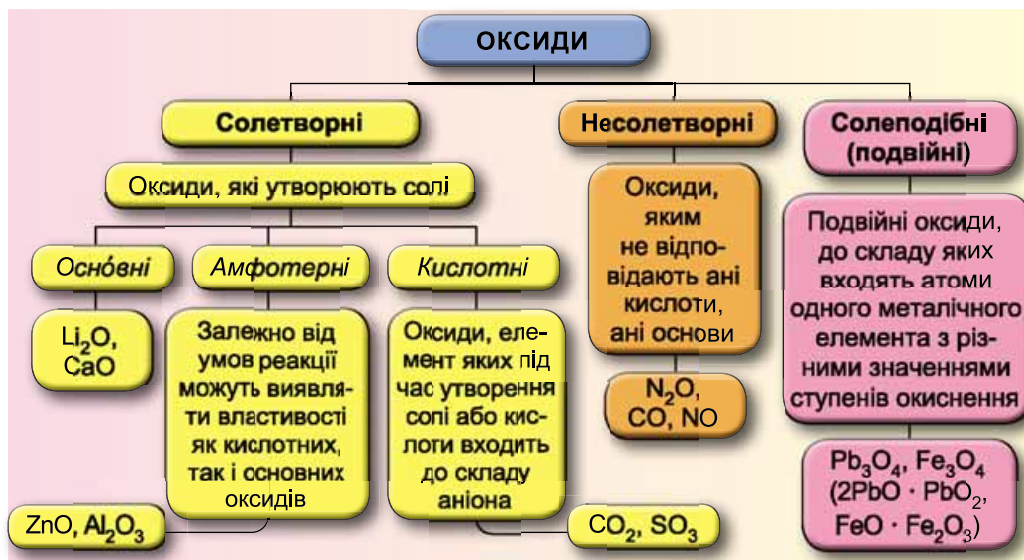


Рис. 1.1. Класифікація оксидів. **Завдання.** 1. За якими ознаками на схемі класифіковано оксиди? 2. Класифікуйте оксиди FeO, SO₃, Na₂O, SiO₂, N₂O₅, BaO, P₂O₅, SO₂, Na₂O, K₂O, MnO

¹Алгоритми складання назв оксидів, основ, кислот, солей наведено в додатках 1–4.

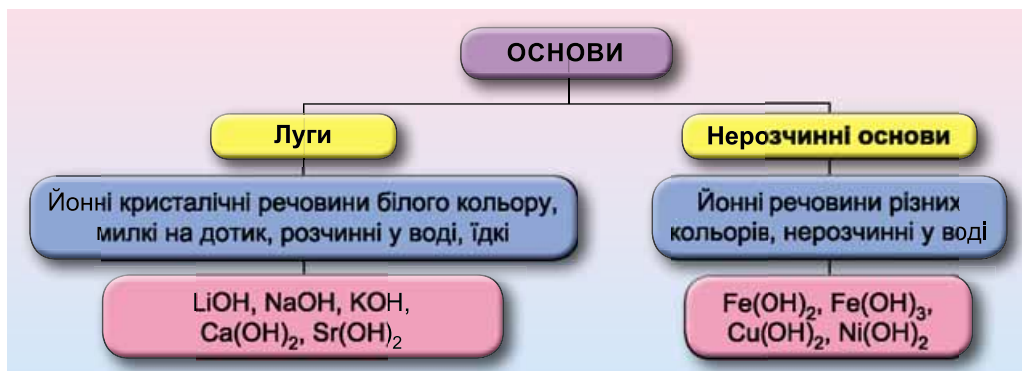


Рис. 1.2. Класифікація основ. **Завдання.** 1. За якими ознаками на схемі класифіковано основи? 2. Як дізнатися без виконання дослідів, чи розчиняється основа у воді? 3. Проаналізуйте хімічні формули, виберіть з їхнього переліку формули основ: Mg(OH)_2 , MgO , Sr(OH)_2 , $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, NaOH , CaF_2 , Mn(OH)_2 , Cr(OH)_2 , RbOH , KOH . Класифікуйте їх і назвіть

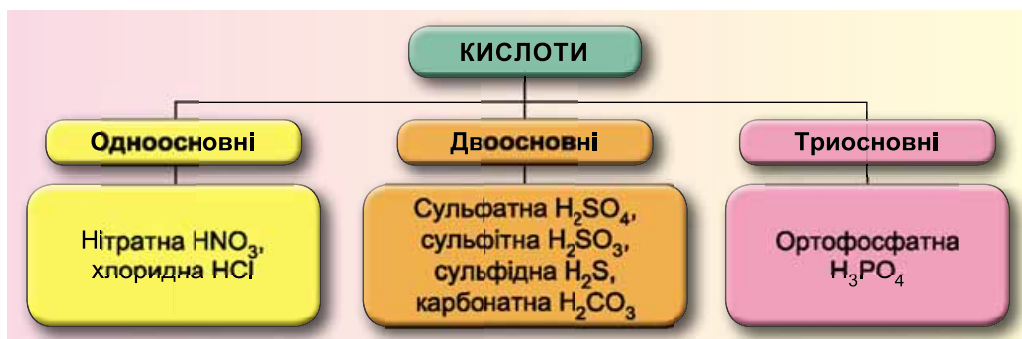


Рис. 1.3. Класифікація кислот. **Завдання.** За якою ознакою на схемі класифіковано кислоти?

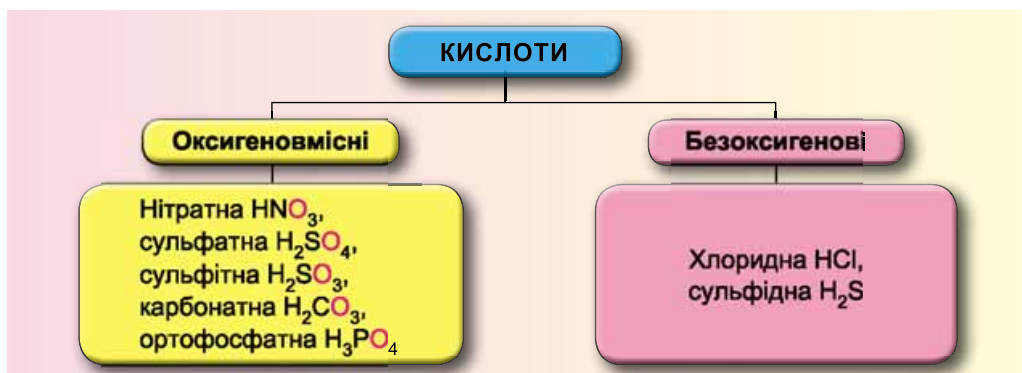


Рис. 1.4. Класифікація кислот. **Завдання.** 1. За якою ознакою на схемі класифіковано кислоти? 2. Як дізнатися без виконання дослідів, чи розчиняється кислота у воді? 3. Проаналізуйте хімічні формули кислот: H_3PO_4 , HNO_2 , H_2Se , H_3AsO_4 , HClO_3 , HClO , HBr . Класифікуйте їх (оксигеновмісна, безоксигенова, одноосновна, двоосновна, триосновна)

Цікаво і пізнавально

Тривіальні назви речовин вражають розмаїттям і загадковістю, утім, дебільшого не дають уявлення про хімічний склад речовин. Наприклад, HgS – кінновар (рис. 1.5.1), ZnO – філософська вовна (рис. 1.5.2), K_2CO_3 – поташ, HCl – мурієва кислота, H_2SO_4 – купоросна олія, AgNO_3 – ляпіс, пекельний камінь (рис. 1.5.3), NaOH – каустична сода, MgO – палена магнезія, CaO – палене вапно, HF – плавикова кислота тощо.



Рис. 1.5. 1. Кінновар, або цинобра, – мінерал класу простих сульфідів, – основа однієї з найдревніших мінеральних фарб. Головний складник – меркурій(II) сульфід. 2. Філософська вовна – так у давнину в алхімічній спільноті називали білий клоччастий цинк оксид – продукт згоряння цинку. 3. Аргентум(I) нітрат – активна речовина ляпісного олівця, пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів, перешкоджає розвитку запальних процесів у пошкоджених тканинах

ПРО ГОЛОВНЕ

- Оксиди, основи, кислоти, солі – основні класи неорганічних сполук.
- Оксиди – складні речовини, утворені двома елементами, одним з яких є Оксиген у ступені окиснення -2 . Оксиди класифікують на солетворні (основні, кислотні, амфотерні) й несолетворні.
- Основи – складні речовини, утворені катіонами металічних елементів та аніонами гідроксильних груп. Основи класифікують за розчинністю у воді на розчинні (луги) і нерозчинні основи.
- Число гідроксильних груп у формулі основи дорівнює валентності (або ступеню окиснення) металічного елемента в ній.
- Кислоти – складні речовини, до складу яких входять атоми Гідрогену, сполучені з кислотними залишками. Валентність кислотного залишку дорівнює числу атомів Гідрогену в молекулі кислоти.
- Кислоти класифікують за основністю на одно-, дво-, триосновні та за складом кислотного залишку (оксигеновмісні та безоксигенові).
- Солі – складні речовини, йонні сполуки. Середні солі складаються з катіонів металічних елементів і аніонів кислотних залишків.
- Індикатори – органічні речовини, які здатні змінювати колір залежно від середовища – кислого, нейтрального, лужного.



Перевірте себе

1. Які речовини називають оксидами? Основами? Кислотами? Солями? Індикаторами? 2. Який ступінь окиснення Оксигену в оксидах? 3. Як класифікують оксиди, основи, кислоти, солі? Наведіть приклади.

**Застосуйте свої знання й уміння**

4. Класифікуйте речовини, формули яких BaO , $\text{Al}(\text{OH})_3$, HClO_4 , HBr , H_3PO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CO , CuSO_4 , FeCl_3 . Назвіть їх за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою.

5. Складіть хімічні формули сполук за їхніми назвами, класифікуйте ці речовини. Хлор(VII) оксид, літій оксид, стронцій гідроксид, алюміній оксид, цинк гідроксид, аргентум(I) хлорид, магній нітрат, нітроген(II) оксид, алюміній сульфат, нітратна кислота, хлоридна кислота, селенатна кислота.

**Творча майстерня**

6. Дізнайтеся, звідки походять тривіальні назви і де застосовують речовини, про які йшлося в параграфі; підготуйте за результатами дослідження презентацію для однокласників і однокласниць.

§ 2. Властивості основних класів неорганічних сполук

Мало знати, потрібно застосовувати.

Й. Гете

Під час опрацювання параграфу пригадаємо:

- де оксиди, основи, кислоти, солі трапляються в природі та побуті, для чого їх застосовують;
- які хімічні властивості цих сполук;
- як представники різних класів неорганічних сполук пов'язані між собою.

Оксиди, основи, кислоти, солі – невідокремні складники життя людини, важливі компоненти довкілля. *Оксиди* за звичайних умов¹ бувають твердими, як-от: кварц SiO_2 , корунд Al_2O_3 , гематит Fe_2O_3 ; рідкими, наприклад: вода H_2O , манган(VII) оксид Mn_2O_7 , та газуватими – вуглекислий газ CO_2 , сірчистий газ SO_2 . Оксиди входять до складу мінералів і руд.

Оксиди широко застосовують у промисловості й повсякденному житті (наведіть кілька прикладів, за потреби використайте рисунок 2.1).



Рис. 2.1. Застосування оксидів. 1. Пісок SiO_2 – матеріал, незамінний у традиційному й сучасному будівництві. 2. У сучасній косметології як абразивний матеріал використовують мікроскопічні кристали алюміній оксиду (корунду) Al_2O_3 . 3. Вода, газувана карбон(IV) оксидом CO_2 , – прохолоджувальний напій. 4. Гематит Fe_2O_3 – поширений мінерал Феруму, одна з найважливіших залізних руд

¹Звичайними вважатимемо такі умови: температура 20–25 °С, тиск близько 1 атм.

Цікаво і пізнавально

Першим створив газовану воду англійський хімік Джозеф Прістлі в 1767 р. після експериментів з газом, що виділяється під час бродіння сусла в чанах броварні. Пізніше швед Тоберн Бергман у 1770 р. сконструював апарат для насичування води вуглекислим газом.

Однак багато які з оксидів шкідливі для здоров'я людини та довкілля. Щоб ефективно й безпечно використовувати ці речовини, дуже важливо знати їхні властивості та фізіологічну дію.

Основи в нашому житті – це засоби для очищення каналізаційних труб і видалення жирових забруднень (містять натрій гідроксид), елементи живлення (містять гідроксиди Натрію, Калію, Літію), складники будівельних розчинів (кальцій гідроксид або гашене вапно) тощо (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Застосування основ. 1. Кальцій гідроксид $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – складник будівельних і штукатурних розчинів. 2. Купрум(II) гідроксид $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – важливий компонент засобу захисту рослин від шкідливих мікроскопічних грибів і бактерій

Неорганічні кислоти також поширені в нашому житті. Так, шлунковий сік містить хлоридну кислоту HCl . Сульфатна кислота H_2SO_4 – складник автомобільного акумулятора. Карбонатна H_2CO_3 та ортофосфатна H_3PO_4 кислоти – компоненти солодких газованих напоїв. Лікувальна вода «Нафтуса» має специфічний запах сірководню – адже до її складу входять не лише карбонатна H_2CO_3 і силікатна H_2SiO_3 кислоти, а й сульфідна кислота H_2S (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Легендарна вода «Нафтуса» завдяки унікальному хімічному складу здатна творити справжні дива

Цікаво і пізнавально

Теодор Торосевич (1789–1876) – львівський фармацевт і бальнеохімік вірменського походження (рис. 2.4). Дослідив і описав склад лікувальних вод майже всіх водолікарень Галичини. У 1828 р. за власною ініціативою зробив аналіз сухого залишку солоної води, джерела якої знаходилися поблизу поселення Стара Сіль, що на Самбірщині. Це дало змогу щорічно добувати до 17 тис. фунтів чистої магнезії (магній сульфату), яка коштувала в ті часи 90 злотих за центнер.

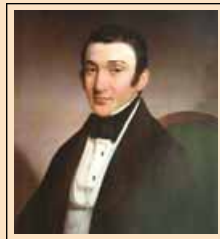


Рис. 2.4. Теодор Торосевич, «хрещений батько» лікувальної води «Нафтуся»

Солі вам теж добре відомі (рис. 2.5): кухонна сіль (натрій хлорид NaCl), питна сода (натрій гідрокарбонат NaHCO_3), кальцинована сода (натрій карбонат Na_2CO_3), крейда (кальцій карбонат CaCO_3), гірка сіль (магній сульфат MgSO_4).



Рис. 2.5. 1. Натрій хлорид. 2. Натрій гідрокарбонат. 3. Натрій карбонат. 4. Крейда. 5. Магній сульфат

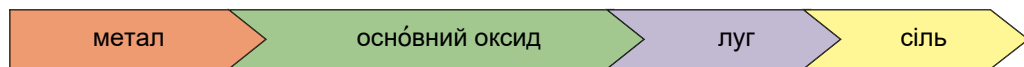
Хімічні властивості оксидів, основ, кислот, солей ви легко пригадаєте, якщо проаналізуєте схеми генетичних зв'язків між ними. Пригадайте: генетичний (від гр. γένεσις) – той, що вказує на походження, виникнення, процес утворення. Цей зв'язок полягає в тому, що з речовин одного класу неорганічних сполук можна одержати речовини – представники інших класів. Отже, генетичні зв'язки – це зв'язки між різними класами сполук, які ґрунтуються на їхніх взаємоперетвореннях. Генетичний ряд утворений простою речовиною та сполуками одного хімічного елемента. Вони мають єдине походження – генезис – і пов'язані взаємоперетвореннями.



Завдання. З наведеного переліку виберіть формули речовин, які належать до генетичного ряду Сульфуру: Na , H_2O , Na_2SO_3 , AlCl_3 , S , H_2SO_3 , Na_3PO_4 , N_2 , KOH , SO_2 , Mg .

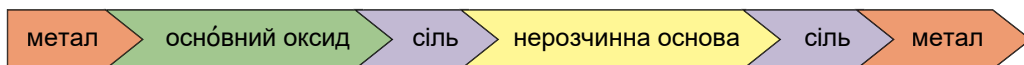
Для металічних елементів виокремлюють кілька різновидів генетичних рядів.

1. Генетичний ряд, складником якого є луг. Цей ряд у загальному вигляді можна представити такими перетвореннями:

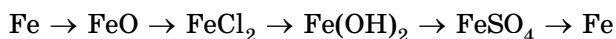


Наприклад, генетичний ряд Літію: $\text{Li} \rightarrow \text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{LiCl}$.

Генетичному ряду, складником якого є малорозчинна або нерозчинна основа, відповідає ланцюжок перетворень:

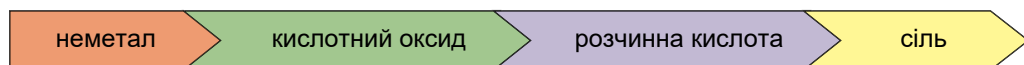


Зокрема, генетичний ряд Феруму такий:



Завдання. Складіть генетичний ряд Барію.

Для неметалічних елементів також можна виокремити два різновиди генетичних рядів. Генетичний ряд, ланкою якого є розчинна оксигеновісна кислота. Ланцюжок перетворень такий:



Наприклад: $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Li}_3\text{PO}_4$.

Генетичний ряд, ланкою якого є нерозчинна оксигеновісна кислота. Ланцюжок перетворень такий:



Наприклад: $\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2$.

Отже, є два види генетичних рядів: ряди одного виду починаються металом, ряди другого – неметалом.

Наприклад, кальцій ортофосфат можна одержати за допомогою послідовних перетворень з неметалу фосфору та з металу кальцію:



До того ж низка металічних елементів утворює не лише оснóвні, а й амфотерні оксиди й гідроксиди. Різноманітні генетичні зв'язки між основними класами неорганічних сполук описує схема на рисунку 2.6.



Рис. 2.6. Генетичні зв'язки між основними класами неорганічних речовин

ПРО ГОЛОВНЕ

- Оксиди, основи, кислоти, солі – невідокремні складники життя людини, важливі компоненти довкілля.
- Між класами неорганічних сполук існують зв'язки, які називають генетичними.
- Генетичні зв'язки – це зв'язки між різними класами сполук, які ґрунтуються на їхніх взаємоперетвореннях.
- Генетичний ряд утворений простою речовиною та сполуками одного хімічного елемента. Вони мають єдине походження – генезис – і пов'язані взаємоперетвореннями.
- Є два види генетичних рядів: ряди одного виду починаються металом, ряди другого – неметалом.



Перевірте себе

1. Що означає термін «генетичний»? 2. Що таке генетичний зв'язок між класами неорганічних сполук? 3. Які ознаки характеризують генетичний ряд? 4. Які є два основні види генетичних рядів?



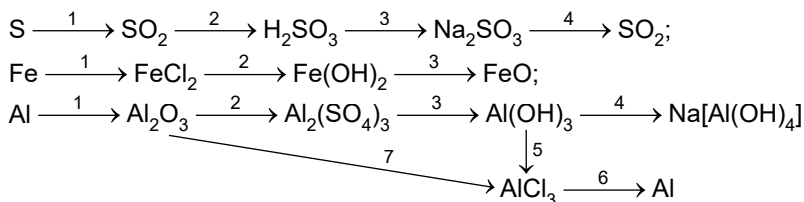
Застосуйте свої знання й уміння

5. З наведеного переліку виберіть формули речовин, які належать до генетичного ряду магнію: Na , H_2O , MgSO_4 , MgCl_2 , S , H_2SO_3 , K_3PO_4 , O_2 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, SO_3 , Mg , MgO .

6. Доберіть приклади до схем перетворень:

- метал + неметал $\rightarrow$ сіль;
- основний оксид + кислотний оксид $\rightarrow$ сіль;
- основа + кислота $\rightarrow$ сіль + вода;
- сіль + кислота $\rightarrow$ сіль + кислота';
- метал + кисень $\rightarrow$ основний оксид;
- неметал + кисень $\rightarrow$ кислотний оксид;
- основний оксид + вода $\rightarrow$ луг;
- кислотний оксид + вода $\rightarrow$ кислота;
- кислотний оксид + луг $\rightarrow$ сіль + вода;
- основний оксид + кислота $\rightarrow$ сіль + вода.

7. Складіть хімічні рівняння, які відповідають генетичним рядам Літію, Купруму, Силіцію (вони наведені в тексті параграфа) та Сульфуру, Феруму, Алюмінію (їх наведено далі):



8. Проаналізуйте хімічні формули речовин з наведених далі рядків, назвіть речовини і класифікуйте їх:

- а) CaSO_3 , BaO , H_2SO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Ba , SO_3 , BaCl_2 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, HBr ;
 б) S , HNO_3 , ZnCl_2 , SO_2 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, Na_2SO_3 , H_2O , H_2SO_3 , LiOH , CaO , HCl ;
 в) CuO , H_3PO_4 , C , H_2CO_3 , CO_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, K_2CO_3 , CuSO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, N_2 , HI ;
 г) SiO_2 , K_2O , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, Si , NaOH , H_2SiO_3 , Na , AgCl , K_2SiO_3 , HF , Al_2O_3 .

9. Виберіть з усіх рядків (див. завдання 8) формули двоосновних кислот.

10. Виберіть з кожного рядка (див. завдання 8) формулу основного оксиду. Визначте, з якими речовинами, формули яких наведено в рядку, реагуватиме цей оксид. Складіть відповідні хімічні рівняння. Назвіть реагенти і продукти реакцій, класифікуйте хімічні реакції.

11. Виберіть з кожного рядка (див. завдання 8) формулу нерозчинної основи. Визначте, з якими речовинами, формули яких наведено в рядку, реагуватиме ця сполука. Складіть відповідні хімічні рівняння. Назвіть реагенти і продукти реакцій, класифікуйте хімічні реакції.

12. Виберіть з кожного рядка (див. завдання 8) формули оксигеновмісних кислот. Визначте, з якими речовинами, формули яких наведено в рядку, реагуватимуть ці сполуки. Складіть відповідні хімічні рівняння. Назвіть реагенти і продукти реакцій, класифікуйте хімічні реакції.

13. Виберіть з кожного рядка (див. завдання 8) формулу безоксигенової кислоти. Визначте, з якими речовинами, формули яких наведено в рядку, реагуватиме ця сполука. Складіть відповідні хімічні рівняння. Назвіть реагенти і продукти реакцій, класифікуйте хімічні реакції.

14. Виберіть з кожного рядка (див. завдання 8) формулу розчинної основи. Визначте, з якими речовинами, формули яких наведено в рядку, реагуватиме ця сполука. Складіть відповідні хімічні рівняння. Назвіть реагенти і продукти реакцій, класифікуйте хімічні реакції.

15. Складіть рівняння хімічних реакцій, які відображають генетичні зв'язки всередині генетичних рядів Барію і Сульфуру та між представниками цих рядів.

§ 3. Хімічний зв'язок і будова речовин

Під час опрацювання параграфа пригадаємо:

- що називають хімічним зв'язком і яка його природа;
- що таке електронегативність і як вона змінюється в періодах і групах періодичної системи хімічних елементів;
- як утворюються ковалентний та йонний зв'язки;
- чим відмінні та подібні різні типи хімічного зв'язку;
- у який спосіб описують внутрішню будову кристалів;
- для чого використовують знання про хімічний зв'язок і будову речовини;
- які є типи кристалічних ґраток;
- які особливості кристалічної будови речовин з різними видами хімічного зв'язку;
- як властивості речовин залежать від виду хімічного зв'язку й типу кристалічних ґраток.

Хімічним зв'язком називають сили, які утримують атоми в молекулах і кристалах, йони – у йонних кристалах. Пригадайте типи хімічного зв'язку (рис. 3.1).

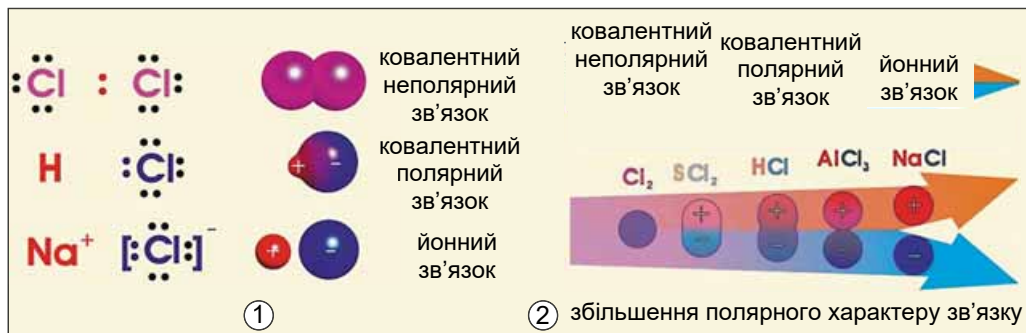


Рис. 3.1. 1. Схема утворення різних типів хімічного зв'язку.

2. Співвідношення між типами хімічного зв'язку

Зв'язок між атомами за рахунок спільних електронних пар називають *ковалентним*. Його зображують за допомогою електронних і графічних формул молекул. Якщо двохатомна молекула утворена атомами одного неметалічного елемента, то негативний заряд спільної електронної пари розподілений між ними порівну. Такий зв'язок називають *ковалентним неполярним*.

Електронегативність хімічного елемента (χ) – це властивість його атома притягувати спільні з іншим атомом електронні пари.

Ковалентний зв'язок, у якому одна чи кілька спільних електронних пар зміщені в бік більш електронегативного атома, називають *полярним* зв'язком.

Зі зростанням протонного числа електронегативність хімічних елементів збільшується в періодах і зменшується в підгрупах (рис. 3.2).

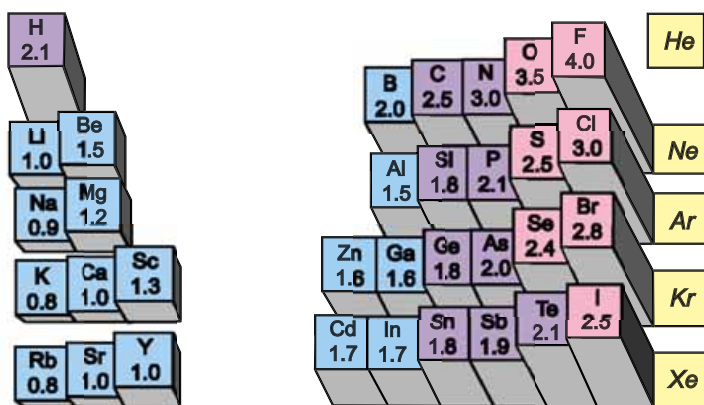


Рис. 3.2. Зміна електронегативності хімічних елементів у періодичній системі

Тип зв'язку значною мірою залежить від різниці значень електронегативності $\Delta\chi$ елементів, які беруть участь у його утворенні (рис. 3.3).

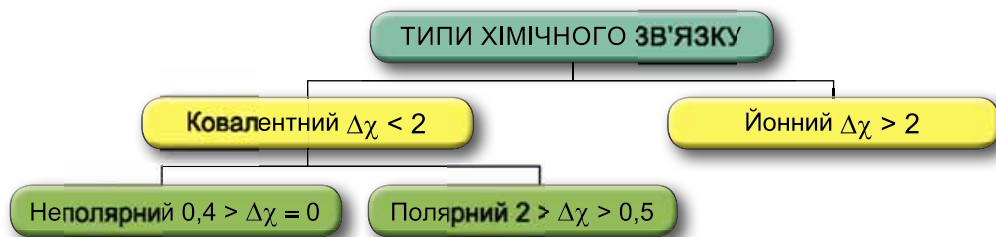


Рис. 3.3. Визначення типу хімічного зв'язку за різницею значень електронегативності зв'язаних атомів

Кристалічні ґратки – моделі, за допомогою яких описують внутрішню будову кристалів. Точки кристалічних ґраток, у яких розташовані частинки, називають *вузлами кристалічних ґраток*. Природа частинок у вузлах кристалічних ґраток та сили взаємодії між частинками визначають тип ґраток: *атомні, молекулярні, йонні* (рис. 3.4).

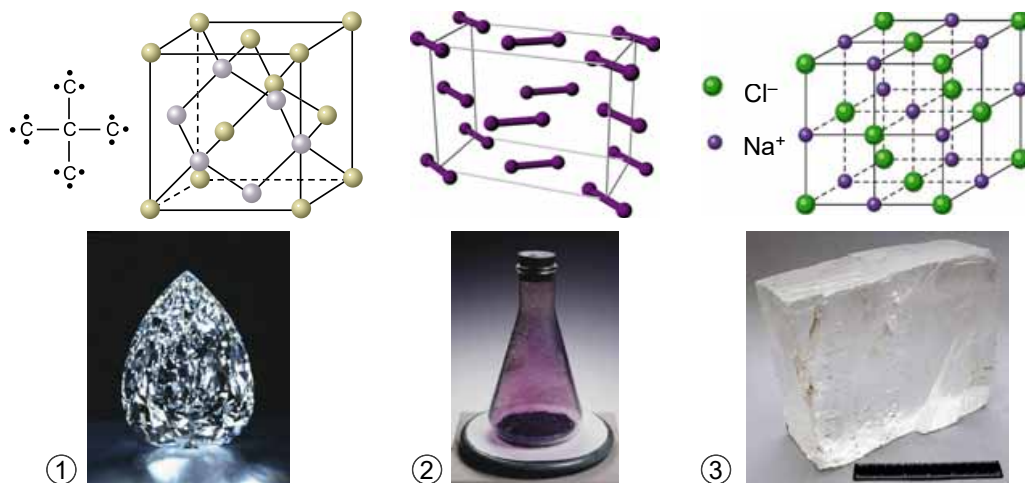


Рис. 3.4. Кристалічні ґратки: 1 – атомні (алмаз C); 2 – молекулярні (йод I₂); 3 – йонні (галіт NaCl)

В **атомних кристалах** атоми сполучені ковалентними неполярними зв'язками. Характерним прикладом таких речовин є алмаз, у кристалічних ґратках якого всі щонайближчі між'ядерні відстані й усі кути між чотирма зв'язками атома Карбону однакові. З алмазів особливим огранюванням, що спеціально виявляє його блиск, виготовляють діаманти – дорогоцінне каміння. Алмаз не проводить електричного струму. Це надзвичайно стійка форма існування Карбону, яка за нагрівання без доступу повітря вище від температури 1200 °C переходить у графіт.

Кристалічна структура графіту зовсім не схожа на структуру алмазу. Атоми Карбону в графіті розташовані плоскими сітками. На відміну від алмазу, графіт непрозорий, чорного кольору, має високу електропровідність, легко розшаровується. Алмаз і графіт – атомні кристали. Відмінність у будові зумовлює відмінність у фізичних властивостях і застосуванні речовин.



Завдання. Назвіть побутові й промислові вироби, де використовують алмаз і графіт. Поясніть, якими властивостями цих речовин зумовлене їхнє застосування в певній сфері.

Бор, силіцій, германій, арсен, кварц також утворюють атомні кристали. Вони дуже міцні та тверді, погано проводять теплоту й електричний струм. Речовини, що мають атомні кристалічні ґратки, плавляться за високих температур. Наприклад, температура плавлення кварцу $1725\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такі речовини майже нерозчинні в будь-яких розчинниках, мають низьку реакційну здатність.

Молекулярні кристалічні ґратки побудовані з молекул речовини. Зазвичай у таких речовин низькі температури плавлення й кипіння, адже молекули слабо взаємодіють між собою. Молекулярні ґратки мають у твердому агрегатному стані водень H_2 , азот N_2 , кисень O_2 , галогени (фтор, хлор, бром, йод), чимало органічних речовин. У вузлах кристалічних ґраток йоду містяться молекули I_2 . Атоми йоду в молекулі зв'язані досить міцними ковалентними зв'язками, а молекули між собою – слабкими силами. Тому вже за незначного нагрівання йод, не плавлячись, переходить із кристалічного стану в газуватий (сублімується), а за охолодження пара йоду кристалізується. Лід – також молекулярний кристал. Міцність молекулярних кристалів залежить від розмірів і складності молекул. Наприклад, кристали фтору плавляться за температури $-219,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, а йоду – за $+113,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, метану CH_4 – за $-182,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а триаконтану $\text{C}_{30}\text{H}_{62}$ – за $+65,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Йонні кристали утворюють солі неорганічних та органічних кислот, луги, основні й амфотерні оксиди¹ й гідроксиди. Чи не найтипівіший приклад йонного кристала – галіт (натрій хлорид).

В утворенні йонних кристалів багатьох солей беруть участь катіони металічних елементів і одно- або багатоатомні аніони (формули багатьох з них наведено в таблиці «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді»). У йонних кристалах зв'язки між йонами міцні, тому такі кристали мають високі температури плавлення ($801\text{ }^{\circ}\text{C}$ – натрій хлорид, $2627\text{ }^{\circ}\text{C}$ – кальцій оксид тощо). Зазвичай йонні кристали тверді, але крихкі. Їхня крихкість зумовлена тим, що навіть за невеликої деформації кристала катіони й аніони зсуваються так, що сили відштовхування між однойменними йонами починають переважати над силами притягання між катіонами й аніонами, тож кристал руйнується.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Хімічним зв'язком називають сили, які утримують атоми в молекулах і атомних кристалах, йони – у йонних кристалах.
- Електронегативність хімічного елемента – це властивість його атома притягувати спільні з іншим атомом електронні пари.
- Ковалентний неполярний і полярний та йонний зв'язки мають електронну природу.

¹ Трапляються й винятки, наприклад, йонну будову має манган(VII) оксид.

- Кристалічні ґратки – моделі, за допомогою яких описують внутрішню будову кристалів.
- Природа частинок у вузлах кристалічних ґраток та сили взаємодії між частинками визначають тип ґраток: йонні, атомні, молекулярні.
- Властивості речовин залежать від їхньої будови й зумовлюють застосування.



Перевірте себе

1. Яка природа хімічного зв'язку? 2. Що таке електронегативність? 3. Який зв'язок називають ковалентним неполярним? 4. Чим ковалентний полярний зв'язок відрізняється від ковалентного неполярного та йонного? 5. Як змінюється електронегативність хімічних елементів у періодичній системі? 6. Порівняйте ковалентні зв'язки в молекулах водню і гідроген хлориду. Чим вони подібні і чим відрізняються? 7. Що таке кристалічні ґратки? 8. Що називають вузлами кристалічних ґраток? 9. Які є типи кристалічних ґраток? 10. Які частинки знаходяться у вузлах кристалічних ґраток кожного типу?



Застосуйте свої знання й уміння

11. Спрогнозуйте тип кристалічних ґраток у речовинах за описом їхніх властивостей і застосування:

а) ванілін $C_8H_8O_3$ – безбарвні леткі кристали з характерним запахом, харчова добавка;

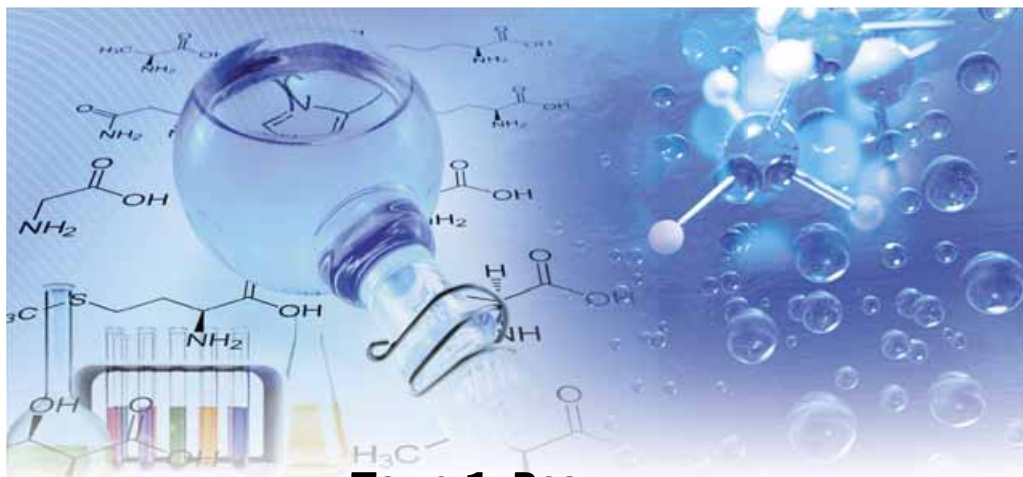
б) бор нітрид BN (боразон) за твердістю наближається до алмазу, водночас він стійкіший до високих температур. Його використовують для виготовлення надтвердих абразивних матеріалів;

в) бензоатну кислоту C_6H_5COOH уперше виділили в XVI столітті із суміші духмяних речовин – росного ладана. Поясніть, який тип кристалічних ґраток у бензоатної кислоти.



Творча майстерня

12. Складіть кросворд про хімічний зв'язок і будову речовини.



Тема 1. Розчини

§ 4. Поняття про дисперсні системи

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- наводити приклади дисперсних систем – суспензій, емульсій, гелів, пін тощо;
- обґрунтовувати значення дисперсних систем у природі та житті людини.

Більша частина речовини Всесвіту перебуває у вигляді пилу. Космічний простір, гідросфера й атмосфера, земна кора та надра, ґрунти, живі організми, харчові продукти, лікарські засоби тощо містять речовини в роздрібненому, тобто *дисперсному*, стані. Отже, дисперсний стан є основним станом матерії.

! Дисперсна система – фізично неоднорідна система, яка складається з кількох речовин. Ці речовини не розчиняються одна в одній і не реагують між собою. У дисперсних системах одні речовини розподілені в інших.

Перелік **дисперсних систем** безмежний: мінерали та деякі сплави, піно- і газобетон, нафта, косметичне молочко та гель для волосся, крем для взуття й мармелад, папір і квасна піна, хліб і вершкове масло, смог, тверде ракетне паливо й лакофарбові матеріали (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Приклади дисперсних систем. 1. Пористі бетони, які широко використовують як будівельні матеріали, – тверді піни. 2. Мармелад – гель. 3. Косметичне молочко – емульсія. **Завдання.** Використовуючи повсякденний досвід і знання з інших природничих предметів, наведіть кілька прикладів дисперсних систем

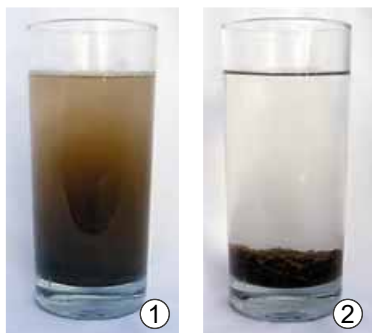


Рис. 4.2. Суспензія глини у воді (1) та її осідання (2)

Суспензії є різновидом неоднорідних сумішей. Це зависі твердих частинок у рідкому середовищі. Наприклад, щоб виготовити водну суспензію глини, її подрібнюють на тонкий порошок, висипають у воду та ретельно перемішують. З повсякденного досвіду ви, напевно, знаєте, що поступово частинки глини під дією сили земного тяжіння осядуть на дно посудини (рис. 4.2). Це зумовлено тим, що частинки суспензій не виявляють *броунівського руху*. Процес осідання триватиме тим довше, чим дрібніші частинки дисперсної фази.

Цікаво і пізнавально

Броунівський рух – безладний рух малих частинок, завислих у рідині або газі. Він відбувається під дією ударів молекул навколишнього середовища. Досліджений у 1827 р. Р. Броуном (рис. 4.3), який спостерігав у мікроскоп рух квіткового пилку, завислого у воді.

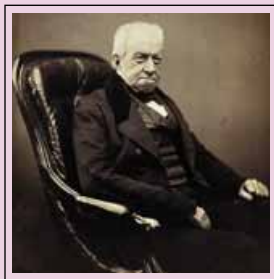


Рис. 4.3. Роберт Броун (1773–1858) – шотландський ботанік, відкрив безладний рух дрібних частинок у рідині або газі під впливом ударів молекул навколишнього середовища, що дістав назву «броунівський рух». У 1828 р. опублікував «Короткий звіт про спостереження у мікроскоп...», у якому описав відкритий ним рух частинок. Також описав ядро рослинної клітини

Частинки твердої речовини, густина яких більша за густину рідини, утворюють осад. Якщо ж їхня густина менша – вони спливають на поверхню. Частинки твердих речовин, які не змочуються водою, також спливають угору. Прикладом такої речовини є сірка, густина якої більша за густину води.

У природних умовах суспензії утворюються внаслідок розмивання ґрунтів водою, забруднення водойм атмосферним пилом. Суспензією є й пульпа – суміш тонкоподрібненої корисної копалини з водою. Пульпа утворюється під час здрібнювання руд перед збагаченням. Бурові промивні рідини, фарби, будівельні розчини – також суспензії. У формі суспензій застосовують деякі добрива й отрутохімікати, суспензіями є чимало лікарських препаратів.

Емульсії – дисперсні системи, які складаються з рідин, що не змішуються. Тобто так само, як і суспензії, є неоднорідними сумішами. Виготовити емульсію можна, наприклад, тривалим збовтуванням суміші води та олії (рис. 4.4.1). Однак згодом емульсія розшарується (рис. 4.4.2).

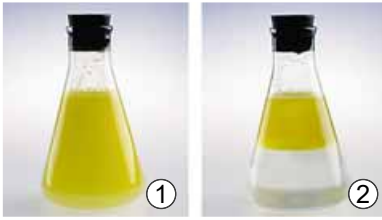


Рис. 4.4. 1. Олійно-водна емульсія. 2. Розшарування емульсії



Рис. 4.5. Рідка (1) і тверда (2) піни. Яке добро умитися з милом, витертися чистим полотняним рушником, узяти до рук пахучий краєць ніздрюватого чорного хліба... Михайло Стельмах. «Велика рідня». **Завдання.** Наведіть кілька прикладів пін, відомих вам з повсякденного життя

Емульсіями є чимало косметичних засобів, лікарських препаратів. Емульсії використовують на виробництві під час шліфування, свердління та різання металів, пластмас, кераміки тощо. У формі емульсій застосовують засоби боротьби з бур'янами та шкідниками сільськогосподарських культур.



Завдання. Поясніть, чому в інструкціях до лікарських засобів у формі суспензій та емульсій завжди зазначено: «Перед уживанням збовтати!».

Піни – дисперсні системи, у яких бульбашки газу розподілені в рідкому або твердому середовищі (рис. 4.5). Піни широко застосовують у багатьох галузях промисловості та в побуті. Пінні мийні та косметичні засоби, хімікати для чищення меблів, килимів, кондитерські піни, муси, бісквіти, дитячі розваги і вечірки для дорослих з використанням пін – ось аж ніяк не повний перелік застосування цих дисперсних систем у побуті. Також вони потрібні для гасіння пожеж, гідро- та звукоізолювання, утеплення в будівництві, збагачення корисних копалин тощо.

Аерозолі – дисперсні системи, у яких частинки твердої або рідкої речовини розпорошені в газі, зазвичай – повітрі. Дим, смог, пил – твердотілі аерозолі, у яких тверді частинки розпорошені в газі. Туман, мряка – також аерозолі. Йдеться про газ, у якому розподілені краплинки рідини.

Суспензії, емульсії, рідкі піни – неоднорідні суміші. Вони нестійкі й згодом руйнуються: суспензії та піни осідають, емульсії розшаровуються. Щоб зберегти споживчі властивості товарів, які містять ці грубодисперсні системи, до їхнього складу вводять різноманітні *емульгатори* та *стабілізатори пін*. Природні емульгатори, наприклад яєчний білок і жовток, традиційно використовують у харчових продуктах. Нині до складу маргарину, морозива, збитих вершків, майонезу тощо також входять інші емульгатори та стабілізатори пін.

Показово, що малі розміри розпорошених частинок твердої речовини або рідини зумовлюють невелику швидкість їхнього осідання. Тож аерозолі порівняно стабільні в полі земного тяжіння.



Завдання. Дізнайтеся, що таке Е-числа, якими Е-числами позначають емульгатори.

Про такі різновиди дисперсних систем, як істинні та колоїдні розчини, ви дізнаєтеся з наступного параграфа.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Основний стан, у якому перебуває матерія, – дисперсний.
- Суспензії, емульсії, рідкі піни – неоднорідні суміші, грубодисперсні системи. Вони нестійкі й згодом руйнуються.
- Аерозолі – дисперсні системи, у яких частинки твердої або рідкої речовини розпорошені в газі, зазвичай – повітрі.



Перевірте себе

1. Наведіть приклади дисперсних систем, які трапляються в повсякденному житті.
2. Що таке суспензія? Емульсія? Піна? Аерозоль?
3. Як у природних умовах утворюються суспензії?
4. Де використовують емульсії?
5. Для чого використовують рідкі й тверді піни?
6. Для чого використовують емульгатори та стабілізатори піни?
7. Які природні емульгатори вам відомі?
8. Чому аерозолі порівняно стійкі в полі земного тяжіння?



Застосуйте свої знання й уміння

9. Установіть відповідність між дисперсними системами та об'єктами.

1 Піна	А Сік кульбаби
2 Гель	Б Косметичний лак із блискітками
3 Емульсія	В Малинове желе
4 Суспензія	Г Оцет
5 Аерозоль	Д Пемза
	Е Дим багаття

10. Визначте, про які дисперсні системи йдеться:

а) «Ніч. Весна. Гримить повинь. І тікають мутні води в невідому даль» (Микола Хвильовий. «Арабески»); б) «Потім дівчинка кинула проса курям, зварила кисіль з бузини та яблук...» (Олесь Донченко «Лісничиха»); в) «Після того було молоко, білий пахучий напій пінився у склянці...» (Михайло Коцюбинський. «Intermezzo»); г) «У неділю вранці-рано поле вкрилося туманом...» (Тарас Шевченко. «Наймичка»).

11. Визначте, які явища описано в уривках літературних творів:

а) «...коли наповнену пляшку уже замінили іншою, відставивши її вбік, відвар розділявся на дві різні рідини: внизу відстоювалась квітова чи трав'яна вода, а зверху плавав товстий шар олії» (Патрік Зюскінд. «Парфуми»); б) «...у піні утворилися дрібні дірочки: це впали сльози пані Палівцової, коли вона несла пиво Швейкові» (Ярослав Гашек. «Пригоди бравого вояка Швейка»); в) «...навкруги в повітрі здіймається сяюча курява розбитої в пилюку, в проміння води!» (Олесь Гончар. «Людина і зброя»); г) «Осіла курява доріг на грані веж і на руїни...» (Герась Соколенко. «Дивлюсь на кучері твої...»).



Творча майстерня

12. Складіть узагальнювальну ілюстровану схему «Однорідні й неоднорідні суміші та способи їхнього розділення».

13. Підготуйте презентацію «Дисперсні системи в мистецьких творах – літературних і образотворчих».

14. Дізнайтеся назву дисперсної системи, яка щонайменше 15 разів потрапляла до «Книги рекордів Гіннеса» через низку унікальних властивостей. Підготуйте стислі повідомлення про неї.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=1pRdKf1DQB4>
<https://www.youtube.com/watch?v=Spq34lsvA2U>
<https://www.youtube.com/watch?v=bhABPDvhnPQ>
<https://www.youtube.com/watch?v=UZsvNWjVRao>
<https://www.youtube.com/watch?v=SOvV4hcmfHk>
<https://www.youtube.com/watch?v=Gvs3hnMR1l8>
<https://www.youtube.com/watch?v=0Dfg7T7CYik>

§ 5. Істинні та колоїдні розчини

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- наводити приклади істинних і колоїдних розчинів; розрізняти їх;
- обґрунтовувати значення істинних і колоїдних розчинів у природі та житті людини.

З курсів хімії 7 і 8 класів ви вже маєте уявлення про розчини як **однорідні суміші**. І, звісно, пам'ятаєте, що *розчин – однорідна система, яка складається з двох або більше компонентів*. Узагальнімо, що вже відомо вам про компоненти розчинів.

Розчин утворений не менш ніж двома компонентами, один з яких – *розчинник*, а інші – *розчинені* в ньому. Наприклад, у столовому оцті вода – розчинник, а етанова кислота – розчинена речовина. Зазвичай, розчинником вважають той компонент, який у чистому вигляді існує в тому самому агрегатному стані, що й розчин. Якщо компоненти розчину перебувають в одному агрегатному стані, то розчинник – компонент, маса якого в розчині найбільша. **Запам'ятайте, воду традиційно вважають розчинником навіть тоді, коли її маса значно менша за масу розчиненої речовини.**

Існують розчини в різних агрегатних станах – рідкі, тверді, газуваті. Столовий оцет, мінеральна вода, цукровий сироп, сплав золота зі сріблом, азото-киснева суміш – розчини, які називають *істинними* (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Приклади істинних розчинів. 1. Мінеральна вода – істинний розчин солей і вуглекислого газу. 2. Брошка з електруму – срібно-золотого сплаву. Давня Греція, 625–600 рр. до н. е. Електрум – твердий розчин. 3. Тримікс – киснево-азотно-гелієва суміш – розчин, компоненти якого є газами

Колоїдні розчини (давньогрец. κόλλα – клей + εἶδος – вигляд; клеєподібні) за розміром частинок посідають проміжне місце між істинними розчинами та неоднорідними сумішами. Розміри твердих частинок у цих *дисперсних* системах – від 1 до 100 нм.

Колоїдні розчини поширеніші за істинні. Цитопlasма живих клітин, кров, соки рослин – багатокомпонентні колоїдні системи. Чинбарство,



Рис. 5.2. Колоїдний розчин ферум(III) гідроксиду (1), його зсідання під дією водного розчину натрій хлориду (2) й осадження (3)

стійкими. Причини цього – броунівський рух твердих частинок, розпорошених у рідині, та електричні явища на їхній поверхні. Адже ці частинки заряджені однаково, тому й відштовхуються одна від одної. Тож колоїдні розчини не можна розділити на складники ані фільтруванням, ані центрифугуванням. Однак під впливом різних чинників – потужних механічних вібрацій, зміни температури, взаємодії з деякими йонами – тверді частинки колоїдних розчинів можуть сполучатися в більші за розміром (рис. 5.2).

Цікаво і пізнавально

Ультрацентрифугування – метод розділення й дослідження частинок розміром менше за 100 нм (колоїдні системи, молекули білків тощо) під дією відцентрових сил. Ідею ультрацентрифугування запропонував вітчизняний учений А.В. Думанський (рис. 5.3) у 1913 р., однак розроблення сучасної теорії седиментаційного аналізу стало можливим лише після створення в 1926 р. високошвидкісної ультрацентрифуги.



①



②

Рис. 5.3. 1. Думанський Антон Володимирович (1880–1967). Один із засновників колоїдної хімії. Походив із закарпатських українців. Засновник і редактор (з 1935 р.) «Колоїдного журналу». Розкрив значення водорозчинних колоїдів у хлібопеченні, цукроварінні, виноробстві, у кондитерському, пивоварному, дріжджовому і крохмально-патоковому виробництвах, створив науковий напрям прикладної колоїдної хімії в харчовій технології. 2. З нагоди відзначення 100-річчя від дня народження А.В. Думанського його ім'я присвоєно Інституту колоїдної хімії і хімії води АН УРСР (1980)

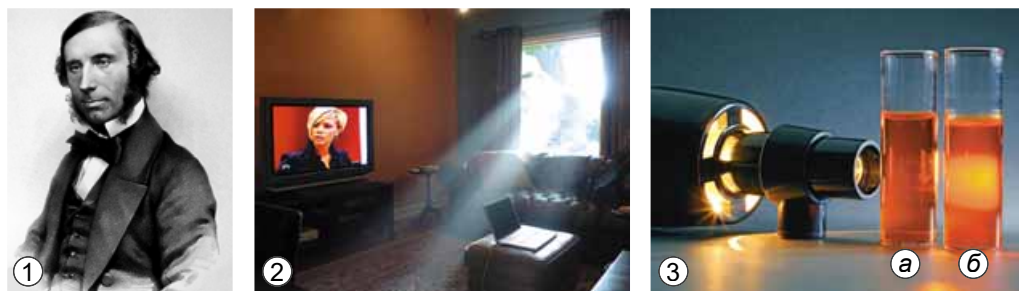


Рис. 5.4. 1. Тіндаль Джон (1820–1893) – англійський фізик, член Лондонського королівського товариства, професор Королівського інституту в Лондоні. Основні його праці присвячені магнетизму, акустиці, поглинанню теплового випромінювання газами й парами, розсіюванню світла в мутних середовищах. Вивчав будову й рух льодовиків у Альпах. Автор науково-популярних книжок, перекладених багатьма мовами. 2. Ефект Тіндаля зумовлений наявністю в повітрі зависі дрібних порошків, які здатні розсіювати світло. 3. Проходження пучка світла крізь істинний (а) і колоїдний (б) розчини

Як розрізнити істинні й колоїдні розчини? Колоїдним розчином, на відміну від істинних, властивий ефект Тіндаля (рис. 5.4.1). Його вияви ви неодноразово спостерігали в повсякденному житті (рис. 5.4.2). Ефект Тіндаля виникає під час проходження крізь колоїдний розчин пучка світла (наприклад, від звичайної лазерної указки). Промінь світла розсіюється під час проходження крізь колоїдний розчин, тож його шлях стає видимим (рис. 5.4.3).

Цікаво і пізнавально

Дифракційне розсіювання світла вперше помітив М.В. Ломоносов. Пізніше, у 1857 р., це явище спостерігав М. Фарадей у колоїдних розчинах золота. Найбільш детально це явище для рідких і газових середовищ вивчив Д. Тіндаль (1868).

На ефекті Тіндаля ґрунтуються широко застосовані в наукових дослідженнях і на виробництві методи виявлення, визначення розміру й концентрації колоїдних частинок. Наприклад, ультрамікроскопію використовують для дослідження дисперсних систем, контролю чистоти атмосферного повітря, води, ступеня забруднення оптично прозорих середовищ сторонніми включеннями. Оптичний димовий сигналізатор визначає на ранній стадії як приховані, так і відкриті пожежі з виділенням диму. Принцип дії цього приладу також ґрунтується на ефекті Тіндаля.

Цікаво і пізнавально

Молоко – складна дисперсна система. Головні її компоненти – вода, жир, білок казеїн, молочний цукор, мінеральні солі. Жир перебуває у вигляді емульсії, казеїн – у вигляді колоїдного розчину, молочний цукор і мінеральні солі – у вигляді істинних розчинів.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Розчини – однорідні суміші, гомогенні системи.
- Розчинником вважають той компонент, який у чистому вигляді існує в тому самому агрегатному стані, що й розчин.
- Якщо компоненти розчину перебувають в одному агрегатному стані, то розчинник – компонент, маса якого в розчині найбільша.
- Воду традиційно вважають розчинником навіть тоді, коли її маса значно менша за масу розчиненої речовини.
- Існують рідкі, тверді, газуваті розчини.
- Колоїдні розчини за розміром частинок посідають проміжне місце між істинними розчинами та суспензіями, емульсіями тощо.
- Колоїдним розчинам, на відміну від істинних, властивий ефект Тіндалля.



Перевірте себе

1. Якими сумішами є розчини? 2. Наведіть приклади рідких, твердих, газуватих розчинів. 3. Наведіть приклади колоїдних розчинів. 4. Чим відрізняються колоїдні розчини від істинних розчинів і неоднорідних сумішей? 5. Як можна досягти сполучення твердих частинок колоїдних розчинів у більші за розміром? 6. Як відрізнити колоїдний розчин від істинного? 7. Де в повсякденному житті вам траплявся ефект Тіндалля? 8. Яке значення колоїдних розчинів у житті людини? 9. Де використовують ефект Тіндалля?



Застосуйте свої знання й уміння

10. Розташуйте за зростанням розміру твердих частинок суспензії, істинні розчини, колоїдні розчини.

11. Розташуйте за стійкістю до осадження суспензії, істинні розчини, колоїдні розчини.

12. Назвіть фізичний ефект, описаний Михайлом Коцюбинським у творі «Коні не винні»: «В венеціанське вікно лилося сонце широким потоком, в сизій муті його крутились пилинки...».

13. Який розчин зображено на рисунку 5.5? Істинний чи колоїдний? Обґрунтуйте свою думку.

*14. Заповніть таблицю¹, використавши такі визначення: 1. «Стійкі системи»; 2. «Нестійкі системи»; 3. «Відносно стійкі системи, із часом руйнуються»; 4. «Частинки розчиненої речовини можна побачити за допомогою ультрамікроскопа»; 5. «Частинки твердої речовини можна побачити не лише за допомогою мікроскопа, а навіть простим оком»; 6. «Частинки розчиненої речовини не можна побачити навіть за допомогою ультрамікроскопа»; 7. «Частинки проходять крізь ультрафільтр»; 8. «Тверді частинки затримуються фільтрувальним папером»; 9. «Тверді частинки затримуються ультрафільтром і не затримуються звичайним фільтрувальним папером».



Рис. 5.5

Суспензії	Колоїдні розчини	Істинні розчини

¹ Запишіть до її комірок цифри, якими позначено речення, або, за бажання, речення повністю.



Творча майстерня

15. Використайте лазерну указку, щоб дослідити, істинними розчинами чи колоїдними системами є: рідкий кисіль, мінеральна вода, столовий оцет, газована вода, фруктовий сік, гарячі та холодні чай і кава, солодкі газовані напої тощо. За результатами дослідження підготуйте презентацію.

16. Дізнайтеся: а) який препарат називають «шумерським сріблом» та для чого його використовують; б) що таке нанодисперсії, де їх застосовують. За результатами дослідження підготуйте презентацію.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=4CKz5wwB2BQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=pCrD2Zs9lpg>

§ 6. Будова молекули води, поняття про водневий зв'язок

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- описати будову молекули води;
- пояснити утворення водневого зв'язку.

Вода як розчинник має непересічне значення. Здатність води розчиняти найрізноманітніші речовини та її інші унікальні властивості зумовлені насамперед хімічним складом і будовою молекули цієї сполуки. Тож розгляньмо особливості будови молекули води (рис. 6.1). Вам добре відомо, що до її складу входять два атоми Гідрогену й атом Оксигену.

З курсу хімії 8 класу ви знаєте, що електронегативність Оксигену значно більша за електронегативність Гідрогену. Тому утворені за рахунок спільних електронних пар зв'язки О–Н у молекулі води ковалентні полярні. Вони розміщені під кутом $104,5^\circ$, і це зумовлює асиметричність структури й виникнення диполя.

Що таке диполь і за яких умов молекула є диполем? Диполь – система з двох зарядів, протилежних за знаком і однакових за величиною (рис. 6.2).



Рис. 6.1. Будова молекули води

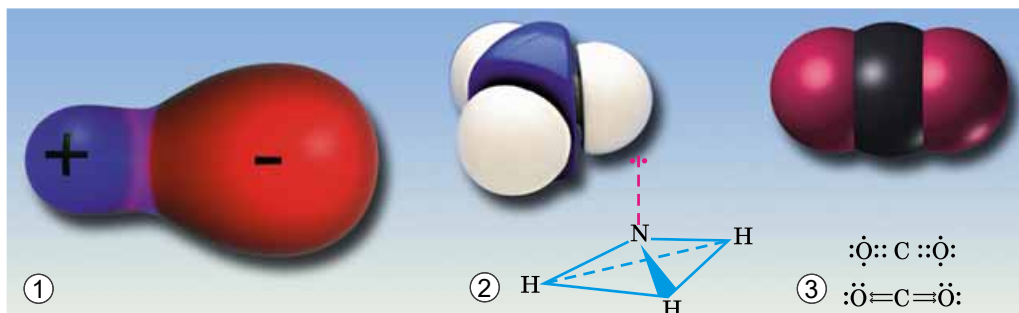


Рис. 6.2. 1. Схематичне зображення диполя. 2. Молекула амоніаку. 3. Молекула карбон(IV) оксиду



Рис. 6.3. Цівка води притягується до наелектризованого предмета. **Завдання.** Перевірте цю інформацію експериментально

За допомогою простого досліду можна пересвідчитись у тому, що молекули води полярні: тонка водяна цівка притягується до пластмасових виробів, наелектризованих тертям (рис. 6.3).

Під впливом диполів води на поверхні речовин, занурених у неї, міжатомні й міжмолекулярні сили слабшають у 80 разів. Така висока діелектрична проникність з усіх відомих речовин властива лише воді. Цим пояснюють її здатність бути універсальним розчинником.

Асиметричність розподілу електричних зарядів у молекулах води є причиною утворення між ними *водневих зв'язків* (рис. 6.4).

Водневий зв'язок – слабкий зв'язок. Він утворюється між атомом Гідрогену, з'єднаним хімічним зв'язком з електронегативним атомом, та іншим електронегативним атомом. Обидва електронегативних атоми здебільшого є атомами хімічних елементів другого та третього періодів періодичної системи, зокрема Нітрогену, Оксигену, Флуору. Переважно водневий зв'язок – це електростатична взаємодія. Її підсилюють малий розмір атомів Гідрогену, що вможливорює зближення диполів, які взаємодіють. Водневі зв'язки є причиною аномально високих (порівняно з леткими сполуками інших елементів VIA підгрупи періодичної системи) температур кипіння та плавлення води.

Завдяки водневим зв'язкам між молекулами вода виявляє унікальні властивості. Ці міжмолекулярні зв'язки стабілізують нещільну кристалічну структуру льоду (рис. 6.5).

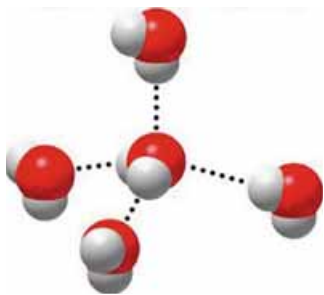


Рис. 6.4. Водневі зв'язки між молекулами води позначені пунктиром

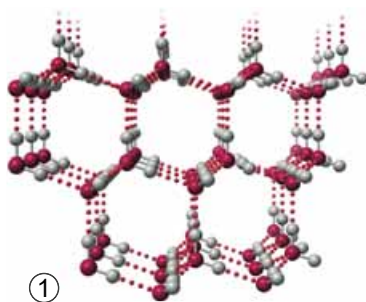


Рис. 6.5. 1. Водневі зв'язки у кристалічній структурі льоду. 2. Сніжинки складаються з кристаликів льоду. **Завдання.** Висловіть припущення щодо причин того, чому в будь-якої сніжинки саме шість променів



Через особливості будови кристалів льоду його густина менша за густину води в рідкому агрегатному стані. Ця властивість запобігає промерзанню водойм.

Цікаво і пізнавально

Поняття й термін «водневий зв'язок» увели В. Латимер і Р. Родебуш у 1920 р. для того, щоб пояснити високі температури кипіння води, спиртів, рідкого гідроген флуориду та деяких інших сполук.

Під час подальшого вивчення хімії та біології ви дізнаєтеся, що утворення водневих зв'язків притаманне й іншим речовинам – як неорганічним, так і органічним. Вони можуть утворюватися між молекулами різних речовин. Перебіг багатьох біологічних процесів та існування живих організмів можливі саме завдяки утворенню й руйнуванню водневих зв'язків.

Водневі зв'язки, так само як і електростатична взаємодія між диполями води та йонами у вузлах кристалічних ґраток, відіграють неабияку роль у процесі розчинення речовин. Докладніше про це ви дізнаєтеся з наступного параграфа.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Диполь – система з двох зарядів, протилежних за знаком і однакових за величиною.
- Асиметричність розподілу електричних зарядів у молекулах води є причиною утворення між ними водневих зв'язків.
- Водневі зв'язки є причиною аномально високих (порівняно з леткими сполуками інших елементів VIA підгрупи періодичної системи) температур кипіння та плавлення води.
- Перебіг багатьох біологічних процесів та існування живих організмів можливі саме завдяки утворенню й руйнуванню водневих зв'язків.

**Перевірте себе**

1. Який склад молекули води? 2. До якого типу належать зв'язки О–Н у молекулі води?
3. Що таке диполь? 4. За яких умов молекула є диполем? 5. Як перевірити експериментально, що молекула води полярна? 6. Чим пояснюють здатність води бути універсальним розчинником? 7. Що є причиною виникнення між молекулами води водневих зв'язків? 8. Що є причиною аномально високих (порівняно з леткими сполуками інших елементів VIA підгрупи періодичної системи) температур кипіння та плавлення води?

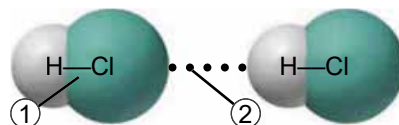


Рис. 6.6

**Застосуйте свої знання й уміння**

9. Визначте, якою цифрою на рисунку 6.6 позначено водневий зв'язок. Чим зумовлена можливість його утворення?
10. Поясніть можливість утворення водневих зв'язків між молекулами води й амоніаку (рис. 6.7).

**Творча майстерня**

11. Підготуйте презентацію «Водневі зв'язки в живих організмах».

**Дізнайтеся більше**

https://www.youtube.com/watch?v=aH2IbYs_XjY
<https://www.youtube.com/watch?v=IkI5cbfqFRM>
<https://www.youtube.com/watch?v=LGWYBeuVjhU>

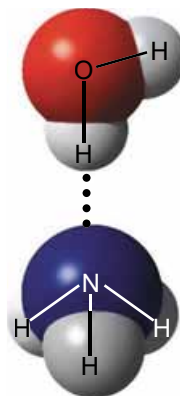


Рис. 6.7

§ 7. Розчинність речовин, її залежність від різних чинників. Насичені та ненасичені, концентровані й розведені розчини

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- пояснювати вплив різних чинників на розчинність речовин;
- розрізняти насичені й ненасичені, концентровані й розведені розчини.

Ви вже знаєте, що є речовини розчинні, малорозчинні й нерозчинні, і вмієте використовувати довідкову таблицю «Розчинність, кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді» для якісного визначення розчинності цих речовин.



Завдання. Скористайтесь таблицею «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді» (див. додаток 9) і наведіть приклади: а) розчинної солі; б) малорозчинної основи; в) нерозчинної кислоти.

Чи можна кількісно схарактеризувати властивість речовини розчинятися?



Розчинність – це максимальна маса (г) речовини, яка може за певних умов (температури, тиску) розчинитися в розчиннику масою 100 г.

Розчинність залежить від природи розчинюваної речовини та розчинника, температури й (для газуватих речовин) тиску. Деякі речовини необмежено розчиняються у воді. Це сульфатна, нітратна, оцтова (етанова) кислоти, гідроген пероксид, винний спирт (етанол) тощо.

Розчинність добре розчинних речовин становить понад 10 г. Пригадайте з курсу хімії 8-го класу: гідроген хлорид добре розчиняється у воді, його розчинність за 20 °С дорівнює 72,47 г. Якщо розчинність речовин від 1 г до 10 г, то речовини називають **розчинними**. Наприклад, розчинність бром у воді становить 3,58 г.

Розчинність малорозчинних речовин – від 0,001 г до 1 г. Кальцій карбонат (крейда) – приклад практично нерозчинної речовини, оскільки її розчинність у воді менша за 0,001 г. Тобто абсолютно нерозчинних речовин не існує. Навіть дуже малоактивні метали здатні незначним чином розчинятися у воді. Щоб мати гладеньку шкіру та ніжний рум'янець, слов'янські красуні здавна вмивались водою зі срібного глечика. Й дотепер люди використовують бактерицидні (протимікробні) властивості срібла. Розчинність золота надзвичайно мала. Тим паче вражає той факт, що маса цього металу, розчиненого у Світовому океані, становить, щонайменше, 27 млн тонн.

Розгляньмо **чинники, які впливають на розчинність речовин**, докладніше. Неабияке значення мають *природа розчинюваної речовини і розчинника*. Як це пояснити? Під час утворення розчину зв'язки між частинками кожного з його компонентів замінюються на зв'язки між частинками різних компонентів. Щоб нові зв'язки могли утворюватися, у компонентів розчину мають бути однотипні зв'язки, тобто – однакова природа (рис. 7.1). Саме тому в неполярних розчинниках добре розчиня-



Рис. 7.1. Щоб речовина могла розчинитися в розчиннику, складники розчину мають бути однієї природи

ється чимало молекулярних речовин із ковалентним неполярним типом зв'язку. Наприклад, кисень, малорозчинна у воді речовина, значно ліпше розчиняється в неполярному розчиннику – бензині (рис. 7.2).

Різну розчинність речовин використовують для розділення сумішей. Наприклад, розділення суміші йоду й спирту ґрунтується на різній розчинності йоду у воді й спирті. У спирті неполярна речовина йод розчиняється значно ліпше. Це пояснюється більшою полярністю молекул води порівняно з молекулами спирту. Натомість спирт і вода мають необмежену взаємну розчинність. Якщо налити в склянку однакові порції спиртової йодної настоянки й холодної води, то незабаром на дно склянки осадять кристалики йоду.

Розчинність твердих речовин з підвищенням температури здебільшого зростає¹. Розчинність газів залежить не лише від температури, а й від

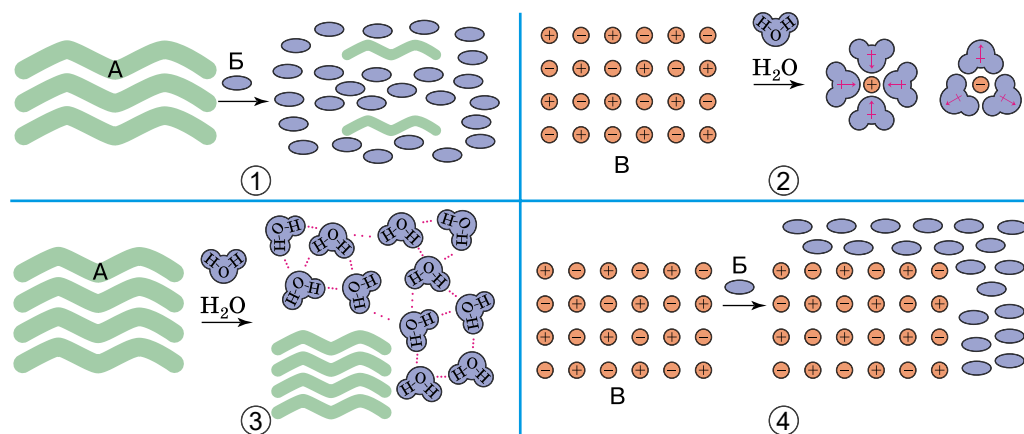


Рис. 7.2. «Подібне розчиняється в подібному»: 1. Тверда неполярна речовина (А) розчиняється в неполярному розчиннику (Б). 2. Тверда йонна речовина (В) розчиняється у воді з утворенням гідратованих йонів. 3. Тверда неполярна речовина (А) не розчиняється у воді – полярному розчиннику. 4. Тверда йонна речовина (В) не розчиняється в неполярному розчиннику (Б)

¹Трапляються тверді речовини, розчинність яких мало залежить від температури (NaCl) або навіть зменшується з її зростанням (Ca(OH)₂).

тиску. Щоб з'ясувати, як впливає зміна тиску на розчинність газів, можна виконати простий дослід: потрібно лише відкоркувати бляшанку з улюбленим газованим напоєм. Тиск у закритій бляшанці з ним підвищений, але після відкорковування знижується до атмосферного, і з розчину починають виділятися бульбашки вуглекислого газу (рис. 7.3). Отже, зі зменшенням тиску розчинність вуглекислого газу зменшується.



Рис. 7.3. 1. Зміни, які відбуваються під час відкорковування бляшанки з газованим напоєм. 2. Залежність розчинності газів від тиску. **Завдання.** Спробуйте пояснити, чому зі зростанням тиску розчинність газів збільшується

Задля з'ясування впливу температури на розчинність вуглекислого газу у воді візьмімо дві однакові пластикові пляшки з газованою водою. Одну з пляшок охолодимо в холодильнику, а другу нагріємо, зануливши в посудину з теплою водою. Одночасно відкоркуємо обидві пляшки й порівняємо інтенсивність виділення бульбашок вуглекислого газу з розчинів. На відміну від більшості твердих речовин, розчинність газів зі зростанням температури зменшується, тому з нагрітого розчину газ виділяється інтенсивніше, ніж з охолодженого.

Насичені й ненасичені розчини. За умови контакту води з достатньо великою кількістю кристалів розчинюваної речовини число структурних частинок, які відокремлюються від кристала й приєднуються до нього, стає однаковим. Тобто хоча на *мікрорівні*¹ взаємообернені процеси *розчинення й кристалізації* тривають, на *макрорівні* спостерігаємо припинення розчинення (рис. 7.4).

Насичений розчин – це розчин, у якому концентрація розчиненої речовини за певних умов досягла максимальної концентрації й розчинювана речовина більше не розчиняється. Осад цієї речовини знаходиться в рівноважному стані з речовиною в розчині.

Додавання до насиченого розчину води порушує рівновагу в ньому – починає переважати процес розчинення, і розчин стає ненасиченим. Надлишок розчинюваної речовини – достатня умова насиченості розчину. Саме з насичених розчинів вирощують чудові кристали (рис. 7.5).

¹Пригадайте, макросвіт є світом матеріальних об'єктів, що за масштабами можуть бути порівняні з людськими параметрами й самою людиною. Мікросвіт – це молекули, атоми, елементарні частинки – світ дуже малих об'єктів, які простим оком побачити неможливо.

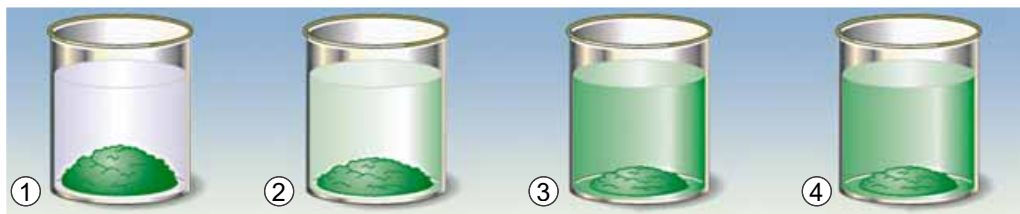


Рис. 7.4. Утворення насиченого розчину солі Нікелю(II). 1–3. Поступово збільшується кількість структурних частинок, які відокремлюються від кристалів солі й переходять у розчин. 3, 4. Хоча на мікрорівні взаємообернені процеси розчинення й кристалізації тривають, на макрорівні спостерігаємо припинення розчинення



Рис. 7.5. 1. Вирощування кристалів з підфарбованих харчовими барвниками розчинів цукру та кухонної солі. 2. Вишукані цукрові смаколики до чаю. 3. Барвисті ялинкові прикраси з кристаликів кухонної солі

У природі трапляються як насичені, так і ненасичені розчини. Наприклад, столові мінеральні води – ненасичені розчини. А ропа лиманів – насичений розчин солей. Як перетворити насичений розчин твердої речовини в рідині на ненасичений і навпаки? Ці способи наведено на рисунку 7.6.

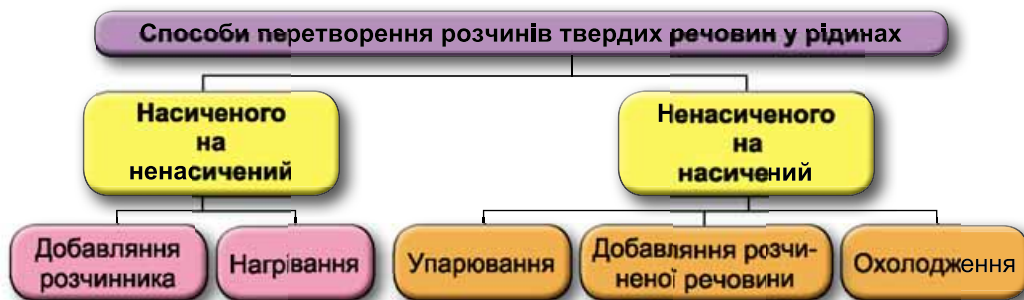


Рис. 7.6. Взаємоперетворення насичених і ненасичених розчинів

Цікаво і пізнавально

Існують і *пересичені* розчини. Їх зазвичай одержують під час повільного охолодження насичених розчинів. Пересичені розчини – нестійкі системи. Найменше струшування порушує рівновагу в них – відбувається миттєва кристалізація. Наприклад, унесення в пересичений розчин натрій ацетату кристалика цієї солі або струшування зумовлює швидку кристалізацію, яка супроводжується виділенням великої кількості теплоти. Цю властивість пересиченого розчину натрій ацетату використовують у сольових грілках.

Розрізняють **концентровані й розбавлені розчини**. Концентрація розчиненої речовини в розбавленому розчині завжди менша, ніж у концентрованому. Води Мертвого моря (Ізраїль) – надзвичайно концентрований розчин солей. Натомість в озері Байкал (Росія) уміст розчинених солей дуже низький (рис. 7.7).



Рис. 7.7. 1. Мертве море – одна з найсолоніших водойм світу (запас солей – близько 43 млрд т), концентрація солей – 26–27 % (в окремі роки – 31 %).
2. Солоність води озера Байкал менше ніж 1 %

Цікаво і пізнавально

Унікальне підземне озеро знайшли дайвери в Соледарі (Донецчина). Вода в ньому солоніша й за властивостями подібна до води Мертвого моря. Ще одна загадка для вчених – що глибше, то гарячішою стає вода в озері. На поверхні температура ледве сягає 18 °С, а на глибині підвищується до 35 °С. На дні водойми підводні дослідники очікують знайти причини унікальності озера. Однак густина води заважає їм зануритися глибше, ніж на шість метрів, бо аквалангістів виштовхує на поверхню сила Архімеда.

Оцтова есенція – концентрований водний розчин етанової кислоти, столовий оцет – її розбавлений розчин¹.

Утім, концентрований розчин може бути ненасиченим. Наприклад, за 20 °С у воді масою 100 г можна розчинити цукор масою 150 г. Утворений розчин дуже концентрований, проте ненасичений, бо за цієї самої температури в ньому ще можна розчинити цукор масою 53 г. Розведений розчин може бути водночас насиченим: насичений розчин практично нерозчинного аргентум(I) хлориду є дуже розведеним. Ця закономірність характерна й для інших практично нерозчинних речовин.

Залежність розчинності речовин від температури виражають за допомогою кривих розчинності (Додаток 12). Їх будують за експериментально здобутими даними. Для побудови кривої розчинності відкладають на горизонтальній осі температуру, а на вертикальній – розчинність речовини за відповідної температури. За цими кривими можна, наприклад, визначити масову частку речовини в її насиченому розчині за певної темпера-

¹Частка етанової кислоти в оцтовій есенції становить близько 70–80 %, а в столовому оцті – 3–7 %.

тури або масу речовини, яка випаде в осад із насиченого розчину внаслідок його охолодження (цей тип задач не є обов'язковим для вивчення).

Визначимо, наприклад, масову частку натрій хлориду в його насиченому водному розчині за температури 100 °С. За графіком з'ясуємо, що за цієї температури у воді масою 100 г розчиняється натрій хлорид масою 40 г. Обчислимо масу розчину. Вона дорівнює сумі мас розчинника (100 г) і розчинюваної речовини (40 г), тобто становить 140 г. Масова частка солі дорівнює частці від ділення маси солі на масу розчину:

$$w(\text{NaCl}) = 40 \text{ г} : 140 \text{ г} \approx 0,3 \text{ (30 \%)}$$

Процес виділення твердої речовини з насиченого розчину внаслідок зниження температури називають **кристалізацією**. Якщо охолодити насичений розчин, частина розчиненої речовини кристалізується й випаде в осад. Розгляньмо приклад. У воді об'ємом 200 мл за температури 70 °С розчинили калій нітрат, утворився насичений розчин. Його охолодили до температури 20 °С. Обчислимо масу калій нітрату, який випаде в осад. Маса води дорівнює добутку її густини (1 г/см³) на об'єм (200 см³) і становить 200 г. За кривою розчинності (див. Додаток 12) визначаємо, що розчинність калій нітрату за 70 °С дорівнює 110 г, а за 20 °С – 30 г. Тож маса солі, яка викристалізується з розчину, для приготування якого взято розчинник масою 100 г, становить 80 г (110 г – 30 г). Із розчину, для приготування якого взято розчинник масою 200 г, випаде в осад удвічі більше калій нітрату – 160 г.

І кристалізація, і розчинення відіграють величезну роль у природі. Унаслідок їх перебігу утворюються й руйнуються деякі мінерали, відбуваються різноманітні фізико-хімічні процеси в гірських породах. Докладніше про розчинення як складний фізико-хімічний процес буде в наступному параграфі.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Розчинність – максимальна маса речовини, яка може за певних умов (температури, тиску) розчинитися в розчиннику масою 100 г.
- Розчинність залежить від природи розчинюваної речовини та розчинника, температури й (для газуватих речовин) тиску.
- Розчин насичений, якщо в ньому за певної температури й тиску розчинювана речовина більше не розчиняється.
- Пересичені розчини зазвичай одержують під час повільного охолодження насичених розчинів.
- Концентровані розчини містять набагато більше розчинюваної речовини, ніж розчинника, а розбавлені – навпаки.



Перевірте себе

1. Що таке розчинність? 2. Від чого залежить розчинність речовини? 3. Який розчин називають насиченим? Ненасиченим? Пересиченим? 4. Які є способи перетворення насиченого розчину на ненасичений і навпаки? 5. Чи є пересичений розчин стійкою системою? 6. Чим відрізняються розведений і концентрований розчини? 7. Чи завжди розведений розчин є ненасиченим, а концентрований – насиченим? 8. Наведіть приклади насичених розведених розчинів.



Застосуйте свої знання й уміння

9. Поясніть, чому: а) у спекотну погоду риби потерпають від нестачі кисню у водах; б) мінеральну воду газують карбон(IV) оксидом або киснем під тиском.

10. Поясніть, у якому розчині – насиченому чи ненасиченому – переважає процес розчинення, у якому – процес кристалізації.

*11. Аптечні концентрати – заздалегідь виготовлені розчини лікарських речовин більш високої концентрації, ніж концентрація, у якій ці речовини виписують у рецептах. Вони призначені для швидкого та якісного виготовлення рідких лікарських форм розбавленням до потрібної концентрації. Пригадайте, від яких чинників залежить розчинність речовин, поміркуйте й завершіть речення: «Під час виготовлення концентрованих аптечних розчинів потрібно уникати концентрацій, близьких до насичених, тому що...». Обґрунтуйте свою думку.

*12. Проаналізуйте криву розчинності натрій нітрату (див. Додаток 12). Усно обчисліть масову частку натрій нітрату в його насиченому розчині за 35 °С.

*13. У воді об'ємом 500 мл за температури 100 °С розчинили калій дихромат $K_2Cr_2O_7$, утворився насичений розчин. Його охолодили до температури 40 °С. Обчисліть масу калій дихромату, який випаде в осад. Уважайте, що густина води становить 1 г/см³.



Творча майстерня

14. Явище кристалізації в різних солей відбувається по-різному. Один зі способів кристалізації – охолодження насиченого гарячого розчину. Налийте в склянку теплої води об'ємом не більше ніж столова ложка. Невеликими порціями, за постійного ретельного перемішування, насипайте у воду мінеральне добриво амоній хлорид NH_4Cl . Після одержання насиченого розчину пензликом нанесіть його на пластину скла або на люстерко¹ (обережно, не поріжтеся!). Почекайте, поки вся вода не випарується. Зафіксуйте послідовність ваших дій та одержаний результат за допомогою фото- чи відеотехніки. На що стала схожою скляна поверхня? За якою ознакою ви визначили, що утворився насичений розчин солі? За результатами дослідження підготуйте презентацію.



Дізнайтеся більше

<http://create-play.blogspot.com/2014/02/Ice-watercolor.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=5d8JgnT1Wk4>

<https://www.youtube.com/watch?v=ly-bJZk6me8>

§ 8. Розчинення як фізико-хімічний процес.

Теплові явища, що супроводжують розчинення речовин

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- описати розчинення речовин у воді як фізико-хімічне явище;
- пояснити теплові явища, які супроводжують розчинення речовин.

У чому полягає **фізико-хімічна суть процесу розчинення**? Щоб відповісти на це запитання, виконаємо прості досліди з розчинення речовин, які добре відомі вам із повсякденного життя. До склянки з водою помістимо грудочку

¹Поверхню попередньо знежирте рідиною для видалення лаку з нігтів або борним спиртом.

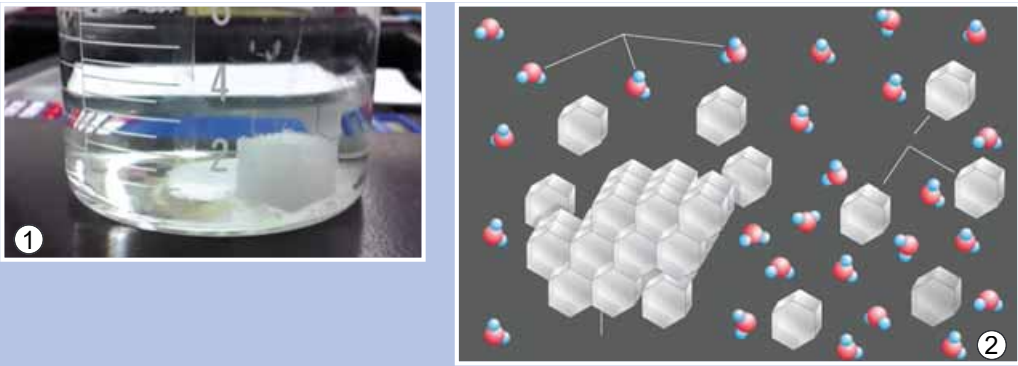


Рис. 8.1. Дослідження розчинення цукру у воді на різних рівнях фізичного світу: макрорівні (1) та мікрорівні (2). **Завдання.** Спираючися на свій досвід приготування чаю, назвіть дві умови, за яких розчинення цукру пришвидшується

цукру (рис. 8.1.1). Поступово вона зменшуватиметься аж до повного «зникнення». Такі зміни ми спостерігатимемо на *макрорівні* фізичного світу.

Спостережувані явища зумовлені складними процесами, які відбуваються між молекулами цукру й води на *мікрорівні*. Молекули цукру містять полярні гідроксильні групи OH^- . Саме тому на поверхні кристала цукру між молекулами сахарози й води утворюються *водневі зв'язки*: з однією молекулою цукру зв'язуються кілька молекул води. Такі молекули називають *гідратованими*. Тепловий рух молекул води змушує зв'язані з ними молекули цукру відокремлюватися від кристала й переходити в середовище розчинника.

Молекули цукру, які перейшли з кристала в розчин, хаотично (безладно) пересуваються в ньому разом з молекулами води завдяки тепловому руху. Це явище, добре відоме вам з курсу природознавства, називають *дифузією*.

Процес дифузії відбувається досить повільно, тому поблизу поверхні кристалів накопичується надлишок молекул цукру. Вони вже відокремлені від кристала, але ще не дифундували в розчин. Це перешкоджає новим молекулам води наблизитися до поверхні кристала та утворити водневі зв'язки з його молекулами. Під час перемішування розчину дифузія відбувається інтенсивніше, тож розчинення цукру пришвидшується. Згодом гідратовані молекули цукру рівномірно розподіляються між молекулами води. Молекули цукру не лише відокремлюються від кристала, а й знову приєднуються до нього з розчину.

Якщо цукру взято порівняно небагато, у розчин переходить більше його молекул, ніж приєднується до кристала, – відбувається розчинення.

Якщо вода контактує з більшою кількістю кристалів, то кількість молекул, які відокремлюються від кристала й приєднуються до нього, стає однаковою, розчин *насичується*. Тому на *макрорівні* спостерігаємо припинення розчинення, хоча на *мікрорівні* взаємообернені процеси *розчинення* й *кристалізації* тривають.

Під час розчинення йонних кристалів диполі води взаємодіють з йонами кристалічних ґраток завдяки електростатичним силам (особливості цієї взаємодії ви щойно вивчали на уроках фізики). Унаслідок цього



За рисунком 8.2 опишіть явища, які відбуваються під час розчинення натрій хлориду (головного складника кухонної солі) у воді.

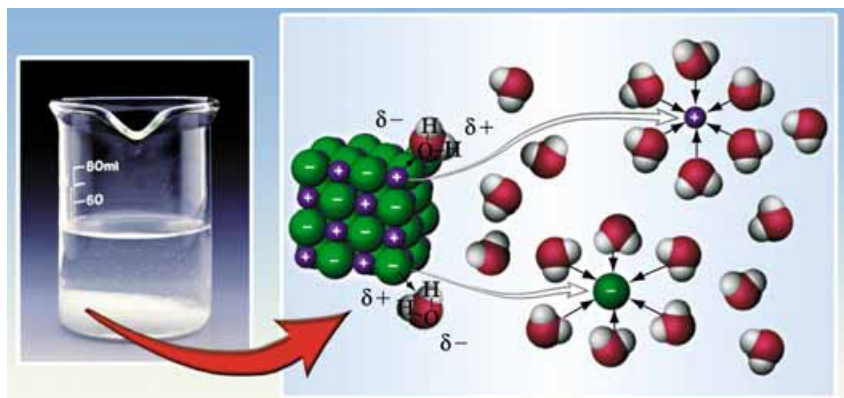


Рис. 8.2. Розчинення натрій хлориду у воді супроводжується утворенням гідратованих катіонів Натрію та аніонів Хлору

процесу утворюються гідратовані (сполучені з молекулами води) йони. Які спостережувані на макрорівні зміни свідчать про це? Наприклад, у прожареному (безводному) купрум(II) сульфаті (рис. 8.3.1) катіон Купруму(II) безбарвний, а у водному розчині купрум(II) сульфату (рис. 8.3.2) й мідному купоросі катіон Купруму(II) гідратований. Саме він надає їм блакитного забарвлення (рис. 8.3.3). Це свідчить про те, що розчинення речовин супроводжується взаємодією розчинника й розчинюваної речовини. Якщо розчинник – вода, процес називають *гідратацією*, а його продукти – *гідратами*. Тобто складниками розчину є розчинник, розчинена речовина й продукти їхньої взаємодії.

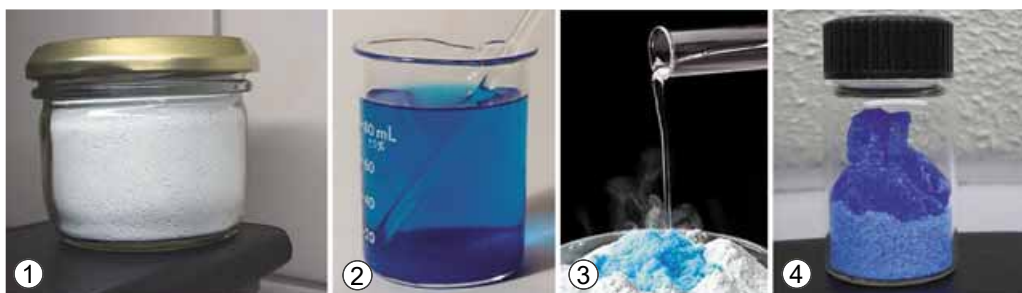


Рис. 8.3. 1. Кристалічний безводний купрум(II) сульфат. 2. Розчин купрум(II) сульфату містить гідратовані йони Купруму(II) Cu^{2+} . 3. Гідратація безводного купрум(II) сульфату. 4. У мідному купоросі катіони Купруму(II) гідратовані – про це свідчить блакитне забарвлення цієї речовини

Теплові явища, що супроводжують розчинення речовин, також є наслідком взаємодії компонентів розчину. Молекули води руйнують зв'язки між частинками розчинюваної речовини – молекулами або йонами. Під час цього процесу утворюються продукти приєднання молекул води до частинок розчинюваної речовини – гідрати. На руйнування зв'язків між

частинками розчинюваної речовини енергія (E_1) витрачається. Утворення зв'язків між частинками розчинюваної речовини та молекулами розчинника супроводжується виділенням енергії (E_2). Якщо $E_1 > E_2$, розчин охолоджується, якщо $E_1 < E_2$, розчин нагрівається. Наприклад, якщо до шматочків льоду обережно додати концентровану сульфатну кислоту, лід розплавиться. Адже розчинення у воді концентрованої сульфатної кислоти супроводжується виділенням певної кількості теплоти.



Пригадайте приклад теплового явища під час миттєвої кристалізації натрій ацетату з його пересиченого водного розчину, описаний у попередньому параграфі. Яка енергія, на вашу думку, більша: енергія, що витрачається на руйнування кристалічних ґраток цієї солі під час розчинення чи енергія її кристалізації? На підставі чого ви дійшли такого висновку?

Цікаво і пізнавально

Процеси розчинення можуть супроводжуватися зміною не лише температури, а й об'єму. Наприклад, унаслідок змішування однакових за об'ємом порцій етанолу (спирту) й води утворюється розчин, об'єм якого менший за суму об'ємів його складників. Чому? Між молекулами спирту й води утворюються водневі зв'язки. Молекули спирту в кілька разів більші за молекули води, тому міжмолекулярні проміжки в спирті більші, ніж у воді. Унаслідок змішування цих речовин молекули води утворюють водневі зв'язки з молекулами спирту й розміщуються в проміжках між молекулами спирту. Це зумовлює зменшення об'єму одержаного розчину, хоча його маса дорівнює сумі мас спирту й води.

Закріпимо щойно набуті знання, виконавши досліди.

Дослід 1. Доведемо, що розчинення амоній нітрату супроводжується поглинанням певної кількості теплоти. Додаємо холодну дистильовану воду об'ємом 200 мл у тонкостінну скляну колбу з амоній нітратом, маса якого 120 г, і ретельно перемішаємо вміст посудини. На попередньо рясно змочену холодною водою фанерну дощечку поставимо колбу з розчином, що утворився. Розчин охолоджується так, що посудина примерзає до дощечки (рис. 8.4.1).

Рис. 8.4. 1. Розчинення амоній нітрату у воді супроводжується поглинанням певної кількості теплоти. 2. Охолоджувальний водно-сольовий пакет використовують як холодний компрес. Для активування потрібно покласти контейнер на тверду поверхню й розчавити внутрішній пакетик з рідиною. Кілька разів енергійно струснути й використати для охолодження враженої ділянки



На демонстраційному столі є щільно закрита банка з кальцій хлоридом CaCl_2 , колба з водою, хімічний стакан, пластмасова паличка, електронний термометр з виносним датчиком. Датчик захищено поліетиленовою плівкою. Опишіть словесно або зобразіть схематично хід досліду, який доводить, що розчинення кальцій хлориду супроводжується виділенням певної кількості теплоти.

Цікаво і пізнавально

Розігріти до потрібної температури молоко або рідку харчову суміш для немовляти можна за допомогою спеціальної пляшечки з відсіком для одноразового нагрівального елемента. У середині кожного з нагрівників ізольовані одна від одної речовини – кальцій хлорид і вода. Молоко або молочну суміш наливають до позначки 170 мл. Потім вставляють у дно пляшечки нагрівальний елемент і активують його, повернувши кришечку в нижній частині. Сіль і вода змішаються. За чотири хвилини їжа нагріється до 37 °С.

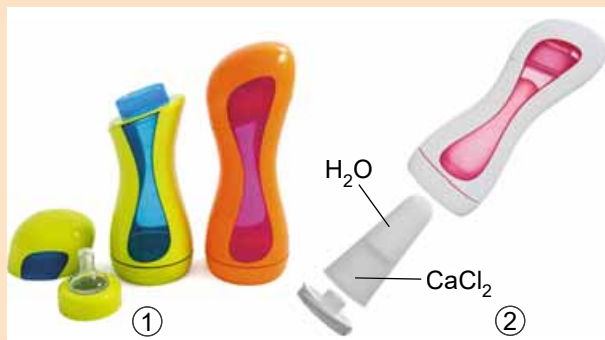


Рис. 8.5. 1. «Розумна» пляшечка для дитячого харчування. 2. Так уставляють нагрівник до резервуара пляшечки

Отже, ви пересвідчилися, що процеси розчинення й кристалізації супроводжуються тепловими явищами, багато з яких людина використовує в повсякденному житті, з'ясували причину цих явищ. З наступного параграфа ви дізнаєтеся більше про хімічний склад і властивості мідного купоросу та інших подібних до нього речовин.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Розчинення – складний фізико-хімічний процес.
- Під час розчинення відбуваються різноманітні явища: руйнування й утворення зв'язків, дифузія, поглинання й виділення певної кількості теплоти, зміна кольору, об'єму тощо.
- Розчинення речовин супроводжується взаємодією розчинника й розчинюваної речовини. Якщо розчинник – вода, процес називають гідратацією, а його продукти – гідратами.
- Складниками розчину є розчинник, розчинена речовина й продукти їхньої взаємодії.
- Теплові явища, що супроводжують розчинення речовин, є наслідком взаємодії компонентів розчину.
- Гідрати – продукти приєднання молекул води до частинок розчинюваної речовини.



Перевірте себе

1. Опишіть фізико-хімічну суть процесу розчинення. 2. Назвіть основні складники розчину. 3. Які зв'язки утворюються між молекулами сахарози й води під час розчинення цукру? 4. Які молекули та йони називають гідратованими? 5. Опишіть: а) явище дифузії на прикладі розчинення цукру у воді; б) процес розчинення натрій хлориду на макро- і мікрорівні; в) процес насичення розчину на макро- і мікрорівні. 6. Що таке

гідрати? 7. Наведіть приклади теплових явищ, якими супроводжується процес розчинення. Поясніть, чим вони зумовлені. 8. Наведіть приклади використання теплових явищ, що відбуваються під час розчинення й кристалізації, у повсякденному житті.



Застосуйте свої знання й уміння

9. Поясніть, чому:

а) розчин купрум(II) сульфату й кристали мідного купоросу блакитного кольору, а кристали безводного купрум(II) сульфату, одержані внаслідок прожарювання мідного купоросу, – безбарвні;

б) унаслідок змішування з водою засобу для очищення каналізаційних труб, складником якого є натрій гідроксид, суміш сильно нагрівається.

10. Вільям Сібрук у книжці «Роберт Вуд: Сучасний чарівник фізичної лабораторії: Історія американського хлопчика, який став найзухвалішим і оригінальним експериментатором наших днів, але так і не вивір» описав такий випадок із життя науковця:

«У неї замерзли руки (під час поїздки на санях) і я сказав: “Добре було б дістати пляшку з гарячою водою!” – “Чудово! Та де ж ми її візьмемо?” – “Я зараз зроблю її”, – відповів я й вийняв з-під сидіння пляшку, на три чверті повну холодної води. Потім дістав звідти ж флакон із сірчаною кислотою й налив трохи сиропоподібної рідини у воду. Через десять секунд пляшка так нагрілася, що її не можна було тримати в руках.

Коли вона починала остигати, я доливав ще кислоти...».

Проаналізуйте цей уривок і оцініть його правдоподібність. Обґрунтуйте свою думку.

11. Ви вже знаєте, що таке кристали і щойно дізналися про існування гідратів. Висловіть припущення щодо того, які речовини називають кристалогідратами, обґрунтуйте свою думку.



Творча майстерня

12. Дослідіть теплові явища, якими супроводжується розчинення добрив – сечовини (карбаміду) і натрієвої селітри (натрій нітрату); кухонної солі (натрій хлориду) та кальцінованої соди (натрій карбонату). За результатами дослідження підготуйте презентацію або фото- чи відеозвіт.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=oxz-ZG5qVQs>

<https://www.youtube.com/watch?v=lkEW2lCO1yw>

<https://www.youtube.com/watch?v=Eem4ZwDX9v0>

<https://www.youtube.com/watch?v=6ybZ-2eZwsk>

<https://www.youtube.com/watch?v=URaaBBgRjPc>

§ 9. Кристалогідрати

Після опрацювання параграфа ви зможете навести приклади кристалогідратів та їх застосування.

Кристалогідрати – кристали, що містять молекули води. Вони утворюються за умови, коли в кристалічних ґратках між катіонами й молекулами води виникає міцніший зв’язок, ніж зв’язок між катіонами й аніонами в кристалі безводної солі. За низьких температур молекули води в кристалогідратах можуть бути сполучені як із катіонами, так і з аніонами. Багато які солі, кислоти й основи кристалізуються з водних розчинів у

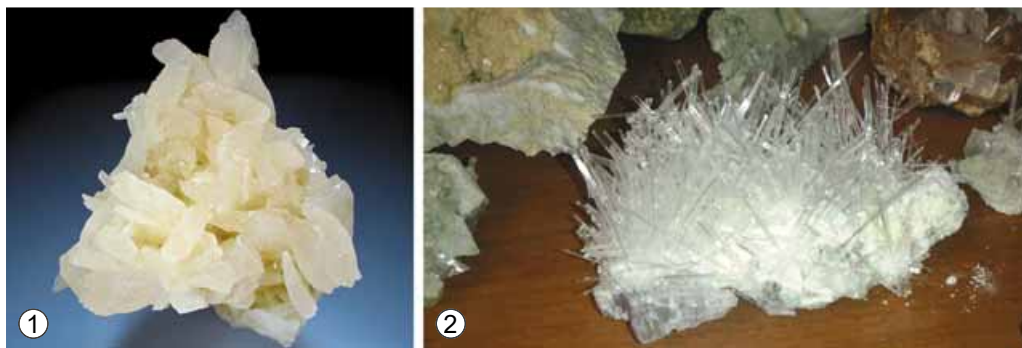


Рис. 9.1. Формула $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ відображає хімічний склад мінералу трони (1), а формула $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – гіпсу (2)

формі кристалогідратів. Чимало мінералів є кристалогідратами, наприклад трона та гіпс (рис. 9.1).

Кристалогідрати порівняно нестійкі й згодом розкладаються, втрачаючи *кристалізаційну* воду. Цьому процесу вивітрювання сприяють підвищення температури та низька вологість повітря.

Безводні кристали деяких речовин гігроскопічні й інтенсивно поглинають воду з навколишнього середовища, унаслідок чого утворюються кристалогідрати. Наприклад, безводний купрум(II) хлорид потрібно зберігати в щільно закоркованій посудині, щоб запобігти доступу повітря. Якщо посудина відкрита, безводна сіль убирає з повітря вологу й поступово перетворюється на кристалогідрат. Про взаємоперетворення кристалогідрату й безводної солі ви дізналися з попереднього параграфа.

Деякі речовини (поміж них є й органічні) у чистому вигляді можна добути лише у формі кристалогідратів. Кристали добре відомої вам харчової лимонної кислоти є моногідратом цієї речовини. Однак у складі шипучих лікарських форм і сухих концентратів солодких напоїв використовують не кристалогідрат, а безводну лимонну кислоту.



Поміркуйте й висловіть припущення, чому до складу шипучих лікарських форм, сухих концентратів солодких напоїв і начинки льодяників «Шипучка» разом із питною содою NaHCO_3 входить безводна лимонна кислота $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, а не її моногідрат $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Цікаво і пізнавально

Кристалогідрати солей Купруму(II) зазвичай мають блакитний або зелений колір, безводні солі – білий. Більшість сполук Хрому(III) утворюють кристалогідрати зеленого кольору. Однак трапляються винятки. Кристалогідрати хром(III) хлориду, загальна формула яких $\text{CrCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, мають різне забарвлення. Хромово-калієвий галун $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ фіолетовий. Жовта кров'яна сіль $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ забарвлена в жовтий колір. Безводні солі Кобальту(II) – речовини синього кольору, їхні кристалогідрати – рожевого або червоного. Сульфат Нікелю(II) кристалізується з водного розчину із сімома молекулами води, кристалогідрат $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – смарагдово-зелені кристали, добре розчинні у воді, безводний нікель(II) сульфат має значно світліше забарвлення (рис. 9.2).

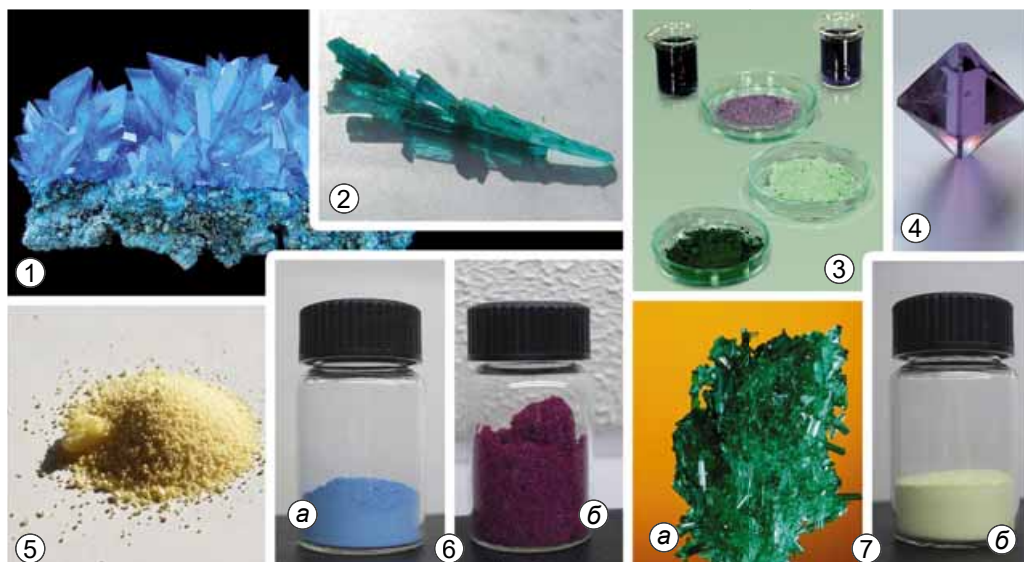


Рис. 9.2. Веселковий розмаї кристалогідратів. 1. Мідний купорос – купрум(II) сульфат пентагідрат. 2. Купрум(II) хлорид дигідрат. 3. Кристалогідрати хром(III) хлориду. Склад і будова мають значення! 4. Хромово-калієвий галун. 5. Жовта кров'яна сіль. 6. Безводний кобальт(II) хлорид (а) і кобальт(II) хлорид гексагідрат (б). 7. Нікель(II) сульфат гептагідрат (а) і безводний нікель(II) сульфат (б)

Розгляньмо найважливіші кристалогідрати, які широко використовують у повсякденному житті. Мідний купорос¹ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ запобігає розвитку пліснявих грибів, тому входить до складу численних сумішей, які використовують у будівництві та ремонті квартир. Також він ефективний у боротьбі зі шкідниками рослин і як мікродобриво. Із цією самою метою застосовують інший кристалогідрат – ферум(II) сульфат гептагідрат – залізний купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Натрій сульфат декагідрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – глауберова сіль – перевірений часом послаблювальний засіб у медицині й ветеринарії. Натрій карбонат декагідрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – пральна сода. Цю сполуку застосовують, зокрема, у виробництві засобів для миття та чищення. Уже згадуваний мінерал трона (рис. 9.3) – складник пральних порошків нового покоління, що не містять фосфатів.

¹Мідний купорос – тривіальна назва сполуки складу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою її називають так: купрум(II) сульфат пентагідрат. Префікс пента- означає «п'ять». Для позначення кількості молекул кристалізаційної води у структурній одиниці кристалогідрату використовують й інші префікси: моно- – «один», ди- – «два», гепта- – «сім», дека- – «десять» тощо.

Знак « $\cdot$ » у формулах кристалогідратів не є знаком множення. Тому під час обчислення молярної маси кристалогідрату, склад якого описує формула $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, потрібно до молярної маси безводної солі додати молярну масу певного числа молекул води:

$$\begin{aligned} M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= M(\text{CuSO}_4) + 5M(\text{H}_2\text{O}) = \\ &= (64 + 32 + 4 \cdot 16 + 5(2 \cdot 1 + 16)) \text{ г/моль} = 250 \text{ г/моль} \end{aligned}$$



Рис. 9.3. 1. Київське море зацвіло й позеленіло унаслідок забруднення фосфатами та органічними речовинами. 2. Безфосфатний (на основі трони) засіб побутової хімії безпечний для людини та довкілля

***Чи можна експериментально визначити хімічну формулу кристалогідрату?** За словами видатного французького хіміка Шарля Адольфа Вюрца, «у хімії все можливо». Щоб пересвідчитись у цьому, розв'яжемо задачу: унаслідок повного зневоднення кристалогідрату масою 96,6 г хімік одержав натрій сульфат масою 42,6 г. За цими даними він визначив формулу кристалогідрату. Зробімо це й ми за таким алгоритмом:

Послідовність дій	Виконання дій
1. Записуємо хімічну формулу невідомого кристалогідрату	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
2. Обчислюємо молярні маси натрій сульфату і води	$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 = 142 \text{ г/моль}$ $M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ г/моль}$
3. Обчислюємо масу води в кристалогідраті	$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) - m(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 96,6 \text{ г} - 42,6 \text{ г} = 54 \text{ г}$
4. Обчислюємо кількість речовини натрій сульфату та води в кристалогідраті масою 96,6 г	$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}$ $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{42,6 \text{ г}}{142 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{54 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 3 \text{ моль}$
5. Обчислюємо кількість речовини води в кристалогідраті кількістю речовини 1 моль	$1 \text{ моль } \text{Na}_2\text{SO}_4 - x \text{ моль } \text{H}_2\text{O}$ $0,3 \text{ моль } \text{Na}_2\text{SO}_4 - 3 \text{ моль } \text{H}_2\text{O}$ $x = \frac{1 \text{ моль} \cdot 3 \text{ моль}}{0,3 \text{ моль}} = 10 \text{ моль}$
6. Записуємо формулу кристалогідрату	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Цю задачу можна розв'язати в інший спосіб:

Послідовність дій	Виконання дій
1. Записуємо хімічну формулу невідомого кристалогідрату	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
2. Обчислюємо молярні маси натрій сульфату і води	$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 = 142 \text{ г/моль}$ $M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ г/моль}$
3. Обчислюємо масу води в кристалогідраті масою 96,6 г	$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) - m(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 96,6 \text{ г} - 42,6 \text{ г} = 54 \text{ г}$
4. Обчислюємо масу води в кристалогідраті кількістю речовини 1 моль, кількість речовини води в ньому та число її молекул у формулі	$142 \text{ г Na}_2\text{SO}_4 - y \text{ г H}_2\text{O}$ $42,6 \text{ г Na}_2\text{SO}_4 - 54 \text{ г H}_2\text{O}$ $y = \frac{142 \text{ г} \cdot 54 \text{ г}}{42,6 \text{ г}} = 180 \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O})$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 180 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 10 \text{ моль}$
5. Записуємо формулу кристалогідрату	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

ПРО ГОЛОВНЕ

- Кристалогідрати – кристали, що містять молекули води. Вони порівняно нестійкі.
- Чимало мінералів є кристалогідратами. Деякі речовини (поміж них є й органічні) у чистому вигляді можна добути лише у формі кристалогідратів.
- Кристалогідрати мають різне забарвлення, відрізняються за кольором від безводних кристалів. Їх широко використовують у повсякденному житті.



Перевірте себе

1. Які речовини називають кристалогідратами?
2. Як і чому утворюються кристалогідрати?
3. Чи стійкими речовинами є кристалогідрати?
4. Чи трапляються кристалогідрати в природі?
5. Які найважливіші кристалогідрати ви знаєте? Де їх застосовують?
6. Чи однакового кольору кристалогідрати й відповідні безводні кристали?
7. Як обчислити відносну масу кристалогідрату за його хімічною формулою?



Застосуйте свої знання й уміння

8. Поясніть, чому кристалогідрати зберігають у закритих банках з притертими пробками.
9. Обчисліть молярні маси кристалогідратів, формули яких наведено в тексті параграфа.
10. Обчисліть масові частки води в кристалогідратах, формули яких наведено в тексті параграфа.
11. Прочитайте уривок із твору Михайла Булгакова «Собаче серце»: «У приймальні, – покійно відповів Шариков, – *зелена, як купорос*. Зелена книжка...». Висловіть при-

пущення, про яку речовину йдеться. Чи можна однозначно відповісти на це запитання? Обґрунтуйте свою думку.

*12. Унаслідок повного зневоднення кристалогідрату цинк сульфату масою 2,87 г його маса зменшилася на 1,26 г. Визначте формулу кристалогідрату.

*13. Унаслідок повного зневоднення кристалогідрату кобальту(II) хлориду масою 40,4 г його маса зменшилася на 14,4 г. Визначте формулу кристалогідрату.

*14. Унаслідок повного зневоднення кристалогідрату кальцій хлориду масою 22,2 г виділилася й сконденсувалася вода масою 7,2 г. Визначте формулу кристалогідрату.

*15. Унаслідок повного зневоднення кристалогідрату натрій карбонату масою 14,3 г утворився безводний натрій карбонат масою 5,3 г. Визначте формулу кристалогідрату.



Творча майстерня

16. Роздивіться рисунок 9.4, опишіть його й поясніть зміни, зображені на фрагменті (1). Спрогнозуйте зміни, які відбудуться із «чарівною» статуеткою, якщо її: а) зволожити (2); б) висушити гарячим повітрям (3). Дізнайтеся, використовуючи різноманітні джерела інформації, шаром якої речовини вкрито статуетку. Запропонуйте практичне застосування цієї властивості речовини. Під керівництвом учителя або вчительки хімії реалізуйте свій проект. За результатами дослідження підготуйте презентацію.

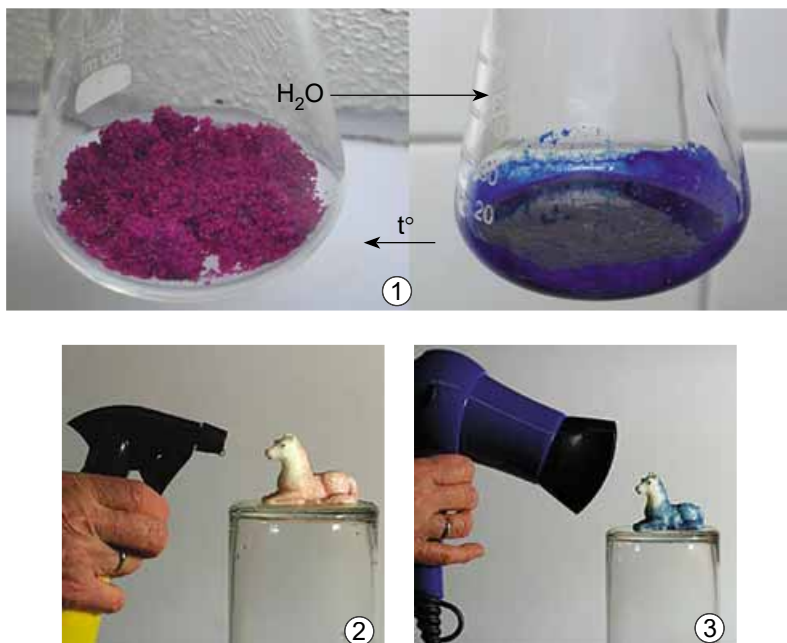


Рис. 9.4. «Чарівні» перетворення



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=G88QLYw8xhY>

<https://www.youtube.com/watch?v=eyNEqxx67Gc>

<https://www.youtube.com/watch?v=6STV9hXH4cs>

<https://www.youtube.com/watch?v=60GJKKeuhOI>

http://experiment.edu.ru/catalog.asp?ob_no=13066

http://chemscience.pu.if.ua/documents/Predmetu/XA_B/Lab_Anal_B_5.pdf

§ 10. Розв'язування задач за рівняннями реакцій з використанням розчинів із певною масовою часткою розчиненої речовини

Після опрацювання параграфу ви зможете розв'язувати задачі за рівняннями реакцій з використанням розчинів із певною масовою часткою розчиненої речовини.

Знання про масову частку розчиненої речовини в розчині ви зможете застосувати для розв'язування задач за хімічними рівняннями. Тобто йдеться не про новий тип задач, а про комбіновані задачі як логічне поєднання задач різних, але вже відомих вам типів. У задачах, розв'язувати які ви навчитеся, опрацювавши цей параграф, один або кілька реагентів можуть бути у формі розчинів з відомою масовою часткою розчиненої речовини. Або ж вам потрібно буде обчислити масову частку продукту реакції в розчині, що утворився внаслідок неї.

Пам'ятайте, під час розв'язування хімічних розрахункових задач (і не лише їх) важливо розмірковувати, а не механічно виконувати дії за шаблоном!

Поміркуймо й ми, на яких знаннях і вміннях ґрунтуються підходи до розв'язування таких задач. Наприклад, якщо в умові задачі зазначено об'єм і густину розчину, то їхній добуток дорівнює масі розчину. Помноживши масу розчину на масову частку розчиненої речовини, дістанемо масу розчиненої речовини. За обчисленою масою розчиненої речовини зможемо визначити її кількість, що дорівнює частці від ділення маси розчиненої речовини на її молярну масу. Після складання хімічного рівняння, з огляду на коефіцієнти перед формулами речовин, маємо змогу визначити кількість речовини, масу або об'єм якої потрібно обчислити. І не лише – у цьому зможете пересвідчитися під час опрацювання наступного пункту параграфа.



Пригадайте закон, відображений на схемі (рис. 10.1). Запишіть формули для обчислень, про які йшлося вище, використавши загальноприйняті позначення основних фізичних величин (об'єму V , маси m , густини ρ , масової частки w , кількості речовини n (або ν), молярної маси M тощо).

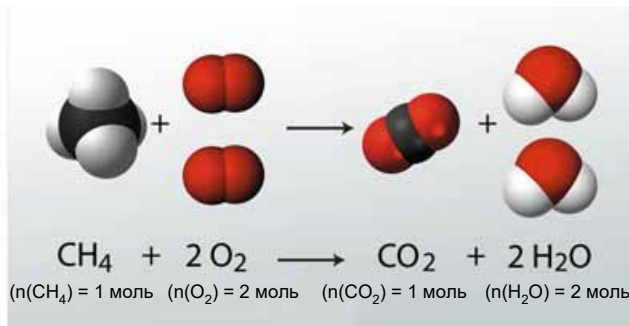
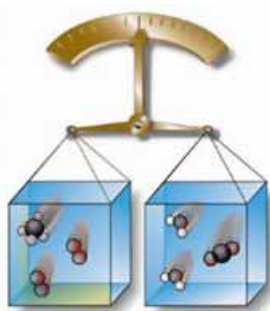


Рис. 10.1. Розрахунки за хімічними рівняннями ґрунтуються на одному з фундаментальних законів природи. Якому? Наведіть його формулювання

Розгляньмо приклади розв'язання задач за рівняннями реакцій з використанням розчинів із певною масовою часткою розчиненої речовини.

Задача 1. Один з найпростіших способів первинного знешкодження ртуті, що розлилася, ґрунтується на її реакції з йодом з утворенням сполуки, формула якої Hg_2I_2 . Обчисліть масову частку (%) йоду в спиртовому розчині масою 508 г, за допомогою якого знешкодили ртуть масою 80,4 г.

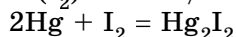
$$m(\text{спирт}) + m(\text{I}_2) = 508 \text{ г}$$

$$m(\text{Hg}) = 80,4 \text{ г}$$

$$w(\text{I}_2) - ?$$

$$M(\text{Hg}) = 201 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{I}_2) = 254 \text{ г/моль}$$



$$n(\text{Hg}) = m(\text{Hg}) : M(\text{Hg})$$

$$n(\text{Hg}) = 80,4 \text{ г} : 201 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{I}_2) = 0,5n(\text{Hg})$$

$$n(\text{I}_2) = 0,5 \cdot 0,4 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{I}_2) = n(\text{I}_2) \cdot M(\text{I}_2)$$

$$m(\text{I}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 254 \text{ г/моль} = 50,8 \text{ г}$$

$$w(\text{I}_2) = m(\text{I}_2) : (m(\text{I}_2) + m(\text{спирт}))$$

$$w(\text{I}_2) = 50,8 \text{ г} : 508 \text{ г} = 0,1, \text{ або } 10 \%$$

Відповідь: масова частка йоду в спиртовому розчині, за допомогою якого знешкодили ртуть, становить 0,1, або 10 %.

Поняття «масова частка» застосоване не лише для розчинів – однорідних сумішей, – а й для неоднорідних сумішей, наприклад суспензій (зависей). Щоб пересвідчитися в цьому, розв'яжемо ще одну задачу.

Задача 2. Яка маса (т) вапняного молока – водної суспензії, масова частка кальцій гідроксиду в якій становить 10 %, необхідна для нейтралізації стічних вод масою 1 т, масова частка гідроген хлориду в яких дорівнює 7,3 %?

$$m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HCl}) = 1 \text{ т}$$

$$w(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,1$$

$$w(\text{HCl}) = 0,073$$

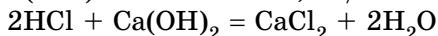
$$m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Ca}(\text{OH})_2) - ?$$

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

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

$$m(\text{HCl}) = 1 \text{ т} \cdot 0,073 = 0,073 \text{ т} = 73 \text{ кг} = 73000 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 73000 \text{ г} : 36,5 \text{ г/моль} = 2000 \text{ моль}$$



За рівнянням реакції $n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,5n(\text{HCl})$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,5 \cdot 2000 \text{ моль} = 1000 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot M(\text{Ca}(\text{OH})_2)$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1000 \text{ моль} \cdot 74 \text{ г/моль} =$$

$$= 74\,000 \text{ г} = 74 \text{ кг}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = m(\text{Ca}(\text{OH})_2) : w(\text{Ca}(\text{OH})_2)$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ кг} : 0,073 \approx$$

$$\approx 1014 \text{ кг} = 1,014 \text{ т}$$

Відповідь: маса вапняного молока, потрібного для нейтралізації стічних вод, становить 1,014 т.

Зверніть увагу! Газові суміші є істинними розчинами, про це йшлося в § 5. Тож трохи згодом (після опрацювання § 26) ви зможете застосувати набуті вміння розв'язувати задачі щойно вивченого типу під час обчислення відношень у хімічних реакціях об'ємів газів, які містять домішки.

Про інші різновиди комбінованих задач та способи розв'язування їх ви дізнаєтеся в старшій школі.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Комбіновані задачі є поєднанням задач різних, але вже відомих вам типів.
- Під час розв'язування хімічних розрахункових задач важливо розмірковувати, а не виконувати дії за шаблоном.



Перевірте себе

1. Які формули для проведення хімічних розрахунків використано в прикладах розв'язування задач, наведених у параграфі? Які формули є оберненими до них?
2. Запишіть умовні позначення й одиниці вимірювання фізичної величини, яку потрібно використати як коефіцієнт переходу від: а) маси речовини до її кількості і навпаки; б) маси розчину до його об'єму і навпаки; в) маси розчину до маси розчиненої речовини і навпаки; г) об'єму газу до його кількості речовини і навпаки.



Застосуйте свої знання й уміння

3. Обчисліть об'єм газу, об'ємна частка гідроген хлориду в якому 50 %, що має пройти через вбирну установку, щоб добути хлоридну кислоту масою 10 т з масовою часткою гідроген хлориду 36,5 %.
4. У Середньовіччя нітратну кислоту добували нагріванням калійної селітри (калій нітрату) з концентрованою сульфатною кислотою. Обчисліть масу розчину з масовою часткою нітратної кислоти 60 %, який можна добути з калієвої селітри масою 404 кг.
5. Один зі способів промислового виробництва натрій сульфату ґрунтується на реакції натрій хлориду з концентрованою сульфатною кислотою за температури 500–550 °С. Обчисліть масу натрій сульфату й розчину з масовою часткою гідроген хлориду 36,5 %, які можна виробити з натрій хлориду масою 11,7 т.
6. Обчисліть масу (т) стічних вод, масова частка гідроген хлориду в яких становить 3,65 %, які можна нейтралізувати вапняним молоком масою 5 т, масова частка кальцій гідроксиду в якому становить 8 %.
7. Обчисліть масу ртуті, яку можна знешкодити спиртовим розчином масою 500 г з масовою часткою йоду 5 %.
8. Масова частка гідроген хлориду в стічних водах, що утворюються під час хлорорганічного синтезу, становить 6,3 %. Обчисліть масу (кг) вапняку, масова частка кальцій карбонату в якому становить 90 % (інших карбонатів у складі вапняку немає), який потрібно використати для нейтралізації стічних вод масою 15 600 кг.
9. Складіть і розв'яжіть задачі, що є оберненими до наведених у параграфі.



Творча майстерня

10. Індивідуально або в складі малої навчальної групи укладіть міні-збірник задач за рівняннями реакцій з використанням розчинів із певною масовою часткою розчиненої речовини. Запропонуйте однокласникам використати його для тренування.



Дізнайтеся більше

<http://himik.pro/rastvory/uravneniya-reaktsiy-v-rastvorah>

<http://edu-lib.net/himiya/homchenko-i-g-reshenie-zadach-po-himii-onlayn>

§ 11. Електроліти та неелектроліти. Електролітична дисоціація

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- наводити приклади електролітів і неелектролітів, розрізняти їх;
- пояснювати суть процесу електролітичної дисоціації.

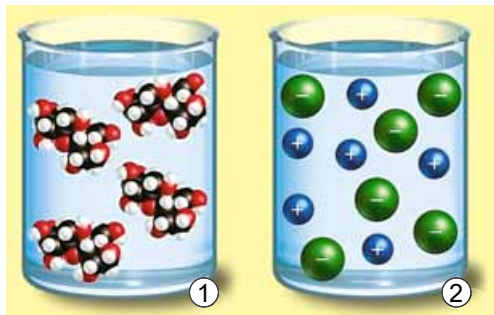
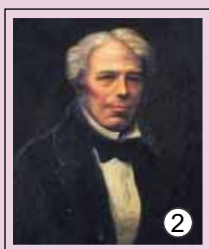


Рис. 11.1. Розчин сахарози (1) молекулярний. Розчин натрій хлориду (2) йонний. **Завдання.** За рисунком поясніть відмінність між молекулярним і йонним розчинами

У XIX ст. англійські науковці Гемфрі Деві та Майкл Фарадей (рис. 11.2) досліджували різноманітні властивості розчинів, зокрема їхню здатність проводити електричний струм.



Рис. 11.2. 1. **Гемфрі Деві** (1778–1829). Англійський хімік, основоположник електрохімії. Перший добув лужні й лужно-земельні метали, розробив електрохімічну теорію спорідненості. Сконструював для копалень безпечну лампу з металеву сіткою. Висловив думку щодо необхідності мінеральних солей для живлення рослин, зауважив важливість проведення польових дослідів для розв'язання проблем землеробства.



2. **Майкл Фарадей** (1791–1867). Навчався самотужки, здійснював наукові дослідження в галузі хімії. Зробив вагомий внесок у розвиток хімічного аналізу, синтетичної органічної хімії, металургії, уперше отримав низку газів у зрідженому стані. Установив кількісні закони електролізу. Увів терміни «йон», «катіон», «аніон», «електрод», «електроліт», поняття діелектричної проникності. Досліджував електромагнетизм, створив учення про електромагнітне поле. Член багатьох академій наук і наукових товариств

У шкільній лабораторії ці досліді можна виконати за допомогою простого приладу (рис. 11.3.1). Безпечно, швидко й точно вимірюють електропровідність за допомогою електронного тестера (рис. 11.3.2).

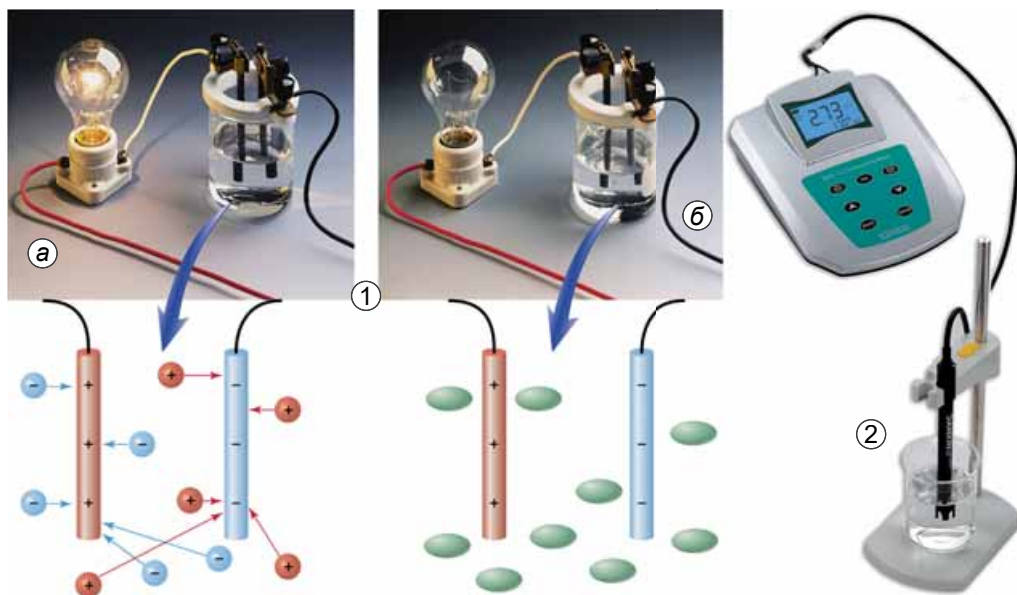


Рис. 11.3. 1. Дослідження електропровідності розчинів натрій хлориду (а) і сахарози (б). 2. Електронним тестером визначають електропровідність розчинів. **Завдання.** Використавши знання з фізики, назвіть елементи зображеного на рисунку 11.3.1 електричного кола. Які його складники розташовані за межами рисунка? Схематично зобразіть це електричне коло повністю

З курсу фізики вам відомо, що однією з умов існування електричного струму є наявність носіїв електричного заряду – електронів або йонів (*назвіть ще одну умову існування електричного струму*). Отже, якщо в посудину з досліджуванним розчином занурити електроди приладу й увімкнути електричний струм, то лампочка загоряється¹, якщо в розчині є вільні носії електричного заряду. Очевидно, що в розчинах йонних речовин носії електричного заряду – *йони*. Ви вже знаєте, що йони – заряджені одно- або багатоатомні частинки. Механізм утворення йонів через втрату або приєднання атомами електронів вам також відомий. На відміну від електронейтральних частинок (атомів, молекул), йони здатні рухатися в електричному полі. Саме тому 1834 р. Майкл Фарадей запропонував для цих частинок назву, яка походить від грецького *ίόν* – той, що йде. Пригадайте: за знаками зарядів йони класифікують на *катіони* та *аніони*. За складом йони поділяють на прості й складні.



Використавши таблицю «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді» (див. Додаток 9), наведіть кілька прикладів простих і складних йонів.

Результати дослідження електропровідності деяких речовин та їхніх розчинів наведено в таблиці 11.1. Проаналізуйте її зміст, щоб з'ясувати, чи пов'язана електропровідність розчинів з типом хімічного зв'язку в досліджуваних речовинах.

¹Або результат відображається на табло електронного тестера.

**Залежність електропровідності речовин
і їхніх водних розчинів від типу хімічного зв'язку**

Назва і формула речовини	Електропровідність		Тип хімічного зв'язку
	чистої речовини	її розчину	
Вода (дистильована) H_2O	—		Ковалентний полярний
Натрій хлорид $NaCl$	—	+	Йонний
Сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$	—	—	Ковалентний слабо полярний
Натрій гідроксид $NaOH$	—	+	Йонний
Гідроген хлорид HCl	—	+	Ковалентний сильно полярний

Отже, електричний струм проводять водні розчини речовин із йонним або ковалентним сильно полярним типом хімічного зв'язку.



Речовини, водні розчини яких проводять електричний струм, називають *електролітами*¹.

Натомість розчини *неелектролітів* не проводять електричного струму.

Чому розчини одних речовин проводять електричний струм, а розчини інших – ні? З рисунка 11.3.1 (б) легко зрозуміти, чому електричного струму не проводить водний розчин цукру – адже в ньому немає носіїв електричного заряду.

Залишається з'ясувати причину електропровідності хлоридної кислоти – водного розчину гідроген хлориду. Сухий гідроген хлорид електричного струму не проводить, бо не містить вільних носіїв електричних зарядів. Молекули цієї сполуки – диполі (рис. 11.4.1). Під час розчинення гідроген хлориду виникають диполь-дипольні взаємодії між його молекулами та диполями води (11.4.2). Під їхньою дією ковалентний полярний зв'язок у молекулі гідроген хлориду поляризується ще більше (рис. 11.4.3). Унаслідок цього спільна електронна пара повністю переходить від атома Гідрогену до атома Хлору – відбувається йонізація, утворюються гідратовані йони – катіони Гідрогену й аніони Хлору (рис. 11.4.4).

Отже, електроліти – речовини з йонним або ковалентним сильно полярним типом хімічного зв'язку (рис. 11.5).

¹Під час плавлення кристалічні ґратки йонних сполук руйнуються – з'являються вільні носії електричних зарядів. Тому розплави електролітів також проводять електричний струм.

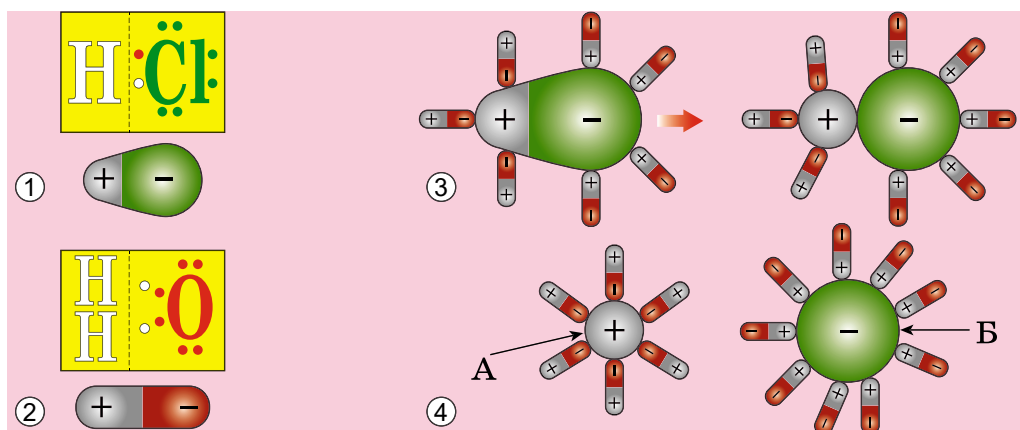


Рис. 11.4. 1. Полярна молекула гідроген хлориду. 2. Диполь води. 3. Збільшення полярності зв'язку в молекулі гідроген хлориду під впливом диполів води. 4. Йонізація – утворення гідратованих йонів – катіона Гідрогену (А) та аніона Хлору (В)



Рис. 11.5. Приклади електролітів

Електролітична дисоціація у водних розчинах – це повний або частковий процес розпаду електроліту на йони під впливом полярних молекул води. Основу теорії електролітичної дисоціації, згідно з якою електроліти в розчинах розпадаються на йони, заклав у 1883–1887 роках шведський хімік Сванте Арреніус (рис. 11.6). Однак він не врахував роль молекул розчинника й уважав, що у водному розчині перебувають вільні йони.

Дослідження Арреніуса продовжили інші вчені, зокрема І.О. Каблуков (рис. 11.7) і В.О. Кістяківський (рис. 11.8). Вони спиралися на уявлення Д.І. Менделєєва про хімічний характер взаємодії між розчинником і розчинюваною речовиною.

Рис. 11.6. Сванте Август Арреніус (1859–1927). Шведський фізик і хімік. Створив теорію електролітичної дисоціації. Працював у різних галузях природничих наук: хімічній кінетиці, астрономії, астрофізиці, біології. У 1903 р. Арреніуса удостоєно Нобелівської премії як «визнання особливо-го значення теорії електролітичної дисоціації для розвитку хімії»

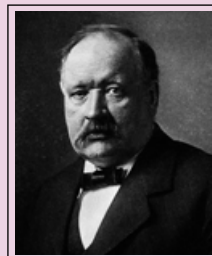




Рис. 11.7. Іван Олексійович Каблуков (1857–1942). Видатний російський фізико-хімік. Основоположник нового розділу фізичної хімії – електрохімії неводних розчинів. Запровадив у науку поняття гідратації (сольватації) йонів. Досліджував кримські соляні озера. Створив наукову школу фізико-хіміків



Рис. 11.8. Володимир Олександрович Кістяківський (1865–1952). Видатний науковець, перший український хімік-академік. Його праці в галузі електрохімії, колоїдної хімії, корозії металів і теорії рідин мали великий вплив на розвиток науки й технології. Розвинув теорію електролітичної дисоціації, один з перших указав на існування в розчинах гідратованих йонів

Незалежно один від одного ці науковці дійшли однакових висновків, а саме: електроліти під час розчинення у воді розпадаються на позитивні й негативні йони. Дисоціація електролітів зумовлена взаємодією диполів води зі структурними частинками електролітів. Йони в розчинах електролітів гідратовані. Під дією електричного струму позитивні йони (катіони) рухаються до негативного полюса – катода, а негативні йони (аніони) – до позитивного полюса – анода. Процес дисоціації оборотний. Поряд з розпадом кристалів або молекул на йони може відбуватися асоціація йонів.

Цікаво і пізнавально

Одним з найважливіших напрямів роботи Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України ще з 20-х років минулого століття є дослідження в галузі фізичної хімії та електрохімії водних, неводних і розплавлених електролітів. Розвинені В.О. Плотніковим теорії електрохімічних процесів у неводних розчинах та уявлення про механізми електропровідності сумішей неелектролітів стали класичними, а зроблене в 1931 р. припущення про наявність «мікронейтрона» на три роки випередило гіпотезу Е. Фермі про нейтрини. Роботи школи В.О. Плотнікова (Я.А. Фіалков, В.О. Ізбеков, Ю.К. Делімарський, О.К. Кудра) з проблем виділення цирконію, берилію, алюмінію та інших металів з неводних та розплавлених електролітів заклали підґрунтя порошкової металургії, що ввійшла до провідних галузей промисловості України в повоєнні роки.



Рис. 11.9. Емблема Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

Гіпотеза про хімічну взаємодію розчинника й розчинюваної речовини як причину розпаду електролітів на йони набула ознак *теорії*, адже вона витримала багаторазові експериментальні перевірки й стала підґрунтям для подальших наукових розробок. Про це йтиметься в наступних параграфах.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Йонні розчини, на відміну від молекулярних, проводять електричний струм.
- Умови існування електричного струму – різниця потенціалів і наявність вільних носіїв електричного заряду (електронів або йонів).
- Електричний струм проводять водні розчини речовин із йонним або ковалентним сильно полярним типом хімічного зв'язку.
- Утворені внаслідок електролітичної дисоціації йони існують у розчині у вигляді гідратів.
- Електролітами називають речовини, водні розчини або розплави яких проводять електричний струм.
- Електролітична дисоціація – процес повного або часткового розпаду електролітів на йони під впливом полярних молекул води. Цей процес оборотний.



Перевірте себе

1. У чому полягає відмінність між молекулярним і йонним розчинами? 2. Які науковці досліджували здатність розчинів проводити електричний струм? 3. Опишіть схему приладу перевірки здатності розчинів проводити електричний струм. 4. Які умови існування електричного струму? 5. Які частинки є носіями електричного струму в: а) твердих речовинах; б) розчинах йонних сполук? 6. За якими ознаками класифікують йони? Наведіть приклади. 7. Які типи хімічного зв'язку в речовинах, водні розчини яких проводять електричний струм? 8. За якою ознакою речовини класифікують на електроліти й неелектроліти? Наведіть приклади. 9. Що таке електролітична дисоціація? 10. Який науковець розробив основи теорії електролітичної дисоціації? Хто її розвинув?



Застосуйте свої знання й уміння

11. Проаналізуйте зміст етикеток на пляшках різних мінеральних вод. Розподіліть зазначені на них йони на катіони та аніони.

12. Установіть послідовність процесів, які відбуваються під час електролітичної дисоціації гідроген броміду.

А поляризація молекул електроліту

Б дисоціація молекул електроліту на гідратовані йони

В йонізація молекул електроліту

Г орієнтація диполів води навколо полюсів молекул електроліту

Д гідратація молекул електроліту.

13. Художник і художниця під час ілюстрування шкільного підручника з хімії схематично зобразили результат розчинення натрій хлориду у воді (рис. 11.10). Оцініть правильність бачення ними явищ, які відбуваються на мікрорівні під час цього процесу.

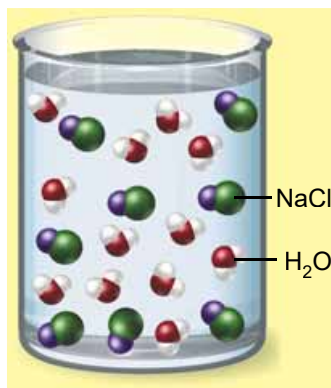


Рис. 11.10

14. Запишіть хімічні формули речовин, у розчинах яких містяться гідратовані йони: а) Cu^{2+} і NO_3^- ; б) Fe^{3+} і SO_4^{2-} ; в) Li^+ і OH^- ; г) H^+ і H_2PO_4^- .

15. Поясніть, чи зміниться електропровідність води, якщо крізь неї пропускати: а) азот; б) карбон(IV) оксид; в) кисень; г) гідроген бромід.



Творча майстерня

16. Виготовте прилад для дослідження електропровідності. Вам знадобиться джерело сталого струму напругою близько 6 В – плоска батарейка для ліхтарика або радіоприймача. Замість однієї такої батарейки можна використати 3–4 маленькі батарейки. Їх потрібно з'єднати послідовно (позитивний полюс однієї батарейки припаяти мідним дротом до негативного полюса іншої). Можна скористатися малопотужним (для радіоприймача чи стильногового телефона) випрямлячем змінного струму.

Електроди датчика електропровідності виготовте із центральних графітових стержнів від двох старих батарейок. Пильуйте, щоб не зруйнувати металеві наконечники! До них припаяйте (або прикріпіть) мідні очищені від ізоляції дроти 20–30 см завдовжки. Щоб електроди не стикалися й були віддалені один від одного на кілька міліметрів, на один вугільний електрод надягніть 2–3 кільця з дроту, вкритого товстим шаром ізоляції. Прикладіть до електрода з дрітними колечками другий електрод і скріпіть їх ізольованим дротом, ізоляційною стрічкою або гумовими колечками.

Як мікродатчик електропровідності для роботи з дуже малими кількостями розчинів можна використати штекер від стереофонічних навушників. Стержень такого штекера складається з трьох послідовно розташованих та ізольованих одна від одної циліндричних шайб. Якщо крайні з них використати як електроди, до яких приєднати провідники, то після занурення штекера в розчин можна за допомогою електролампочки реєструвати показник електропровідності розчину.

Дріт одного електрода приєднайте до лампочки напругою 6 В. Іншим дротом з'єднайте лампочку з батарейкою. Кінці другого дроту від батарейки й дроту від вугільного електрода приєднайте до вимикача.

Занурте датчик у розчин та увімкніть електричний струм. Спостерігайте за тим, чи загоряється електролампочка. Після випробування кожного розчину розмикайте електричне коло й двічі промивайте електроди в дистильованій воді (її можна придбати у відділах господарчих товарів або в аптеці).

Випробуйте електропровідність таких об'єктів: води (дистильованої, талої, водопровідної, мінеральної); столового оцту; кристалічних цукру, кухонної солі, питної соди, лимонної, аскорбінової (вітамін С) й ацетилсаліцилової (аспірин) кислот та розчинів із різними масовими частками цих речовин; розчин сульфатил-натрію (альбунід), рідини для зняття манікюрного лаку; гліцеролу та його водного розчину тощо.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=uY9OBdoqULM>

<http://allforchildren.ru/scivideo/chem-23.php>

<http://allforchildren.ru/scivideo/chem-19.php>

<https://www.youtube.com/watch?v=QNFN1ieKzJM>

<http://forkettle.ru/vidioteka/estestvoznaniye/khimiya/237-laboratornye-i-opyty/neorganika/dokumentalnye-uchebnye-filmy-seriya-khimiya/267-054-elektroprovodnost-raspava>

§ 12. Електролітична дисоціація кислот, основ, солей у водних розчинах. Виявлення в розчині катіонів Гідрогену та гідроксид-аніонів

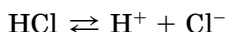
Після опрацювання параграфа ви зможете:

- складати рівняння електролітичної дисоціації лугів, кислот, солей;
- виявляти йони Гідрогену та гідроксид-іони в розчині.

Дисоціація електролітів у водних розчинах дає підстави класифікувати кислоти, основи, солі за видами йонів, які утворюються внаслідок цього процесу. Розгляньмо, на які саме йони дисоціюють кислоти, основи, солі й сформулюймо їхні визначення з погляду електролітичної дисоціації.

Кислотами називають електроліти, унаслідок дисоціації яких не утворюються жодні інші катіони, крім гідратованих йонів Гідрогену. Приміром, молекули гідроген хлориду у водному розчині дисоціюють на катіони Гідрогену й хлорид-аніони (рис. 12.1).

Тобто хлоридна кислота містить не молекули гідроген хлориду, а гідратовані йони: катіони Гідрогену й аніони Хлору. Спрощено (без відображення гідратації йонів) цей процес описує рівняння електролітичної дисоціації:



Обчислимо в цьому рівнянні суму зарядів катіонів Гідрогену та аніонів Хлору:

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

Запам'ятайте, що в правильно складеному рівнянні електролітичної дисоціації *сума зарядів усіх катіонів і аніонів дорівнює нулю. Щоразу перевіряйте*, чи правильно складено рівняння електролітичної дисоціації, наведені в параграфі.

Зверніть увагу: у цьому записі замість знака « $\rightleftharpoons$ » використано стрілку. У такий спосіб зазначають, що електроліт дисоціює практично повністю. Так само повністю дисоціює у водному розчині сульфатна кислота.

Зважте на те, що в розчині оксигеновмісної кислоти її молекули розпадаються на йони за місцем більш полярних зв'язків. У молекулі сульфатної кислоти (рис. 12.2) полярність зв'язків між атомами Оксигену та Гідрогену більша, ніж полярність зв'язків між атомами Сульфору й Оксигену. Тому під впливом диполів води руйнуються саме зв'язки О–Н:

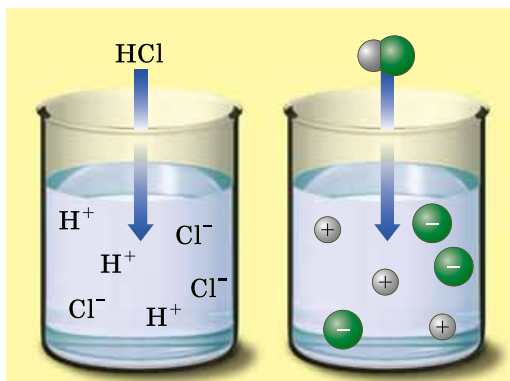


Рис. 12.1. Дисоціація гідроген хлориду у водному розчині

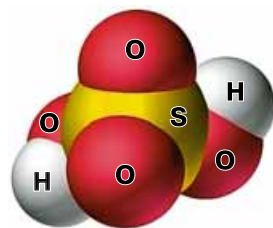


Рис. 12.2. Модель молекули сульфатної кислоти

Зверніть увагу: індекс біля атома Гідрогену у формулі сульфатної кислоти та коефіцієнт перед катіоном Гідрогену в рівнянні її електролітичної дисоціації збігаються. У записах зарядів йонів, на відміну від ступенів окиснення, знак «+» або «-» ставлять після цифри.

Основність кислоти визначають за числом катіонів Гідрогену, які утворюються внаслідок дисоціації її молекули.



За наведеними рівняннями електролітичної дисоціації визначте основність хлоридної та сульфатної кислот.

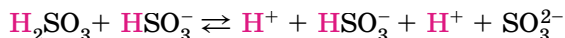
Зауважимо, що багатоосновні кислоти дисоціюють ступінчасто. Наприклад, на першій стадії дисоціації сульфітної кислоти легко відщеплюється перший катіон Гідрогену:



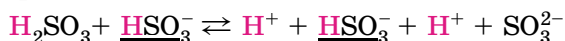
Дисоціація на другій стадії відбувається меншою мірою, ніж на першій:



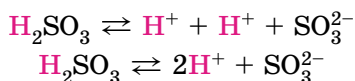
Окремо складемо ліві частини рівнянь, окремо – праві, одержані суми пріврівняємо:



Визначимо й підкреслимо члени рівняння у правій і лівій його частинах, що відповідають групам атомів однакового складу з однаковим зарядом:



Скоротимо їх так, як це роблять в алгебричних рівняннях, і складемо однакові доданки:

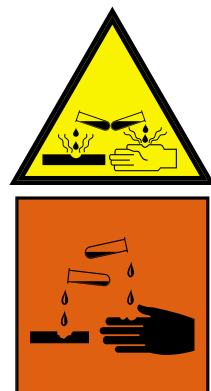


Кислотні залишки різні в різних кислот. Спільною ознакою всіх кислот є наявність у їхніх розчинах гідратованих катіонів Гідрогену. Саме вони зумовлюють загальну властивість цих сполук – кислий смак. Ви, звичайно, пам'ятаєте, що пробувати реактиви на смак не можна, тому кислоти в розчині виявляють за допомогою індикаторів. Узявши до уваги те, що в розчинах усіх кислот є гідратовані катіони Гідрогену, можна дійти висновку, що саме вони зумовлюють зміну забарвлення індикаторів. Щоб виявити катіони Гідрогену в розчині, виконаємо **лабораторний дослід 1 (а)**.



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД

*Пригадайте й неухильно виконуйте
ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ
І РЕАКТИВАМИ*



1(а). Виявлення йонів Гідрогену в розчині

Завдання. Дослідіть, як діють кислоти у водних розчинах на індикатори. Запишіть рівняння електролітичної дисоціації кислот. Визначте, який з індикаторів не використовують для виявлення йонів Гідрогену в розчині.

Обладнання: штатив з пробірками або пластина із заглибинами.

Реактиви: розчини сульфатної кислоти, лакмусу, метилового оранжевого, фенолфталеїну; розбавлена хлоридна кислота.

Інструкція

У три пробірки або заглибини пластини внесіть по 5 крапель хлоридної кислоти. До першої проби хлоридної кислоти додайте краплю розчину лакмусу, до другої – метилового оранжевого, до третьої – фенолфталеїну. Як змінюється забарвлення індикаторів під дією хлоридної кислоти?

Тепер проробіть те саме з розчином сульфатної кислоти. Що спостерігаєте? Які йони в розчинах кислот зумовлюють зміну забарвлення індикаторів? Який індикатор не можна використати для виявлення йонів Гідрогену в розчині?

Ви уточнили свої уявлення про кислоти з огляду на характер їхньої електролітичної дисоціації, набули вміння виявляти у водному розчині катіони Гідрогену. Тепер розгляньмо, як відбувається електролітична дисоціація лугів.

Лугами називають електроліти, які у водному розчині дисоціюють з утворенням гідратованих гідроксид-аніонів. Жодних інших негативних йонів під час цього процесу не утворюється.

Луги – йонні речовини, тому їхня дисоціація (рис. 12.3) є повною:



Зверніть увагу на індекси у формулах лугів і коефіцієнти перед гідроксид-іонами в рівняннях електролітичної дисоціації, порівняйте їх. Якого висновку ви дійшли?

Щоб виявити гідроксид-аніони в розчині, виконаємо лабораторний дослід 1 (б).



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД

Пригадайте й неухильно виконуйте ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ І РЕАКТИВАМИ

1(б). Виявлення гідроксид-іонів у розчині

Завдання. Дослідіть, як діють луги у водних розчинах на індикатори. Запишіть рівняння електролітичної дисоціації лугів. Визначте, який з індикаторів є специфічним для виявлення гідроксид-іонів у розчині.

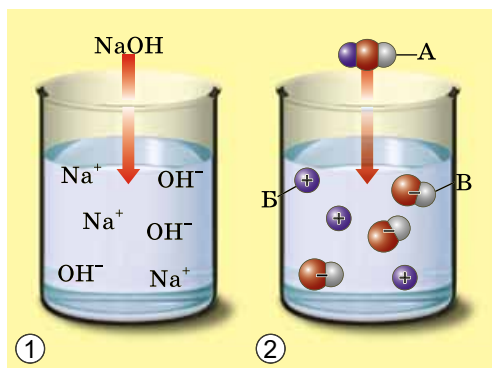
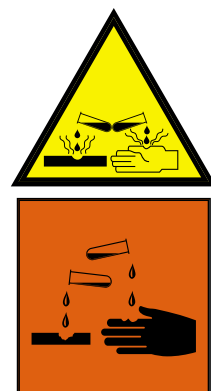


Рис. 12.3. 1. Луг – йонна речовина, дисоціює повністю. 2. Продуктами електролітичної дисоціації (А) натрій гідроксиду є катіони Натрію (В) та гідроксид-аніони (В)



Обладнання: штатив з пробірками або пластина із заглибинами.

Реактиви: розчини натрій гідроксиду, калій гідроксиду, лакмусу, метилового оранжевого, фенолфталеїну.

У три пробірки або заглибини пластини внесіть по п'ять крапель розчину натрій гідроксиду. До однієї проби розчину натрій гідроксиду додайте краплю розчину лакмусу, до другої – метилового оранжевого, до третьої – фенолфталеїну. Як змінюється забарвлення індикаторів під дією розчину натрій гідроксиду?

Тепер проробіть те саме з розчином калій гідроксиду.

Що спостерігаєте? Який індикатор є специфічним для виявлення гідроксид-іонів у водному розчині? Які гідратовані йони в розчинах лугів зумовлюють, на вашу думку, загальні властивості цих сполук: мильність на дотик, руйнівну дію на шкіру, папір, волосся тощо?

Солями називають електроліти, унаслідок дисоціації яких у водних розчинах утворюються будь-які гідратовані катіони, за винятком катіонів Гідрогену H^+ , і будь-які гідратовані аніони, за винятком гідроксид-іонів OH^- .

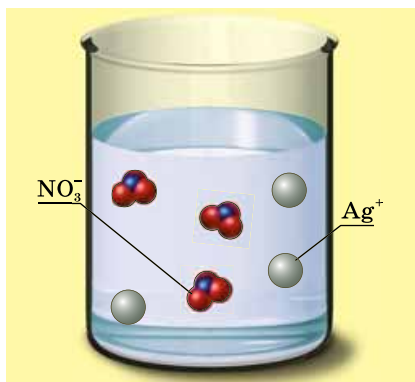
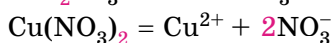
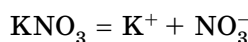


Рис. 12.4. Дисоціація аргентум(I) нітрату у водному розчині.

Продуктами електролітичної дисоціації є катіони Аргентуму(I) та нітрат-аніони

Солі – йонні речовини, тому їхня дисоціація є повною. Наприклад, аргентум(I) нітрат у водному розчині дисоціює з утворенням катіонів Аргентуму(I) та нітрат-аніонів (рис. 12.4).

Розгляньмо приклади дисоціації солей:



Зверніть увагу на позначені кольором індекси у формулах солей і коефіцієнти перед відповідними йонами в рівняннях електролітичної дисоціації, порівняйте їх. Якого висновку ви дійшли?

ПРО ГОЛОВНЕ

- Кислоти – це електроліти, унаслідок дисоціації яких не утворюються жодні інші катіони, крім гідратованих йонів Гідрогену.
- Основність кислоти визначають за числом катіонів Гідрогену, які утворюються внаслідок дисоціації її молекули.
- У правильно складеному рівнянні електролітичної дисоціації сума зарядів усіх катіонів і аніонів дорівнює нулю.
- Луги – це електроліти, які у водному розчині дисоціюють з утворенням гідратованих гідроксид-аніонів. Жодних інших негативних йонів під час цього процесу не утворюється.
- Багатоосновні кислоти дисоціюють ступінчасто.
- Катіони Гідрогену та гідроксид-аніони в розчинах виявляють за допомогою індикаторів.

- Солі – це електроліти, які у водних розчинах дисоціюють на будь-які гідратовані катіони, за винятком катіонів Гідрогену H^+ , і будь-які гідратовані аніони, за винятком гідроксид-іонів OH^- .



Перевірте себе

1. Наведіть визначення кислот, лугів, солей як електролітів. 2. Від чого залежить основність кислоти? 3. Якому числу дорівнює сума зарядів усіх катіонів і аніонів у правильно складеному рівнянні електролітичної дисоціації? 4. Як дисоціюють багатоосновні кислоти? 5. Чому луги і солі дисоціюють повністю? 6. Як виявляють у розчинах катіони Гідрогену та гідроксид-аніони?



Застосуйте свої знання й уміння

7. Роздивіться рисунок 12.5 і визначте, на якому з фрагментів схематично зображено електролітичну дисоціацію в розчині гідроген хлориду, а на якому – сульфатної кислоти. Які йони на обох схемах позначено однаковим кольором?

8. Складіть рівняння електролітичної дисоціації нітратної кислоти, стронцій гідроксиду, ферум(III) сульфату.

9. Роздивіться рисунок 12.6 і визначте, на якому з фрагментів схематично зображено електролітичну дисоціацію в розчині натрій гідроксиду, а на якому – барій гідроксиду. Які йони на обох схемах позначено однаковим кольором?

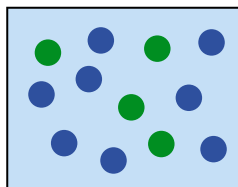
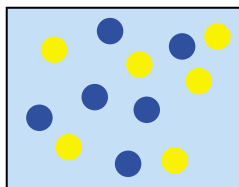
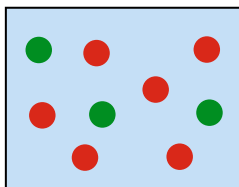
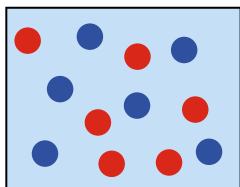


Рис. 12.5

Рис. 12.6

10. На якому з трьох фрагментів рисунка 12.7 схематично зображено водний розчин натрій сульфату?

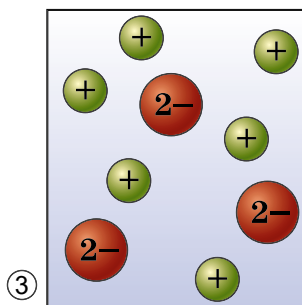
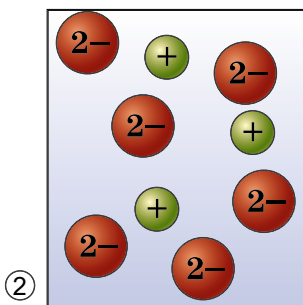
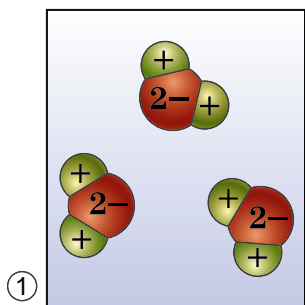


Рис. 12.7

11. Узявши за зразок рисунок 12.7, схематично зобразіть розчини цинк сульфату, кальцій нітрату, калій ортофосфату, хром(III) сульфату. Скільки аніонів має бути на кожній зі схем, якщо число катіонів дорівнює шести?

12. Проаналізуйте йонний склад, зазначений на етикетках мінеральних вод. Складіть хімічні формули речовин, унаслідок електролітичної дисоціації яких утворюються ці йони.

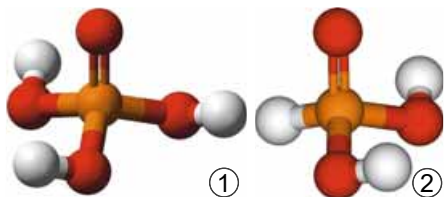


Рис. 12.8. Моделі молекул ортофосфатної (1) і ортофосфітної (2) кислот

рівняння. Чи проводитиме розчин одного з її продуктів (якого саме?) електричний струм? Поясніть чому. Яке середовище добутого розчину? Як це можна довести експериментально?

***15.** Газуватий продукт реакції кристалічного натрій хлориду з концентрованою сульфатною кислотою розчинили у воді. Як називають цей розчин? Чи проводитиме він електричний струм? Поясніть чому. Який pH добутого розчину? Як це можна довести експериментально? Чи проводитиме електричний струм водний розчин твердо-го продукту цієї реакції? Чому?



Творча майстерня

16. Дослідіть на наявність йонів Гідрогену та гідроксид-йонів рідкі мийні засоби, столовий оцет, розчини питної соди, прального порошку, свіже молоко та кисломолочні продукти, косметичні лосьйони тощо. Для проведення домашнього дослідів виготовте індикаторний папір з будь-якого пористого паперу побутового призначення та соку овочів, фруктів – бурякового, гранатового, червоного винограду тощо. Як індикатор можна використати розчин смородинового варення, відвар червонокочанної капусти або червоного буряку. Надзвичайно просто виготовити розчин індикатора з одноразового пакетика фруктового чаю (він містить подрібнені шматочки фруктів і пелюстки квіток). За результатами дослідження підготуйте презентацію.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=JSh8DbWtBeE>
<https://www.youtube.com/watch?v=3RlpbQngkD0>
https://www.youtube.com/watch?v=x_DEL4-FaQA
<https://www.youtube.com/watch?v=qlwdfOBYoBY>
<https://www.youtube.com/watch?v=2PIgKEbhing>
<https://www.youtube.com/watch?v=1XWnovm6JLs>
<https://www.youtube.com/watch?v=2hoy-TFu3oA>

§ 13. Ступінь електролітичної дисоціації. Сильні та слабкі електроліти

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- наводити приклади сильних і слабких електролітів, розрізняти їх;
- характеризувати електроліти за ступенем дисоціації.

Ступінь дисоціації – кількісна характеристика, яку використовують для оцінювання здатності електролітів дисоціювати у водних розчинах на йони. Під час вивчення електролітичної дисоціації ми з'ясували, що це оборотний процес. Тобто водночас із розпадом кристалів або молекул на

йони може відбуватися асоціація йонів. Адже гідратовані йони, які хаотично рухаються в розчині, можуть стикатися й знов сполучатися між собою. Наразі розгляньмо це питання докладніше. Солі та луги – йонні речовини, тому у водних розчинах дисоціюють повністю. У розчинах кислот є як йони, так і недисоційовані молекули.



Ступінь електролітичної дисоціації – це відношення числа молекул, які розпалися на йони, до загального числа молекул розчиненої речовини.

Ступінь дисоціації позначають літерою грецького алфавіту α (вимовляємо «альфа»). Її виражають у частках одиниці або у відсотках:

$$\alpha(X) = \frac{N(X)_{\text{дис.}}}{N(X)_{\text{заг.}}}; \text{ або } \alpha(X) = \frac{N(X)_{\text{дис.}}}{N(X)_{\text{заг.}}} \cdot 100 \%,$$

де $N(X)_{\text{дис.}}$ – кількість молекул електроліту, які розпалися на йони, а $N(X)_{\text{заг.}}$ – загальна кількість молекул електроліту. Наприклад, якщо ступінь дисоціації флуоридної кислоти дорівнює 30 %, або 0,3. Це означає, що у водному розчині з кожних ста молекул кислоти тридцять розпалися на йони. Або з кожних десяти молекул кислоти три дисоціювали.

Ступінь дисоціації електролітів визначають експериментально. Він залежить від природи розчинника, природи розчинюваної речовини та її частки в розчині, температури тощо. Що більша полярність розчинника, то більший ступінь дисоціації електроліту в ньому. Підвищення температури, зазвичай, збільшує дисоціацію, тож за нагрівання ступінь дисоціації зростає. У разі зменшення частки електроліту в розчині, тобто під час його розбавлення, ступінь дисоціації збільшується. Тож, зазначаючи ступінь дисоціації, потрібно зазначати й концентрацію розчину.

Сильні й слабкі електроліти різняться здатністю дисоціювати у водних розчинах. Електроліти, ступінь дисоціації яких навіть у відносно концентрованих розчинах високий (близький до 1), називають *сильними*, а електроліти, ступінь дисоціації яких навіть у розбавлених розчинах невеликий, – *слабкими*.

Сильними електролітами є луги та чи не всі солі. У розбавлених розчинах сульфатна, нітратна, хлоридна, бромідна, йодидна кислоти також дисоціюють практично повністю. З класифікацією кислот на сильні й слабкі ви ознайомилися минулого навчального року (рис. 13.1).

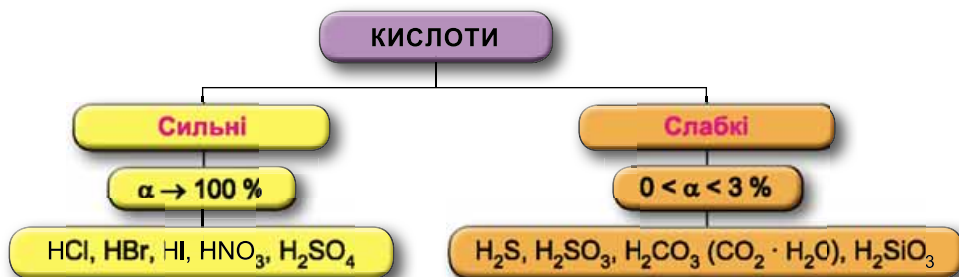


Рис. 13.1. Класифікація кислот за силою

Тепер вам зрозуміло, що критерієм цієї класифікації є ступінь електролітичної дисоціації кислот, за яким визначають сильним чи слабким електролітом є кислота. Карбонатна кислота в газованих напоях (існує в формі гідрату $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), молочна кислота, оцтова, аскорбінова (вітамін С) й ацетилсаліцилова (головний складник аспірину) кислоти – слабкі електроліти. Сульфитна, сульфідна, силікатна кислоти (пригадайте їхні хімічні формули, за потреби скористайтесь таблицею «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді») – також слабкі електроліти. Слабкими електролітами є й гідроксиди металічних елементів (за винятком лугів). Ступінь дисоціації слабких електролітів не перевищує 3 %.

Цікаво і пізнавально

Оствальд Вільгельм (1853–1932) – російський і німецький фізико-хімік і філософ-ідеаліст (рис. 13.2). Основні наукові роботи Оствальда присвячені розвитку теорії електролітичної дисоціації. Виявив зв'язок електропровідності розчинів кислот зі ступенем їхньої електролітичної дисоціації (1884). Розробив



спосіб визначення основності кислот за електропровідністю їхніх розчинів (1887–1888). Запропонував розглядати реакції аналітичної хімії як взаємодії між йонами (1894). Також вивчав питання хімічної кінетики і каталізу; розробив основи каталітичного окиснення амоніаку. У 1909 р. Оствальд став лауреатом Нобелівської премії з хімії «за вивчення природи каталізу й основоположні дослідження швидкостей хімічних реакцій».

Рис. 13.2. Металевий Оствальд дивиться на перехожих біля огорожі Верманського парку з боку вулиці Кр. Барона (м. Рига, Латвія)

Вода – дуже слабкий електроліт. Ступінь її дисоціації наближається до 0. Адже з кожного мільярда (1 000 000 000) молекул води на йони розпадаються лише дві. Вочевидь такої кількості йонів замало, щоб забезпечити бодай трохи помітну електропровідність дистильованої води.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Ступінь електролітичної дисоціації – це відношення числа молекул, які розпалися на йони, до загального числа молекул розчиненої речовини.
- Ступінь дисоціації електролітів залежить від природи розчинника, природи розчинюваної речовини та її частки в розчині, температури тощо.
- Електроліти, ступінь дисоціації яких навіть у відносно концентрованих розчинах високий (близький до 1), – *сильні*.
- Електроліти, ступінь дисоціації яких навіть у розбавлених розчинах невеликий, – *слабкі*.
- Силу кислот визначають за ступенем електролітичної дисоціації.
- Вода – дуже слабкий електроліт.



Перевірте себе

1. Що таке ступінь дисоціації? 2. За якою формулою обчислюють ступінь електролітичної дисоціації? 3. Від яких чинників залежить ступінь електролітичної дисоціації? 4. За якою ознакою електроліти класифікують на сильні й слабкі? 5. Які електроліти називають сильними? Слабкими? 6. Наведіть приклади сильних і слабких електролітів.



Застосуйте свої знання й уміння

7. Ступінь дисоціації (%) кислоти, з кожних 200 молекул якої 40 розпалися на йони, становить

- А 0 Б 2 В 20 Г 40

8. Співвідношення кількості недисоційованих і дисоційованих молекул кислоти, ступінь дисоціації якої 0,4 (40 %), позначено літерою

- А 3 : 2 Б 2 : 3 В 2 : 5 Г 5 : 2

9. Формулу слабого електроліту позначено літерою

- А HNO_3 Б H_2S В HCl Г H_2SO_4

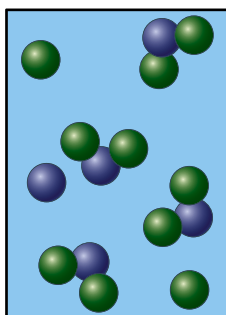
10. Сильною кислотою є

- А бромідна Б сульфідна В молочна Г силікатна

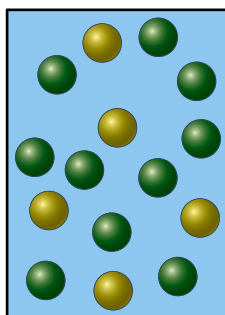
11. У воді об'ємом 2 л розчинили кислоту кількістю речовини 0,2 моль. Ступінь дисоціації кислоти 0,02. Визначте число її недисоційованих молекул у розчині. Які дані в задачі зайві?

12. Розташуйте зображені на рисунку 13.3 розчини за зростанням сили електролітів.

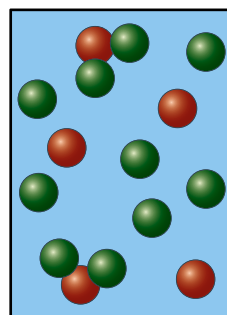
13. На рисунку 13.4 схематично зображено дисоціацію трьох кислот. Визначте, яка з-поміж них найсильніша. Обчисліть ступені дисоціації кожної кислоти.



H_2X

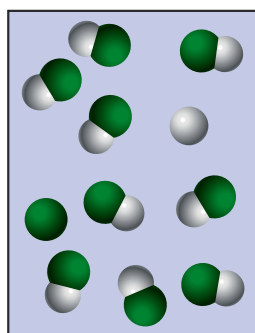


H_2Y

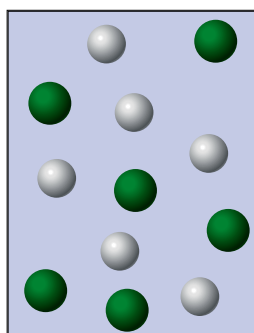


H_2Z

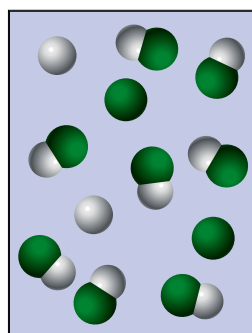
Рис. 13.3



HX



HY



HZ

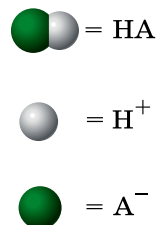
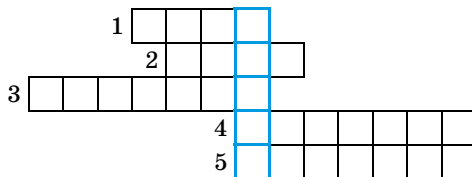


Рис. 13.4

14. Розв'яжіть кросворд, ключове слово якого по вертикалі – назва літери – позначення ступеня дисоціації. По горизонталі:

1. Найпоширеніший дуже слабкий електроліт.
2. Клас неорганічних сполук, здебільшого сильні електроліти.
3. Кількісна характеристика дисоціації електролітів.
4. Кислотний залишок слабкої галогеноводневої кислоти.
5. Назва широко відомого жарознижувального лікарського засобу, діюча речовина якого – слабка кислота.



Творча майстерня

15. За допомогою приладу для визначення електропровідності рідин дослідіть електропровідність дистильованої води та розчинів, які трапляються в побуті. З'ясуйте, чи залежить електропровідність розчину від частки розчинюваної речовини в ньому, температури тощо. Які речовини, розчини яких було досліджено, виявилися сильними електролітами? За результатами дослідження підготуйте презентацію.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=1XWnovm6JLs>

<http://study.com/academy/lesson/weak-electrolyte-definition-examples.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=3ulzo5VzLwY>

§ 14. Поняття про рН розчину

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- за показником рН *визначати* характер середовища – кислий, нейтральний, лужний;
- *оцінювати* важливість рН розчинів для визначення якості харчової, косметичної продукції тощо.

Ви вже вмієте за допомогою індикаторів визначати катіони Гідрогену та гідроксид-аніони в розчинах. Чи не найзручніше використовувати для цього універсальний індикаторний папір – смужки паперу, просочені розчином універсального індикатора.

Універсальний індикатор – суміш кількох кислотно-основних індикаторів (рис. 14.1). Порівнявши його забарвлення в досліджуваному розчині зі шкалою-еталоном, можна визначити показник рН.

Показник рН (вимовляють «пе-аш») добре відомий вам зі статей у журналах, газетах, інтернет-виданнях. Про нього йдеться в рекламних роли-



Рис. 14.1. 1. Розчин універсального індикатора.
2. Універсальний індикаторний папір



Рис. 14.2. рН-метри. 1. Стационарний. 2. Портативний

ках, інструкціях до побутових товарів тощо. Показник рН пов'язаний з концентрацією в розчині катіонів Гідрогену та гідроксид-аніонів. Не вдаючись до деталей, зауважимо: рН нейтрального середовища дорівнює семи. Якщо $\text{pH} < 7$ – середовище кисле, $\text{pH} > 7$ відповідає лужному середовищу.

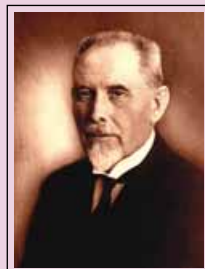
Для визначення рН рідин (природні води, молоко, косметичні лосьйони, кров, шлунковий сік, стічні води, технологічні розчини тощо) у сучасних лабораторіях використовують електронні прилади – рН-метри (рис. 14.2).

У досліджувану рідину занурюють скляний електрод. Прилад визначає й показує на дисплеї величину рН досліджуваного розчину.

Цікаво і пізнавально

Сьоренсен Сьорен Педер Лауриц (рис. 14.3) розробив шкалу рН і створив на її основі рН-метри, які тепер застосовують для вимірювань у найрізноманітніших областях: в атомній енергетиці, агрономії, м'ясо-молочній, хлібопекарській промисловості, у наукових дослідженнях тощо.

Рис. 14.3. Сьоренсен Сьорен Педер Лауриц (1868–1939) – датський біохімік, засновник сучасної рН-метрії. Закінчив Копенгагенський університет (1889). У 1890–1891 рр. працював у геологічному товаристві, у 1892–1901 рр. – у хімічній лабораторії Вищої технічної школи в Копенгагені (асистент, з 1899 – професор), з 1901 р. – керував хімічним відділом Карлсбергської лабораторії (поблизу Копенгагена). Член Данського королівського товариства наук (з 1906), його президент у 1938–1939 рр., член Німецької академії природодослідників «Леопольдина» (1937 р.)



Для діагностики захворювань шлунково-кишкового тракту виконують вимірювання безпосередньо у стравоході, шлунку і (або) дванадцятипалій кишці. Для цього використовують рН-зонд – ацидогастрометр (рис. 14.4).



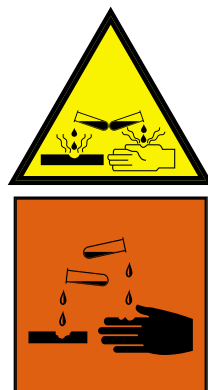
Рис. 14.4. 1. **Чернобровий В'ячеслав Миколайович** (нар. 1943) – відомий український науковець, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри внутрішньої та сімейної медицини Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова. Автор унікальної методики експрес-гастро-рН-моніторингу. Винаходи В.М. Чернобрового стали базою для створення ацидогастрографа АГ-1рН-М (2)

Щоб установити приблизне значення рН води, лужних і кислих розчинів, харчової і косметичної продукції виконаємо **лабораторні досліді 2, 3**.



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД

Пригадайте й неухильно виконуйте ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ І РЕАКТИВАМИ



2, 3. Установлення приблизного значення рН води, лужних і кислих розчинів (натрій гідроксиду, хлоридної кислоти) за допомогою універсального індикатора. Дослідження рН харчової та косметичної продукції



Завдання. Дослідіть, як діють на універсальний індикаторний папір вода та деякі розчини.

Обладнання: поліетиленова серветка, маркер, палички або піпетки (скляні, пластмасові).

Реактиви: дистильована вода, розбавлена хлоридна кислота, розчини натрій гідроксиду, харчової та косметичної продукції.

Маркером напишіть на поліетиленовій серветці назви речовин і сумішей, які будете досліджувати. Біля кожної назви покладіть на серветку шматочок універсального індикаторного паперу. Паличкою або піпеткою нанесіть на нього досліджувану рідину. Використовуйте індивідуальну паличку чи піпетку або щоразу ретельно промивайте (*поясніть чому*). За еталонною

шкалою визначте рН. Точно це можна зробити лише за еталонною шкалою, що є на упаковці індикатора, тому що кольори можуть дещо змінюватися залежно від того, які кислотно-основні індикатори ввійшли до складу універсального, у якій пропорції тощо (рис. 14.5).

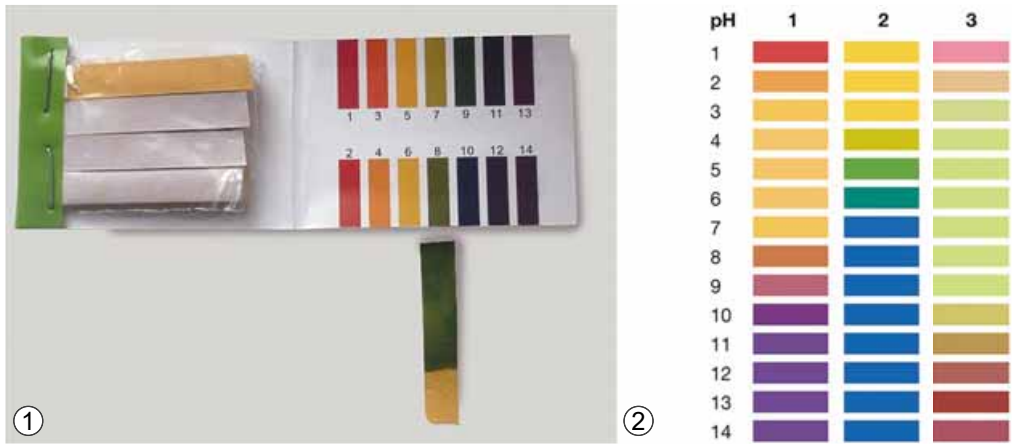


Рис. 14.5. 1 Порівняння зі шкалою-еталоном кольору, якого набув універсальний індикатор унаслідок дії досліджуваного розчину. 2. Еталонні шкали трьох різних універсальних індикаторів

Як змінюється забарвлення універсального індикатора під їхньою дією? Яке приблизне значення їхнього рН? Яке в них середовище – кисле, лужне чи нейтральне? Які йони переважають у них – катіони Гідрогену чи гідроксид-аніони?

Чому важливо вміти визначати показник рН? Біохімічні процеси в живих організмах відбуваються за строго заданої концентрації катіонів Гідрогену. Біологічні каталізатори – ферменти – можуть функціонувати лише у вузьких межах показника рН. Наприклад, активність ферменту пепсину, який сприяє перетравленню білкової їжі в шлунку, є максимальною, коли значення показника рН близько 2. Тому для нормального травлення рН шлункового соку має бути в межах від 1,53 до 1,67. рН крові – одна з найжорсткіших фізіологічних констант організму. Її зміна хоча б на 0,1 може призвести до важкої патології, на 0,2 – розвивається коматозний стан, на 0,3 – людина помирає.

Патогенні мікроорганізми швидко розвиваються у слаболужному середовищі, а в кислому – гинуть. Тому для консервування (маринування, соління) продуктів використовують, зазвичай, кислі розчини.

Величина показника рН у косметичних продуктах особливо значуща для їхнього безпечного застосування. Одне з головних завдань сучасної косметології – це дослідження впливу показника рН косметичних засобів на здоров'я людини. Це дає змогу створити максимально безпечні засоби косметики та гігієни.

Правильне добирання значення показника рН важливе для хіміко-технологічних процесів. Під час дослідження ґрунту обов'язково визначають його рН.

Цікаво і пізнавально

Визначити природу ґрунтів можна за допомогою рослин-індикаторів, що ростуть поруч із овочами на городі. Поміж них є як культурні рослини, так і бур'яни. Одні рослини надають перевагу кислим ґрунтам, а інші уникають їх і оселяються або на слабокислих, або на нейтральних.

Більшість овочів добре почувається на нейтральних і слабокислих ґрунтах ($pH \approx 6,5$). Зростання квасолі, салату, чорної смородини утруднюється, якщо значення pH ґрунту нижче за 6,0, капусти – за 5,4, яблуні – за 5,0, картоплі – за 4,9. Та «поціновувачі» кислого й лужного середовищ усе ж трапляються поміж рослин (рис. 14.6).



Рис. 14.6. 1. Лише в кислому ґрунті кореневу систему капусти вражає патогенний гриб *Plasmidiophora brassicae*. Це підтверджує правильність тамільського прислів'я: коли струхлявіло коріння, пропаде й верхів'я. 2. Підвищимо pH і качан-красень – наш. 3. «Трояндове дерево» – рододендрон – потребує кислого ґрунту. 4. Барбарису до вподоби лужний ґрунт. 5. Забарвлення квіток гортензії залежить від умісту катіонів Гідрогену в ґрунті. Рожевими і малиновими квітки бувають за його слаболужної реакції, а синього кольору набувають, якщо ґрунт кислий. За вибіркового внесення підкислювача можна на одній рослині отримати водночас і блакитні, і рожеві квіти

Показник pH є важливою характеристикою якості води. Якщо вміст катіонів Гідрогену у воді плавального басейну підвищений, руйнуватиметься металеве обладнання. Якщо рівень pH завищений – пришвидшуються ріст водоростей і утворення вапняного осаду, подразнюються слизові оболонки, знижується ефективність засобів для знезаражування води. Величезну роль відіграє показник pH у житті риб та інших мешканців водойм (*поміркуйте й поясніть чому*). Відомо, що кислотні дощі з низьким значенням pH (меншими за 5,6) знищують рослинність, живий світ водойм, руйнують пам'ятки архітектури й мистецтва, будівлі тощо. Ось чому під час дослідження якості природної та технічної води завжди визначають показник pH (рис. 14.7).



Рис. 14.7. 1. Руйнівна дія кислотних дощів на об'єкти живої (а) і неживої (б) природи. 2. Вимірювання pH у природній водоймі

ПРО ГОЛОВНЕ

- Універсальний індикатор – суміш кількох кислотно-основних індикаторів.
- Показник рН пов'язаний з концентрацією в розчині катіонів Гідрогену та гідроксид-аніонів.
- Значення показника рН водних розчинів поширених речовин зазвичай знаходяться в інтервалі від 1 до 13.
- рН нейтрального середовища дорівнює семи, $\text{pH} < 7$ – середовище кисле, $\text{pH} > 7$ – лужне.
- Приблизно оцінити рН розчинів можна за допомогою кислотно-основних індикаторів, зокрема універсального індикаторного паперу.
- У сучасних лабораторіях і в побуті для точного вимірювання рН рідин використовують електронні прилади – рН-метри.



Перевірте себе

1. Що таке універсальний індикатор? Універсальний індикаторний папір? 2. Із чим пов'язаний показник рН? 3. У якому інтервалі зазвичай знаходяться значення показника рН водних розчинів поширених речовин? 4. Яке рН нейтрального середовища? Кислого? Лужного? 5. Як можна приблизно оцінити рН розчинів? 6. Які прилади використовують у сучасних лабораторіях і в побуті для точного вимірювання рН рідин? 7. Чому важливо вміти визначати показник рН?



Застосуйте свої знання й уміння

8. Визначте характер середовища а) шавлевого соку ($\text{pH} = 3,7$); б) шлункового соку ($\text{pH} = 1,6$); в) лимонного соку ($\text{pH} = 2,3$); г) столового оцту ($\text{pH} = 3,0$); д) грейпфрутового соку ($\text{pH} = 3,2$); е) сечі ($\text{pH} = 4,8\text{--}7,5$); ж) чорної кави ($\text{pH} = 5,0$); з) жовчі ($\text{pH} = 7,8\text{--}8,6$); і) слизової рідини ($\text{pH} = 7,0$); к) слини ($\text{pH} = 7,4\text{--}8,0$); л) нашатирного спирту ($\text{pH} = 11,9$); м) вапняної води ($\text{pH} = 12,9$). У якій із цих рідин найвища концентрація катіонів Гідрогену? Яка з них найбільш лужна?

9. Визначте, яке слово – вище чи нижче – пропущено в мнемонічному правилі «Що більший уміст йонів аш, то ... пе-аш.»

10. Використайте відомості, наведені в завданні 8, і поясніть, чому після того, як людина з'їдає лимон або грейпфрут, рН її шлункового соку підвищується, хоча ці фрукти – кислі.

11. Кров має слаболужну реакцію: рН артеріальної крові становить 7,4, а венозної – 7,35. Пригадайте, чим склад венозної крові відрізняється від складу артеріальної. Висловіть припущення, який складник венозної крові є причиною більшої концентрації в ній катіонів Гідрогену порівняно з артеріальною. Обґрунтуйте свою думку.

12. Роздивіться рисунок 14.7. 1, б. Висловіть припущення, чому фрагмент мармурової колони ліворуч зруйнувався більше, ніж такий самий праворуч. Обґрунтуйте його.



Творча майстерня

13. Створіть ілюстровану схему «Водневий показник (рН) деяких поширених ...». Об'єкти виберіть на власний розсуд, наприклад харчових продуктів, шампунів, сортів мила тощо.

14. Про стан кислотно-лужної рівноваги крові можна судити за кольором кон'юнктиви (слизової оболонки в куточках очей). За нормального кислотно-лужного балансу колір кон'юнктиви – яскраво-рожевий, за кислого стану – блідо-рожевий, за лужного – темно-рожевий. Колір цей змінюється через 80 с після надходження в організм будь-яких

речовин, що змінюють рН. Розробіть разом з однокласниками й однокласницями план експериментальної перевірки цієї інформації. Виконайте дослідження, за його результатами створіть просвітницький буклет з рекомендаціями щодо правильного харчування для підтримання нормального кислотно-лужного балансу в організмі. Презентуйте свій доробок перед різними цільовими аудиторіями.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=maucBCvguDQ>

https://www.youtube.com/watch?v=YWBpeyEP_h8

<https://www.youtube.com/watch?v=b28BhF2SFOk>

<https://www.youtube.com/watch?v=dkPwdiE4CLg>

<https://www.youtube.com/watch?v=DFLgOCAe28U>

<https://www.youtube.com/watch?v=2hoy-TFu3oA>

https://www.youtube.com/watch?v=M2ci_B4I8-8

§ 15. Реакції обміну між електролітами в розчинах, умови їхнього перебігу. Йонно-молекулярні рівняння хімічних реакцій

Після опрацювання параграфа ви зможете:

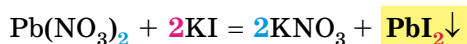
- обґрунтовувати перебіг реакцій між електролітами у водних розчинах;
- складати рівняння електролітичної дисоціації лугів, кислот, солей, рівняння реакцій обміну в повній та скороченій йонній формах;
- проводити реакції між електролітами в розчинах з урахуванням умов їхнього перебігу.

Реакції обміну між електролітами в розчинах відбуваються за участю йонів – частинок, які реально існують у розчинах солей, лугів і кислот. Такі реакції називають *йонними*, а рівняння цих реакцій – *йонними рівняннями*¹.

Уточнімо: йонними рівняннями можуть бути зображені будь-які реакції, що відбуваються за участю електролітів у розчинах. Якщо вони не супроводжуються зміною зарядів йонів (не змінюються ступені окиснення елементів), то їх називають *реакціями йонного обміну*.

Скласти йонне рівняння досить просто². Виконаймо дослід і розгляньмо послідовність складання йонного рівняння на прикладі реакції між калій йодидом і плюмбум(II) нітратом у розчині. Про її перебіг свідчить утворення яскраво-жовтого осаду плюмбум(II) йодиду (рис. 15.1).

Спочатку запишімо рівняння реакції без урахування дисоціації електролітів:



Щоб скласти рівняння цієї реакції в йонній формі, потрібно зважити на те, що електроліти в розчині дисоціюють на йони. За таблицею «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді» (див. Додаток 9) визначмо, які з-поміж реагентів є сильними електролітами. Обидві розчинні солі плюмбум(II) нітрат і калій йодид у водному розчині

¹Йонні рівняння також називають йонно-молекулярними.

²Алгоритм складання йонних рівнянь реакцій наведено в Додатку 6.

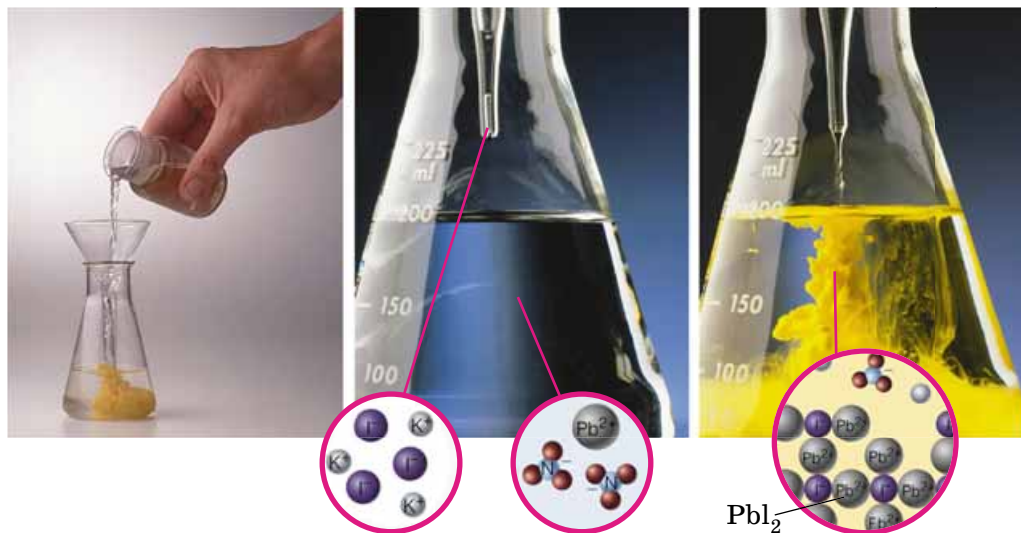
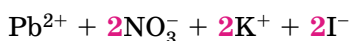


Рис. 15.1. Унаслідок реакції між калій йодидом і плюмбум(II) нітратом у розчині утворюється яскраво-жовтий осад плюмбум(II) йодиду

майже повністю дисоціюють на йони. Тож запишімо їхні формули в йонній формі:



Проаналізуємо, які із цих йонів взаємодіють між собою з огляду на знаки їхніх зарядів. Це потрібно, щоб пересвідчитися, що ми правильно визначили продукти реакції. Електростатичні сили зумовлюватимуть притягування різноименних і відштовхування однойменно заряджених йонів (рис. 15.2).

Отже, продукти реакції – калій нітрат і плюмбум(II) йодид. Калій нітрат – сильний електроліт, повністю дисоціює, тому в правій частині рівняння записуємо катіони Калію та нітрат-аніони. Плюмбум(II) йодид практично нерозчинний, тож його формулу залишаємо незмінною:



Зверніть увагу: у йонному рівнянні коефіцієнти перед формулами кожного з йонів записують з урахуванням індексів у формулах електролітів та коефіцієнтів перед ними. Наприклад, унаслідок дисоціації плюмбум(II) нітрату кількістю речовини 1 моль утворюється стільки само катіонів Плюмбуму(II) і вдвічі більше нітрат-аніонів. А під час дисоціації калій йодиду кількістю речовини 2 моль утворюється стільки само катіонів Калію та йодид-аніонів.

Очевидно, що в лівій і правій частинах йонного рівняння є однакові йони:

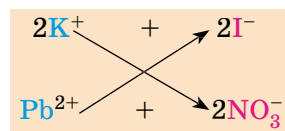
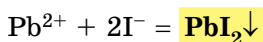


Рис. 15.2. Електростатична взаємодія між протилежно зарядженими йонами в розчині

Оскільки вони не беруть участі в реакції, їхні формули з лівої та правої частин йонного рівняння можна вилучити. Зробивши це, одержимо скорочене йонне рівняння:



У ньому записано формули лише тих частинок, які реально взаємодіють у розчині з утворенням яскраво-жовтого осаду плумбум(ІІ) йодиду. Тобто скорочене йонне рівняння відбиває суть реакції обміну між електролітами в розчині. Воно показує, які йони взаємодіють і яка речовина є продуктом реакції.

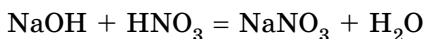
Виконаний дослід дає підстави стверджувати, що *однією* з умов необоротності реакції між електролітами в розчині є утворення осаду.

З'ясуємо, за яких ще умов, окрім утворення осаду, реакції обміну в розчинах електролітів будуть необоротними – тобто відбуватимуться до кінця. Дослідимо реакцію між натрій гідроксидом і нітратною кислотою в розчині. Наочно пересвідчитися в перебігу *реакції нейтралізації* допоможе застосування індикатора. До розчину натрій гідроксиду добавимо кілька крапель спиртового розчину фенолфталеїну – специфічного індикатора лужного середовища. Ви, звичайно, пам'ятаєте, що під дією гідроксид-аніонів фенолфталеїн набуває малинового забарвлення. Краплями, щоразу обережно струшуючи колбу, добавлятимемо розбавлену нітратну кислоту, аж поки не зникне малинове забарвлення індикатора (рис. 15.3).

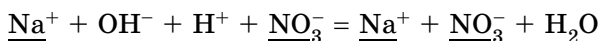


Рис. 15.3. Добавляння краплями розбавленої нітратної кислоти (1) до підфарбованого фенолфталеїном розчину натрій гідроксиду (2)

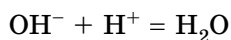
Знебарвлення розчину свідчить про нейтралізацію лугу кислотою:



За допомогою таблиці розчинності визначимо, що із чотирьох речовин – реагентів і продуктів реакції – до сильних електролітів належать три. Це натрій гідроксид (луг), нітратна кислота та натрій нітрат – розчинна сіль. Вода – дуже слабкий електроліт, тож майже не дисоціює. З огляду на це запишемо повне йонне рівняння реакції між натрій гідроксидом і нітратною кислотою в розчині:



Вилучивши з лівої і правої частин рівняння однакові йони: катіони, одержуємо скорочене йонне рівняння:

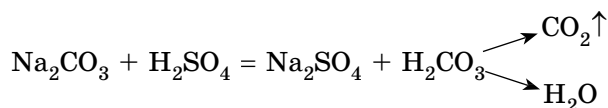


Очевидно, що молекули води утворюються внаслідок взаємодії в розчині катіонів Гідрогену й гідроксид-аніонів.

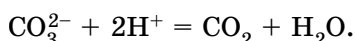
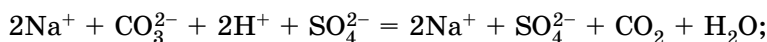
Отже, **реакція обміну між електролітами в розчині практично необоротна, якщо один з продуктів – дуже слабкий електроліт, наприклад вода, або інша малодисоційована речовина.**

Розгляньмо ще один випадок перебігу до кінця реакції між електролітами в розчині. Змішаємо розчин натрій карбонату з розбавленою сульфатною кислотою (рис. 15.4).

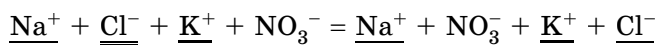
Скориставшись таблицею розчинності, запишімо рівняння реакції (пам'ятаймо, карбонатна кислота нестійка, існує в розчині як гідрат складу $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ й миттєво розкладається на воду і карбон(IV) оксид):



З-поміж п'ятих речовин – реагентів і продуктів реакції – до сильних електролітів належать три. Це натрій карбонат, сульфатна кислота і натрій сульфат. Вода – дуже слабкий електроліт, а карбон(IV) оксид (вуглекислий газ) видаляється зі сфери реакції. Тож реакція необоротна – відбувається до кінця:



Виконані досліди доводять, що **реакції обміну між електролітами в розчині необоротні, якщо поміж продуктів реакції є осад, газ, вода або інший слабкий електроліт.** Якщо виконується хоча б одна із цих умов, реакція відбувається до кінця. Якщо ж ні, то внаслідок змішування розчинів утворюється суміш йонів. Про це свідчить повне йонне рівняння реакції між натрій хлоридом і калій нітратом у розчині:



Цікаво і пізнавально

Правило, згідно з яким реакції обміну необоротні, сформулював французький хімік Клод Луї Бертолле. Уродженець м. Києва Я.І. Михайленко уточнив правила йонного обміну між електролітами в розчинах (рис. 15.5).

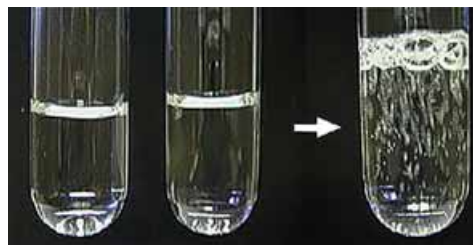


Рис. 15.4. Реакція між натрій карбонатом і сульфатною кислотою в розчині супроводжується виділенням газу – реакційна суміш спінується. **Завдання.** Поясніть, чому не можна для проведення досліду брати розчини соди та кислоти в більших кількостях, ніж указано в інструкції



Рис. 15.5. 1. **Бертолле Клод Луї** (1748–1822) – французький хімік, засновник учення про хімічну рівновагу, член Паризької академії наук. Розробив разом з Антуаном Лавуазьє нову хімічну номенклатуру. Визначив склад амоніаку, природного газу, ціанідної кислоти, гідроген сульфід. Відкрив (1785) калій хлорат, названий згодом бертолетовою сіллю. 2. **Михайленко Яків Іванович** (1864–1943) – український і російський хімік, закінчив Київський університет (1888). Поміж низки наукових праць – «Посібник до практичних занять з елементарного курсу хімії», «До питання про співвідношення між густиною розчинника в розчині та пружністю пари розчину», «Вступ до хімічного аналізу й таблиці якісного хімічного аналізу» (спільно з С.М. Реформатським)

Щоб дістати більше експериментальних підтверджень правильності зроблених висновків, виконайте **лабораторні досліді 4–6**.



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД

Пригадайте й неухильно виконуйте
ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ
І РЕАКТИВАМИ

4–6. Реакції обміну в розчинах електролітів

Завдання

1. Проробіть досліді (варіант виконання вам порадить учитель або вчителька хімії). Для кращого спостереження за перебігом реакцій використовуйте чорно-білий екран. Якщо досліді виконуєте в заглибинах пластики, беріть реактивів удвічі менше порівняно з кількостями, потрібними для дослідів у пробірках.

2. Опишіть і поясніть спостереження, складіть рівняння реакцій, запишіть їх у повній і (де це можливо) скороченій йонній формах. За потреби скористайтеся таблицею «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді».

3. Після завершення роботи обговоріть свої спостереження та складені скорочені йонні рівняння із сусідом чи сусідкою по парті. Порівняйте висновки, яких ви дійшли. *Які рівняння, на вашу думку, відображають суть реакцій обміну між електролітами в розчині?*

Обладнання: штатив з пробірками або пластина із заглибинами, скляні палички, чорно-білий екран.

I варіант

Реактиви: розчини купрум(II) сульфату, натрій карбонату, натрій нітрату, калій гідроксиду; хлоридна кислота.

4. Реакції обміну в розчинах електролітів з випаданням осаду

У пробірку внесіть 5 крапель розчину купрум(II) сульфату й додайте 5 крапель розчину калій гідроксиду.

5. Реакції обміну в розчинах електролітів з виділенням газу

У пробірку налейте концентрований розчин натрій карбонату об'ємом 1 мл і додайте 3–4 краплі хлоридної кислоти.

6. Реакції обміну в розчинах електролітів з утворенням води

У пробірку внесіть 3–4 краплі розчину калій гідроксиду та краплю розчину фенолфталеїну. *Яке забарвлення розчину?*

Додайте краплю хлоридної кислоти, перемішуючи рідину скляною паличкою. Якщо розчин не знебарвиться, додайте краплями ще кислоти. Поясніть, чому розчин знебарвився.

**Змішування розчинів купрум(II) сульфату та натрій нітрату*

У пробірку внесіть 3–4 краплі розчину купрум(II) сульфату й додайте стільки само крапель розчину натрій нітрату. Чи є ознаки перебігу реакції? Складіть рівняння реакції, запишіть його в повній йонній формі. Поясніть, чи можна в цьому випадку скласти скорочене йонне рівняння. Зробіть висновок про те, чи відбулася хімічна реакція.

II варіант

Реактиви: розчини купрум(II) сульфату, натрій карбонату, натрій хлориду, натрій гідроксиду, сульфатної кислоти.

4. Реакції обміну в розчинах електролітів з випаданням осаду

У пробірку внесіть 5 крапель розчину купрум(II) сульфату і додайте 5 крапель розчину натрій гідроксиду.

5. Реакції обміну в розчинах електролітів з виділенням газу

У пробірку налейте концентрований розчин натрій карбонату об'ємом 1 мл і додайте 3–4 краплі розчину сульфатної кислоти.

6. Реакції обміну в розчинах електролітів з утворенням води

У пробірку внесіть 3–4 краплі розчину натрій гідроксиду та краплю розчину фенолфталеїну. *Яке забарвлення розчину?*

Додайте краплю розчину сульфатної кислоти, перемішуючи рідину скляною паличкою. Якщо розчин не знебарвиться, додайте ще краплю кислоти. Поясніть, чому розчин знебарвився.

**Змішування розчинів купрум(II) сульфату та натрій хлориду*

У пробірку внесіть 3–4 краплі розчину купрум(II) сульфату й додайте стільки само крапель розчину натрій хлориду. Чи є ознаки перебігу реакції? Складіть рівняння реакції, запишіть його в повній йонній формі. Поясніть, чи можна в цьому разі скласти скорочене йонне рівняння. Зробіть висновок, чи відбулася хімічна реакція.

Йонні рівняння, записані в скороченій формі, відбивають суть хімічної реакції. Ви пересвідчилися в цьому під час виконання лабораторних дослідів. Також ви навчилися використовувати таблицю розчинності для прогнозування можливості перебігу реакцій йонного обміну в розчинах

електролітів, записувати рівняння реакцій у повній і скороченій йонних формах. Закріпимо ці знання й уміння. Для цього виконаємо *обернене завдання*: доберемо пари речовин, взаємодію між якими в розчині описує скорочене йонне рівняння.

Наприклад, унаслідок взаємодії в розчині катіонів Феруму(III) та гідроксид-аніонів утворюється бурий драглистий осад ферум(III) гідроксиду (рис. 15.6):

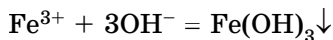
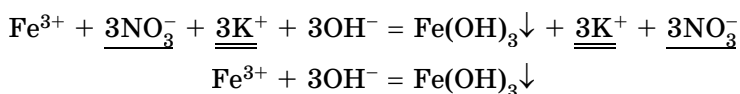


Рис. 15.6. Унаслідок змішування розчину лугу (1) з розчином солі Феруму(III) (2) утворюється бурий драглистий осад ферум(III) гідроксиду (3)

Які саме речовини потрібно взяти для проведення цієї реакції? Скористаймося таблицею розчинності, щоб з'ясувати, які сполуки Феруму(III) розчинні у воді. Розчинними є хлорид, бромід, сульфат і нітрат Феруму(III). Аналогічно доберемо розчинну основу. Можна використати розчини гідроксидів Калію, Натрію, Барію тощо. Єдине обмеження – другий продукт реакції має бути розчинним. Тож умові завдання не відповідатиме взаємодія ферум(III) сульфату з барій гідроксидом. Адже барій сульфат також нерозчинний (*пересвідчіться в цьому, склавши повне йонне рівняння*). Щоб перевірити наші передбачення, запишімо в повній та скороченій йонних формах рівняння реакції між ферум(III) нітратом і калій гідроксидом у розчині:



Одержане скорочене йонне рівняння однакове з тим, що було в умові завдання. Тож утворення драглистого бурого осаду ферум(III) гідроксиду зумовлене взаємодією в розчині катіонів Феруму(III) та гідроксид-аніонів. Закріпити знання, здобуті під час опрацювання цього параграфу, ви зможете, застосувавши їх під час виконання дослідів на практичній роботі 1.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Реакції обміну між електролітами в розчинах відбуваються за участю йонів.
- Рівняння цих реакцій – йонні рівняння.
- Реакції йонного обміну відбуваються без зміни ступенів окиснення елементів.



Рис. 15.7

- Умови необоротності реакції між електролітами в розчині наведено на рисунку 15.7.
- Для прогнозування можливості перебігу реакцій йонного обміну в розчинах електролітів використовують таблицю «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді».



Перевірте себе

1. Які реакції називають йонними? 2. Які рівняння описують реакції між йонами в розчині? 3. Які реакції називають реакціями йонного обміну? 4. Яке рівняння відбуває суть реакції обміну між електролітами в розчині? 5. За яких умов реакції обміну між електролітами в розчині є необоротними?



Застосуйте свої знання й уміння

6. Запишіть у повній і скороченій йонних формах рівняння реакцій між: а) натрій карбонатом і кальцій хлоридом; б) хлоридною кислотою та магній карбонатом; в) нітратною кислотою та барій гідроксидом.

7. Пара йонів, які беруть участь у хімічній реакції між магній сульфатом і барій нітратом у розчині, – це



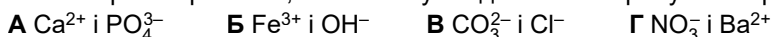
8. Пара йонів, які беруть участь у хімічній реакції між калій гідроксидом і ортофосфатною кислотою в розчині, – це



9. Доберіть не менше двох пар речовин, реакції між якими в розчині зумовлені взаємодією: а) катіонів Плюмбуму(II) і хлорид-аніонів; б) катіонів Гідрогену і гідроксид-аніонів; в) катіонів Гідрогену та силікат-аніонів; г) катіонів Гідрогену та купрум(II) гідроксиду; д) катіонів Гідрогену та сульфід-аніонів.

10. Доберіть по кілька пар речовин, взаємодію між якими описують скорочені йонні рівняння – розв'язок завдання 6.

11. Виберіть пари йонів, які не можуть одночасно перебувати в розчині.



12. Виберіть пари йонів, які можуть одночасно перебувати в розчині.



***13.** Роздивіться рисунок 15.8. Виберіть пари йонів, які відповідають схематичному зображенню скороченого йонного рівняння.

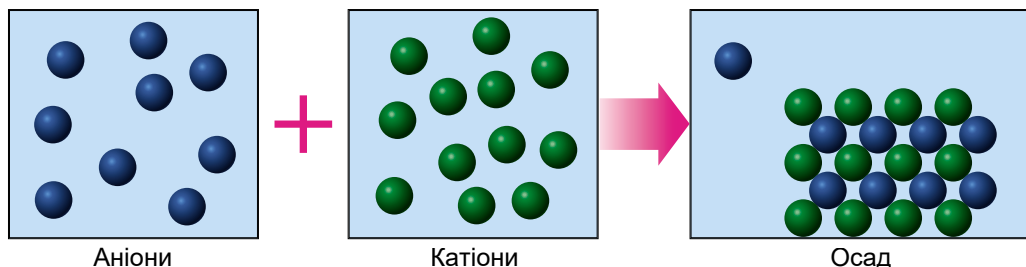


Рис. 15.8. Аніони: S^{2-} , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} . Катіони: Mg^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+}

14. На рисунку 15.9 на мікро- і макрорівні зображено реакцію йонного обміну за участю аргентум(I) нітрату. Один з її продуктів – аргентум(I) йодид. Визначте, які електроліти могли б бути другим реагентом у цій реакції. Складіть хімічні рівняння, запишіть їх у повній і скороченій йонній формах.

***15.** У хімічний стакан з розчином натрій сульфату занурили електроди приладу для дослідження електропровідності й увімкнули електричний струм. До досліджуваного розчину почали повільно доливати розчин барій хлориду. Спрогнозуйте зміни, які відбуватимуться в розчині та з індикатором приладу. Поясніть спостереження за допомогою повних і скорочених йонних рівнянь.

***16.** До складу начинки карамельок «Шипучка» входить питна сода (натрій гідрокарбонат NaHCO_3) та безводна лимонна кислота. Поясніть, чому ці речовини починають взаємодіяти між собою лише під час контакту з вологою.

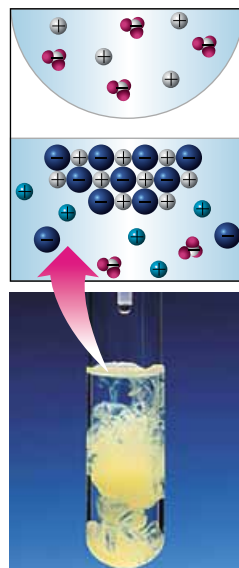


Рис. 15.9. Реакція йонного обміну за участю аргентум(I) нітрату. Один з продуктів реакції – нерозчинний аргентум(I) йодид



Творча майстерня

17. У хімічному кабінеті під керівництвом учителя або вчительки хімії визначте кислотність виданих зразків меду. Виготовте розчини з масовою часткою меду 10 %. У хімічні стакани відмірте порції 10 %-го водного розчину меду об'ємами по 100 мл, додайте до кожної з них по 5 крапель 1 %-го спиртового розчину фенолфталеїну та 0,1 %-го розчину натрій гідроксиду об'ємом 5 мл. Поясніть, у якому випадку мед має підвищену кислотність: якщо розчин залишився безбарвним чи за появи малинового забарвлення. Відповідь аргументуйте рівнянням реакції, запишіть його в повному і скороченому йонному вигляді.

18. Поміркуйте, яку широко застосовувану в кулінарії сполуку можна використати в домашніх умовах для виявлення надмірної кислотності меду. Складіть план експерименту та обговоріть його з учителем або вчителькою хімії. Виконайте експеримент у домашніх умовах.

19. Дізнайтеся, використавши різноманітні джерела інформації, про застосування йонного обміну для опріснення води.

За результатами досліджень підготуйте презентації.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=ojaQtdfgB9Y>

<https://www.youtube.com/watch?v=HToH4SytenA>

https://www.youtube.com/watch?v=_2W0zMu5GRc

<http://study.com/academy/lesson/precipitation-reactions-predicting-precipitates-and-net-ionic-equations.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=TdIMOBnKGPw>

<https://www.youtube.com/watch?v=H6FFy5CRGm4>



Практична робота 1

РЕАКЦІЇ ЙОННОГО ОБМІНУ МІЖ ЕЛЕКТРОЛІТАМИ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ

Під час виконання цієї роботи ви застосуєте набуті знання про реакції йонного обміну між електролітами в розчинах, удосконалисте вміння складати повні й скорочені йонні рівняння, працювати за інструкцією, складати план експерименту та проводити його, описувати спостереження й робити висновки.

За потреби використовуйте таблицю «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді» (Додаток 9), описи демонстраційних дослідів та інструкції з виконання лабораторних дослідів (див. §14, 15).

Увага! Для ліпшого спостереження використовуйте чорно-білий екран. Якщо досліди виконуєте в пробірках, беріть по 5 крапель розчинів реагентів. Якщо дослід виконуєте в заглибинах пластини, то досить узяти по 2–3 краплі розчинів речовин.

Обладнання: штатив з пробірками або пластина із заглибинами, скляні або пластмасові палички та піпетки, чорно-білий екран.

Пригадайте й неухильно виконуйте

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ І РЕАКТИВАМИ



Завдання. Проробіть досліди (які саме – варіант і номери дослідів з нього – порадить учитель або вчителька хімії). Опишіть і поясніть спостереження, складіть рівняння реакцій, запишіть їх у повній і (де це можливо) скороченій йонних формах.

Варіант 1

Реактиви: хлоридна кислота; розчини калій гідроксиду, барій хлориду, купрум(II) сульфату, натрій карбонату, лакмусу.

1. До розчину калій гідроксиду додайте розчин лакмусу. Піпеткою краплями добавляйте хлоридну кислоту за постійного перемішування реакційної суміші скляною паличкою.

2. До розчину купрум(II) сульфату додайте розчин барій хлориду.

3. До розчину натрій карбонату додайте хлоридну кислоту.

4. До розчину купрум(II) сульфату додайте розчин калій гідроксиду.

5. Проробіть хімічні реакції, яким відповідають такі скорочені йонні рівняння: а) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$; б) $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$; в) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$.

6. Виконайте досліди, які ілюструватимуть умови перебігу до кінця реакцій обміну між електролітами у водних розчинах.

7. Здійсніть перетворення за схемою: $\text{Ba}^{2+} \xrightarrow{1} \text{BaCO}_3\downarrow \xrightarrow{2} \text{Ba}^{2+}$

Варіант 2

Реактиви: розчини сульфатної кислоти, натрій гідроксиду, калій карбонату, купрум(II) хлориду, барій нітрату, метилового оранжевого.

1. До розчину натрій гідроксиду додайте розчин метилового оранжевого. Піпеткою краплями добавляйте розчин сульфатної кислоти за постійного перемішування реакційної суміші скляною паличкою.

2. До розчину калій карбонату додайте розчин барій нітрату.

3. До розчину калій карбонату додайте розчин сульфатної кислоти.

4. До розчину барій нітрату додайте розчин сульфатної кислоти.

5. Проробіть хімічні реакції, яким відповідають такі скорочені йонні рівняння: а) $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3\downarrow$; б) $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$; в) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$.

6. Виконайте досліди, які ілюструватимуть умови перебігу до кінця реакцій обміну між електролітами у водних розчинах.

7. Здійсніть перетворення за схемою: $\text{Cu}^{2+} \xrightarrow{1} \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow \xrightarrow{2} \text{Cu}^{2+}$

Варіант 3

Реактиви: хлоридна кислота; розчини натрій гідроксиду, аргентум(I) нітрату, калій карбонату, кальцій хлориду, фенолфталеїну.

1. До розчину натрій гідроксиду додайте розчин фенолфталеїну. Піпеткою краплями добавляйте хлоридну кислоту за постійного перемішування реакційної суміші скляною паличкою.

2. До розчину аргентум(I) нітрату додайте хлоридну кислоту.

3. До розчину калій карбонату додайте хлоридну кислоту.

4. До розчину калій карбонату додайте розчин аргентум(I) нітрату.

5. Проробіть хімічні реакції, яким відповідають такі скорочені йонні рівняння: а) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$; б) $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$; в) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$.

6. Виконайте досліди, які ілюструватимуть умови перебігу до кінця реакцій обміну між електролітами у водних розчинах.

7. Здійсніть перетворення за схемою: $\text{Ca}^{2+} \xrightarrow{1} \text{CaCO}_3\downarrow \xrightarrow{2} \text{Ca}^{2+}$

§ 16. Якісні реакції на деякі йони. Застосування якісних реакцій

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- описувати якісні реакції на хлорид-, сульфат-, карбонат-іони;
- проводити реакції між розчинами електролітів з урахуванням умов їхнього перебігу, зокрема якісні реакції на хлорид-, сульфат-, карбонат-іони;
- обґрунтовувати якісні реакції на ці йони рівняннями в молекулярній та йонній формах;
- висловлювати судження про способи виявлення деяких йонів.

Одне з найважливіших завдань хімії – аналіз складу речовин. Це поняття в 1654 р. увів у науку англійський хімік Роберт Бойль. Важливо вміти ідентифікувати речовину та встановити, чи є в ній ті або інші домішки.

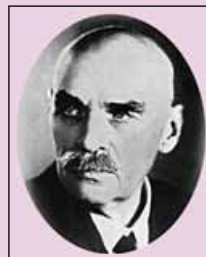
Якісні реакції – це хімічні реакції, за допомогою яких можна визначити, чим одна речовина відрізняється від іншої за елементним складом. Вони відбуваються між аналізованою речовиною та *реагентом*¹.

Якісні (характерні) реакції супроводжуються добре помітними змінами, як-от: утворення або розчинення осаду, поява інтенсивного забарвлення або знебарвлення розчину, виділення або поглинання газу, утворення кристалів характерної форми тощо. Якісний аналіз у водних розчинах ґрунтується на йонних реакціях і дає змогу виявити катіони або аніони.

Цікаво і пізнавально

Видатний український хімік С.М. Реформатський (рис. 16.1) зі своїм учнем Я.І. Михайленком у 1899 р. уперше спробували систематизувати, розділити та характеризувати елементи за відношенням їхніх йонів до різних реагентів. Результатом їхнього дослідження стала монографія «Таблиці якісного хімічного аналізу», у якій найбільшу групу становили йони металічних елементів. Вони у свою чергу поділялися на підгрупи за відношенням водних розчинів їхніх солей до певних груп реагентів.

Рис. 16.1. Реформатський Сергій Миколайович (1860–1934). Видатний учений-хімік, автор реакції Реформатського, що прославила Київський університет, професор, член-кореспондент Всесоюзної академії наук



Якісні реакції використовують у техніці, промисловості, сільському господарстві, медицині, біології, побуті тощо. Також їх проводять під час аналізу руд, будівельних матеріалів, продукції металургійної, текстильної, хімічної та інших галузей промисловості. Агрохімічний аналіз ґрунтів, дослідження хімічного складу рослин, тварин, крові та інших біологічних матеріалів людини і тварин, діагностика багатьох захворювань,

¹У цьому контексті реагент – речовина відомого складу, яку використовують для виявлення йонів у складі аналізованої речовини.

визначення складу ліків тощо часто ґрунтуються на певних якісних реакціях.

Деякі якісні реакції ви вже виконували – за допомогою індикаторів виявляли катіони Гідрогену й гідроксид-аніони у водних розчинах. Під час опрацювання попереднього параграфу ви дізналися про умови перебігу реакцій йонного обміну між електролітами в розчинах, навчилися складати їхні рівняння в повній і скороченій йонній формах. Тепер ви зможете застосувати набуті знання під час виконання **лабораторних дослідів 7–9** з виявлення хлорид-іонів у водних розчинах речовин.



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД

Пригадайте й неухильно виконуйте
ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ І РЕАКТИВАМИ

7–9. Виявлення хлорид-, сульфат-, карбонат-іонів у розчинах



Завдання. За допомогою якісних реакцій виявіть у розчинах хлорид-, сульфат- і карбонат-іони.

Обладнання: штатив з пробірками або пластина із заглибинами.

Реактиви: розчини натрій хлориду, натрій сульфату, натрій карбонату, аргентум(I) нітрату, барій хлориду, розбавлена хлоридна кислота.

Інструкція

У чотири пробірки або заглибини пластини внесіть по 5 крапель розчинів: у першу – натрій хлориду, у другу – гідроген хлориду, у третю – натрій сульфату, у четверту – натрій карбонату. У першу й другу пробірки (заглибини) краплями добавляйте розчин аргентум(I) нітрату, у третю – барій хлориду, у четверту – гідроген хлориду.

Результати дослідження оформіть як таблицю¹ за таким зразком:

Досліджуваний розчин	Реагент – розчин	Явища, що супроводжують перебіг реакції	Повне та скорочене йонні рівняння
натрій хлориду	аргентум(I) калій нітрату		
гідроген хлориду			
натрій сульфату	барій хлориду		
натрій карбонату	гідроген хлориду		

Порівняйте одержані результати з рисунком 16.2. та даними про якісні реакції на йони, наведені в таблиці Додатка 7. Зробіть висновок, які йони є реактивом на хлорид-іони, сульфат-іони, карбонат-іони. Здійсніть самоконтролювання і самооцінювання навчальної діяльності.

¹Використовуйте загальноприйняті скорочення, щоб позначити осад, газ, їхній колір тощо. Наприклад: ↓, білий, ↑, безбарвний.

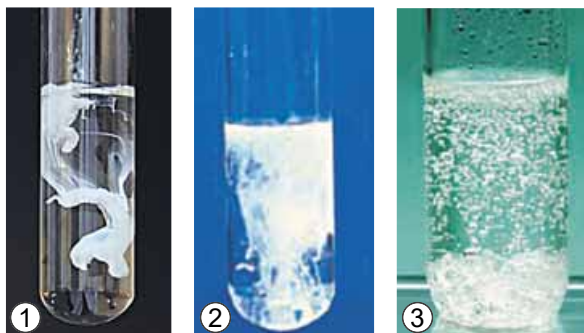


Рис. 16.2. Якісні реакції на хлорид- (1), сульфат- (2) і карбонат- (3) аніони

Цікаво і пізнавально

Пірохімічний аналіз (від грец. *πυρός* – вогонь) – метод виявлення деяких хімічних елементів (наприклад, у мінералах) за різним забарвленням полум'я. Якщо внести розчин леткої солі (хлориду, карбонату, нітрату) у полум'я, воно набуде певного забарвлення (рис. 16.3).

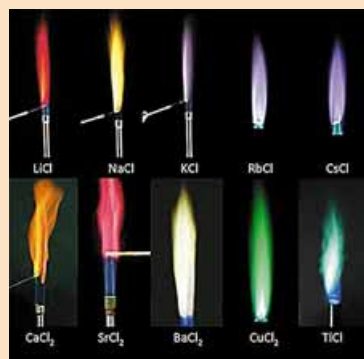


Рис. 16.3. Забарвлення полум'я хлоридами металічних елементів

Знання якісної реакції на хлорид-іони нагодяться вам під час виконання практичних робіт, на яких ви зможете пересвідчитися в слушності висловлення українського хіміка С.М. Танатара: «Якісний аналіз – перша практична школа майбутнього натураліста. Вона на практиці знайомить з логікою та прийомами експериментального дослідження».

ПРО ГОЛОВНЕ

- Якісні реакції – це хімічні реакції, за допомогою яких можна визначити, чим одна речовина відрізняється від іншої за елементарним складом.
- Якісні реакції супроводжуються добре помітними змінами.
- Якісний аналіз у водних розчинах ґрунтується на йонних реакціях і дає змогу виявити катіони, аніони. Реагентом на хлорид-іони є катіони Аргентуму(I).



Перевірте себе

1. Які хімічні реакції називають якісними (характерними)? 2. Якими змінами супроводжуються якісні реакції? 3. На яких реакціях ґрунтується якісний аналіз у водних розчинах? 4. Що виявляють за допомогою якісних реакцій у водних розчинах? 5. Які йони є реагентами на хлорид-, сульфат-, карбонат-іони? 6. Які зовнішні ефекти якісних реакцій на хлорид-іони?

**Застосуйте свої знання й уміння**

7. За скороченими йонними рівняннями якісних реакцій на хлорид-, сульфат-, карбонат-іони відтворіть кілька варіантів повних йонних і молекулярних рівнянь.

8. За допомогою яких характерних реакцій можна довести, що в розчині гідроген хлориду є катіони Гідрогену та хлорид-аніони?

9. У трьох пронумерованих пробірках містяться розчини гідроген хлориду, калій нітрату й калій хлориду. Як визначити вміст кожної з пробірок? Опишіть послідовність дій, спрогнозуйте спостереження, обґрунтуйте висновки з них йонними рівняннями.

10. Знання сумісності й несумісності речовин дуже потрібні фармацевтам під час виготовлення лікарських засобів. Поміркуйте й поясніть, чи сумісні такі речовини: а) сулема (меркурій(II) хлорид) і калій йодид; б) магній сульфат і кальцій хлорид. Обґрунтуйте пояснення йонними рівняннями – повними й скороченими.

11. Катіони Аргентуму(I) пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів, що перешкоджає розвитку запальних процесів у пошкоджених тканинах. Ляпісний олівець – сплав аргентуму(I) нітрату з калій нітратом. Його використовують для припікання дрібних кровоточивих ран, бородавок, виразок тощо. Поміркуйте й поясніть, чому в інструкції з використання цього лікарського засобу є застереження: не сумісний з хлоридами, бромідами, йодідами. Обґрунтуйте пояснення йонними рівняннями – повними і скороченими.

12. Антидот – лікарський засіб, що припиняє або зменшує дію отрути на організм. Поясніть, чому натрій сульфат і магній сульфат використовують як антидоти в разі отруєння сполуками Барію. Обґрунтуйте пояснення йонними рівняннями – повними і скороченими.

13. Дуже часто доводиться вносити в ґрунт одночасно два або три хімічні засоби меліорації ґрунтів. Та чи можна їх змішувати? Поміркуйте й поясніть, чи можна змішувати калій сульфат з вапном $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Обґрунтуйте пояснення йонними рівняннями – повними й скороченими.

**Творча майстерня**

14. Трапляється, недобросовісні виробники або продавці додають у харчові продукти чужорідні домішки. Наприклад, у молоко та чай – питну соду (натрій гідрогенкарбонат), поташ (калій карбонат), у мед і борошно – крейду (кальцій карбонат). Складіть ілюстровану інструкцію з виявлення цих домішок у домашніх умовах з використанням безпечних речовин, які є чи не в кожній кухні.

**Дізнайтеся більше**

<http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/cabb0eeb-0751-b19b-e602-5c9acbec92b2/index.htm>

<http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/18ea622e-99f3-bf2d-6abb-2e9a966a6dc9/index.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=dP3b7F-e-ag>

https://www.youtube.com/watch?v=2_gHcUNMr0o

<https://www.youtube.com/watch?v=JJ7tXwtKJQ0>

<https://www.youtube.com/watch?v=NEUbBAGw14k>

**Практична робота 2****РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ**

Під час виконання цієї роботи ви застосуєте набуті знання про електrolітичну дисоціацію та реакції в розчинах електrolітів, удосконали- те вміння записувати повні й скорочені йонні рівняння, складати план експерименту та проводити його, робити висновки, розв'язувати експе- риментальні задачі.

За потреби використовуйте таблицю «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді» (див. Додаток 9), описані в параграфах 16–17 демонстраційні досліди та інструкції з виконання лабораторних дослідів.

Увага! Для ліпшого спостереження використовуйте чорно-білий екран. Якщо досліди виконуєте в пробірках, беріть по 5 крапель розчинів реагентів. Якщо дослід виконуєте в заглибинах пластини, то досить узяти по 2–3 краплі розчинів речовин.

Обладнання: штатив з пробірками або пластина із заглибинами, скляні або пластмасові палички та піпетки, чорно-білий екран.

**Пригадайте й неухильно виконуйте
ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ І РЕАКТИВАМИ**



Завдання. Проробіть досліди (варіант порадить учитель або вчителька хімії). Опишіть і поясніть спостереження, складіть рівняння реакцій, запишіть їх у повній і (де це можливо) скороченій йонних формах.

1. Дослідним шляхом визначте, у якій з трьох пронумерованих склянок містяться:

- а) хлоридна кислота, розчини натрій гідроксиду та натрій хлориду;
- б) розчини сульфатної кислоти, натрій хлориду, натрій сульфату;
- в) хлоридна кислота, розчини калій гідроксиду, натрій нітрату.

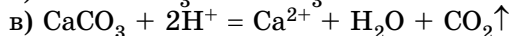
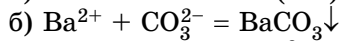
2. Експериментально здійсніть перетворення, складіть рівняння реакцій, запишіть їх у повній і скороченій йонній формах:

- а) натрій карбонат $\xrightarrow{1}$ натрій сульфат $\xrightarrow{2}$ натрій хлорид;
- б) купрум(II) сульфат $\xrightarrow{1}$ купрум(II) гідроксид $\xrightarrow{2}$ купрум(II) хлорид;
- в) магній хлорид $\xrightarrow{1}$ магній гідроксид $\xrightarrow{2}$ магній сульфат;
- г) калій карбонат $\xrightarrow{1}$ кальцій карбонат $\xrightarrow{2}$ карбон(IV) оксид;
- д) натрій гідроксид $\xrightarrow{1}$ натрій сульфат $\xrightarrow{2}$ натрій хлорид;
- е) калій гідроксид $\xrightarrow{1}$ калій сульфат $\xrightarrow{2}$ калій нітрат.

3. Доведіть, що катіони Гідрогену містяться в розбавлених водних розчинах засобів: а) «Сіліт» (для видалення накипу); б) «Туалетне качення» (для чищення сантехніки); в) «Йорж» (для чищення сантехніки).

4. Доведіть, що гідроксид-аніони містяться в розбавлених водних розчинах засобів для чищення засмічених зливних труб: а) «Кріт»; б) «Тірет»; в) «Містер Мускул».

5. Проробіть реакції, яким відповідають такі скорочені йонні рівняння:



6. Добудьте реакцією йонного обміну барій сульфат – речовину, яку застосовують у виробництві фарб, покриттів, пластику, скла, фотопаперу, штучної слонової кістки й целофану, для рентгеноскопії шлунка.

7. Доведіть експериментально, що яєчну шкаралупу доцільно використовувати на кислих ґрунтах присадибної ділянки для зменшення кислотності.

8. Змодельуйте, використовуючи наявні реактиви, спосіб вилучення зі стічних вод хімічного комбінату катіонів: а) Барію; б) Феруму(III); в) Купруму(II).

9. Неподалік одне від одного розташовані підприємство з виробництва яєчного порошку та целюлозно-паперовий комбінат. Змодельуйте, використовуючи наявні реактиви, екологічно безпечний і дешевий спосіб зменшення забруднення річки кислими стоками целюлозно-паперового комбінату.



Завдання-оповідання до тем «Повторення найважливіших питань курсу хімії 8 класу» і «Розчини»



1. Уважно прочитайте й проаналізуйте текст: «Складником меморіального комплексу на території Національного музею історії України в Другій світовій війні є чаша «Вогонь Слави». Урочиста подія відкриття Меморіалу, що відбулася 9 травня 1981 року, мала бути увічнена – сфотографована та знята на кіноплівку. Однак виникли технічні складнощі. Полум'я газового пальника світло-блакитне, майже непомітне, а для

знімання потрібне ефектне полум'я яскраво-червоного кольору. Допомогли хіміки, які запропонували «підфарбувати» полум'я сіллю одного з лужних елементів. Упродовж церемонії відкриття Меморіалу директор Інституту органічної хімії НАН України Л.М. Марковський і старший науковий співробітник В.Ю. Пашинник щокілька хвилин усипали порцію реагенту в суміш природного газу і повітря, унаслідок чого полум'я набувало кармінового (яскраво-червоного) кольору».

2. Зробіть висновки за результатами аналізу прочитаного й виконайте завдання.

Відомо, що використана хіміками речовина X реагує з хлоридною кислотою. Одним з продуктів реакції є безбарвний газуватий оксид Y, який не підтримує горіння. Його відносна густина за воднем становить 22. Два інші продукти реакції – вода і бінарна сполука Z.

1) Визначте й запишіть формули речовин X, Y та Z. 2) Схарактеризуйте будову атомів хімічних елементів, простого і складного йонів, які входять до складу речовини X. 3) Визначте ступені окиснення хімічних елементів у ній. 4) Обчисліть: молярну

масу цієї речовини, масу цієї речовини кількістю 2,5 моль; об'єм газу (н. у.) та масу речовини Z, які утворюються внаслідок реакції такої порції речовини з хлоридною кислотою, взятою в надлишку. 5) Укажіть клас неорганічних сполук, до яких належать речовини X і Z. 6) Складіть якомога більше рівнянь реакцій, у яких ці речовини є реагентами або продуктами, зазначте типи реакцій. 7) Обчисліть масову частку води в кристалогідраті $Z \cdot 2H_2O$. *8) Обчисліть масову частку і масу речовини Z в розчині, виготовленому із цього кристалогідрату масою 780 г. *9) Обчисліть масу кристалогідрату $Z \cdot 2H_2O$ і масу води, потрібні для виготовлення розчину масою 500 г з масовою часткою речовини Z 0,1.



Тестовий контроль знань з тем «Повторення найважливіших питань курсу хімії 8 класу» і «Розчини»

- Укажіть електронну конфігурацію зовнішнього енергетичного рівня атома Магнію.
А $3s^23p^0$ Б $3s^13d^1$ В $3s^13p^1$ Г $3s^03d^2$
- Хімічний елемент утворює вищий оксид складу E_2O_5 . Укажіть число неспарених електронів у його атомі в основному стані.
А 1 Б 2 В 3 Г 4
- Укажіть формулу вищого оксиду елемента з розподілом валентних електронів ns^2np^4 .
А E_2O Б EO_3 В EO Г E_2O_5
- Яка з-поміж наведених частинок має електронну конфігурацію зовнішнього енергетичного рівня $3s^23p^6$?
А Mg^{2+} Б S^{2-} В O^{2-} Г Be^{2+}
- Елемент утворює летку сполуку з Гідрогеном, формула якої H_2E . Формула його вищого оксиду
А E_2O Б EO_3 В EO Г EO_2
- Укажіть електронну конфігурацію простого катіона Алюмінію.
А $1s^22s^22p^63s^2$ Б $1s^22s^22p^6$
Б $1s^22s^22p^63s^1$ Г $1s^22s^22p^5$
- Найбільш полярним є хімічний зв'язок у сполуці, формула якої
А BF_3 Б HF В F_2 Г CF_4
- Найбільш полярним є хімічний зв'язок у сполуці, формула якої
А CBr_4 Б Cl_4 В CH_4 Г CF_4
- Укажіть тип хімічного зв'язку між атомами Оксигену й Гідрогену в молекулі ортофосфатної кислоти.
А ковалентний полярний В йонний
Б ковалентний неполярний Г водневий
- Формула речовини з лише ковалентним полярним зв'язком – це
А HBr Б $KBrO$ В KBr Г Br_2
- У вузлах кристалічних ґраток кальцій хлориду містяться
А йони Ca^{2+} і Cl^- В атоми Ca і Cl
Б молекули $CaCl_2$ Г атоми Ca і молекули Cl_2

12. Формула речовини X_3 в ланцюжку перетворень $Fe \xrightarrow{Cl_2} X_1 \xrightarrow{KOH} X_2 \xrightarrow{t^\circ} X_3$ – це
А Fe_2O_3 Б $Fe(OH)_2$ В $Fe(OH)_3$ Г FeO
13. У водному розчині реагують між собою речовини, формули яких
А Na_2SO_4 і KCl В KNO_3 і $NaOH$
Б H_2SO_4 і $BaCl_2$ Г $CuCl_2$ і Na_2SO_4
14. З розчину купрум(II) нітрату випаде осад унаслідок добавляння розчину речовини, формула якої
А $BaCl_2$ Б $NaBr$ В $NaOH$ Г H_2SO_4
15. Виготовили чотири розчини солей. Для приготування кожного з них взяли сіль кількістю речовини 0,01 моль і воду об'ємом 1 л. Найбільше катіонів утворюється внаслідок електролітичної дисоціації солі, формула якої
А $Fe(NO_3)_3$ В Na_3PO_4
Б Ag_2SO_3 Г K_2SO_4
16. Яка пара речовин реагує між собою у водному розчині?
А $BaSO_4$ і $NaOH$ В Na_2SO_4 і HCl
Б $CuSO_4$ і HCl Г $CuSO_4$ і $BaCl_2$
17. Кількість (моль) катіонів, що утворюються внаслідок повної електролітичної дисоціації хром(III) сульфату кількістю речовини 1 моль, становить
А 1 Б 2 В 3 Г 4
18. Кількість (моль) аніонів, що утворюються внаслідок повної електролітичної дисоціації алюміній сульфату кількістю речовини 2 моль, становить
А $\frac{1}{2}$ Б $\frac{1}{3}$ В 3 Г 6
19. Визначте число молекул сульфатної кислоти, які повністю продисоціювали у водному розчині, якщо внаслідок цього утворилося 20 катіонів Гідрогену.
А 10 Б 20 В 40 Г 50
20. У водному розчині реагують між собою
А натрій хлорид і барій нітрат
Б магній сульфат і барій хлорид
В натрій хлорид і магній сульфат
Г барій нітрат і магній хлорид



Тема 2. Хімічні реакції

§ 17. Класифікація хімічних реакцій за кількістю та складом реагентів і продуктів реакції

Після опрацювання параграфу ви зможете:

- класифікувати реакції за кількістю та складом реагентів і продуктів;
- наводити приклади та розрізняти реакції сполучення, заміщення, обміну, розкладу, оцінювати їхнє значення.

Хімічні реакції класифікують за різними ознаками (рис. 17.1).



Рис. 17.1. Класифікація хімічних реакцій

Які із цих ознак вам відомі, а які потребують уточнення й докладнішого вивчення? Проаналізуйте зміст таблиці 17.1 й оцініть відповідність інформації, наведеної в її перших двох колонках, вашим навчальним здобуткам.

Добре знаєте,	Маєте уявлення про	Зможете дізнатися про те,
✓ як класифікують хімічні реакції за кількістю і складом реагентів і продуктів; ✓ які речовини називають простими, а які – складними; ✓ що таке реагенти і продукти хімічної реакції; ✓ що перебіг хімічних реакцій супроводжується певними зовнішніми ефектами, зокрема тепловими	➤ теплові ефекти під час розчинення і кристалізації; ➤ оборотні та не оборотні процеси під час розчинення та електролітичної дисоціації	• що таке ступінь окиснення хімічного елемента у сполуці і як його визначають; • чим відрізняються оборотні реакції від необоротних; • чи змінюються ступені окиснення хімічних елементів унаслідок перебігу реакцій, як і чому це відбувається; • як за ознакою зміни ступенів окиснення класифікують хімічні реакції; • що називають тепловим ефектом хімічної реакції; • як класифікують хімічні реакції за тепловим ефектом

Класифікацію хімічних реакцій за кількістю і складом реагентів і продуктів узагальнено на схемі (рис. 17.2).

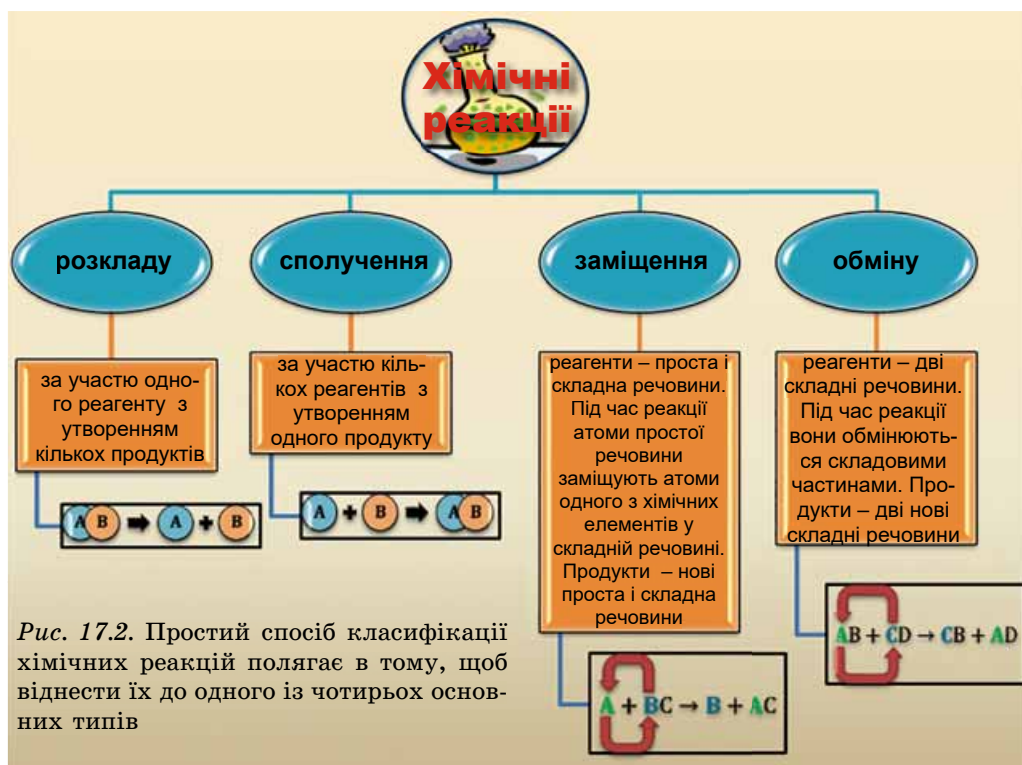


Рис. 17.2. Простий спосіб класифікації хімічних реакцій полягає в тому, щоб віднести їх до одного із чотирьох основних типів

Щоб визначити тип хімічної реакції, потрібно проаналізувати її хімічне рівняння. Розгляньмо приклади.

Реакції розкладу. Під дією електричного струму вода розкладається на кисень і водень (рис. 17.3): $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{ел. струм}} \text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ (перетворіть схему цієї реакції на хімічне рівняння, визначте, скільки і яких речовин бере участь в реакції та утворюється внаслідок її перебігу).

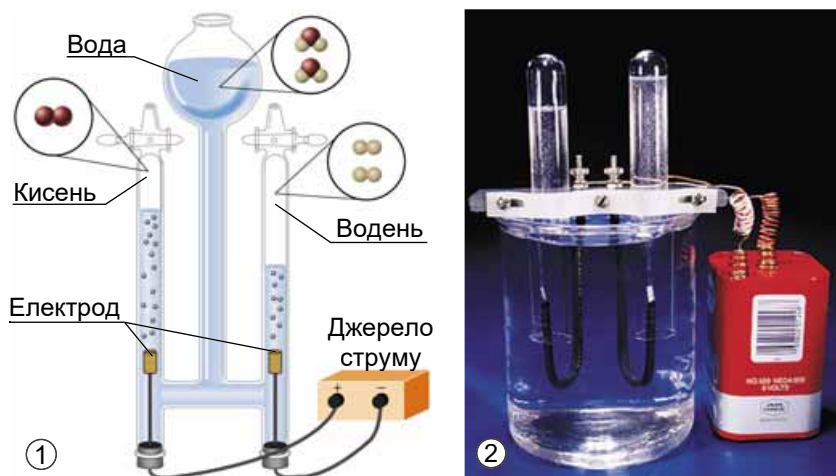


Рис. 17.3. Електроліз води. 1. Схематичне зображення. 2. Світлина

Продуктами реакцій розкладу можуть бути як прості, так і складні речовини. Приміром, унаслідок термічного розкладання амоній дихромату (рис. 17.4) утворюється проста і дві складні речовини (назвіть їх, перетворіть схему реакції на хімічне рівняння):

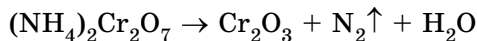
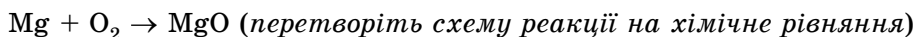


Рис. 17.4. Термічне розкладання амоній дихромату

Реакції сполучення є протилежністю до реакцій розкладу (поясніть чому). Вони можуть відбуватися за участю як простих, так і складних речовин. Продукт реакції між простими речовинами – магнієм і киснем – магній оксид (рис. 17.5):



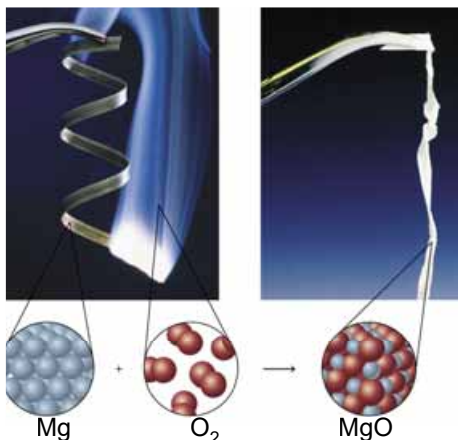
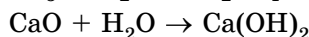
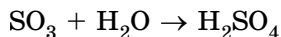


Рис. 17.5. Горіння магнію

Гідратація (приєднання води) кислотних і основних оксидів – приклад реакції сполучення за участю двох складних речовин:



Продуктом взаємодії карбон(II) оксиду (чадного газу) з киснем є карбон(IV) оксид – вуглекислий газ (складіть рівняння цієї реакції).

Реакції заміщення ви вивчили на прикладах взаємодії металів з кислотами та солями в розчинах та лужних і лужноземельних металів з водою.

Тож умієте за допомогою ряду активності металів спрогнозувати можливість перебігу цих реакцій. Приміром, алюміній витісняє водень з хлоридної кислоти. Натомість мідь, срібло, золото тощо стійкі до дії розчинів кислот.



1. Запишіть рівняння реакції алюмінію з хлоридною кислотою в повній і скороченій йонних формах.
2. Назвіть йони, які зумовлюють властивість хлоридної кислоти взаємодіяти з металами.
3. Поясніть, чому водень можна зібрати до посудини витісненням води.

Мідь по-різному поводитиметься в розчинах аргентум(I) нітрату та цинк нітрату: реакція відбуватиметься лише з однією із солей (рис. 17.6).



- Визначте, використовуючи ряд активності металів, у якій з двох колб (рис. 17.6) до початку реакції містився розчин аргентум(I) нітрату.



Рис. 17.6. Мідь по-різному поводить у розчинах цинк нітрату та аргентум(I) нітрату

Реакції обміну, як ви вже пересвідчилися, здебільшого відбуваються між електролітами в розчинах. Ці реакції проходять до кінця лише за певних умов (назвіть їх). Загальний вигляд реакцій обміну, які ви вивчали, такий:

основний оксид + кислота → сіль + вода;

кислотний оксид + луг → сіль + вода;

луг + кислота → сіль + вода;

нерозчинна основа + кислота → сіль + вода;

сіль' + кислота' → сіль'' + кислота'';

сіль' + луг → сіль'' + основа↓;

сіль' + луг → сіль'' + амфотерний гідроксид↓;

амфотерний оксид + кислота → сіль + вода;

амфотерний оксид + луг → сіль + вода;

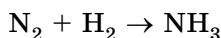
амфотерний гідроксид + кислота → сіль + вода;

амфотерний гідроксид + луг → сіль + вода.

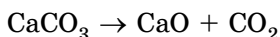


До наведених у загальному вигляді записів реакцій обміну доберіть конкретні приклади. Запишіть, користуючись таблицею «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді», рівняння реакцій у повній і скороченій йонних формах.

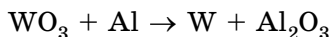
Значення реакцій сполучення, розкладу, заміщення та обміну важко переоцінити. За допомогою реакцій цих та інших типів людство забезпечує потребу в речовинах, матеріалах і сучасних технологіях. Розгляньмо кілька прикладів. Наприклад, промисловий спосіб добування амоніаку ґрунтується на його синтезі з простих речовин:



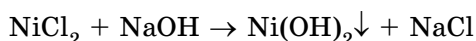
Негашене вапно добувають термічним розкладанням кальцій карбонату – головного складника вапняку:



Один зі способів добування металів – взаємодія їхніх оксидів з алюмінієм:



Реакції обміну застосовують для очищення та нейтралізації стічних промислових вод:



Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння. Рівняння реакції йонного обміну запишіть у повній і скороченій йонних формах.

Звичайно, класифікація хімічних реакцій на чотири розглянуті типи не є універсальною та всеохоплюючою. Під час подальшого вивчення хімії, зокрема реакцій за участю органічних сполук, ви розширите й поглибите свої уявлення щодо підходів до класифікації хімічних реакцій за ознакою кількості та складу реагентів і продуктів. Про класифікацію хімічних реакцій за іншими ознаками йтиметься в наступних параграфах.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Хімічні реакції класифікують за різними ознаками – кількістю та складом реагентів і продуктів, тепловим ефектом, зміною ступенів окиснення елементів, оборотністю тощо.
- За кількістю і складом реагентів і продуктів розрізняють реакції розкладу, сполучення, заміщення, обміну.
- Реакції розкладу відбуваються за участю одного реагенту з утворенням кількох продуктів.
- Реакції сполучення проходять за участю кількох реагентів з утворенням одного продукту.
- У реакціях заміщення реагенти – проста і складна речовини. Під час реакції атоми простої речовини заміщують атоми одного з хімічних елементів у складній речовині. Продукти – нові проста і складна речовини.
- У реакціях обміну реагенти – дві складні речовини. Під час реакції вони обмінюються складовими частинами – утворюються дві нові складні речовини.

**Перевірте себе**

1. За якими ознаками класифікують хімічні реакції? 2. На які типи класифікують хімічні реакції за кількістю та складом реагентів і продуктів? 3. Які реакції називають реакціями розкладу? 4. Які реакції протилежні реакціям розкладу? Чому? 5. Які реакції називають реакціями заміщення? Обміну? 6. За яких умов відбуваються в розчинах реакції заміщення між: а) металами та кислотами; б) металами та солями; в) металами та водою? 7. За яких умов відбуваються реакції обміну між електролітами в розчинах?

**Застосуйте свої знання й уміння**

8. Визначте, про які реакції йдеться в уривках художніх текстів: а) «Шипить та куриться вапно, що його гасять у великих дощаних скринях» (Іван Франко. Муляр); б) «У ту мить спалахнув магній і заскрекотів кіноапарат» (Карел Чапек. Війна з саламандрами). Які зовнішні ефекти перебігу реакцій описано? Складіть відповідні хімічні рівняння. Класифікуйте реакції за кількістю та складом реагентів і продуктів.

*9. Проаналізуйте уривок реферату, в якому описано корисну модель¹: «Тестер для визначення справжності золота й срібла складається з пластмасового корпусу – резервуара з водою. На одному його кінці – наконечник для подавання води, на іншому – елемент, зроблений зі сплаву аргентум(I) нітрату з калій нітратом. На корпусі розташовано пилку з алмазним напиленням. По обидва боки корпусу є ковпачки, що закривають наконечник для подавання води, і елемент зі сплаву нітратів. В один або обидва ковпачки вмонтовано магніт». Поясніть, як, на вашу думку, потрібно проводити перевірку золота і срібла на справжність з використанням цього тестера. За якими ознаками можна виявити домішки міді, цинку, олова в досліджуваному об'єкті? Для чого в наборі потрібна пилка? Відповідь обґрунтуйте рівняннями реакцій у повній і скороченій йонних формах.

*10. До недавнього часу на очисних спорудах промислових стічних вод як реагент використовували вапняне молоко (водну суспензію кальцій гідроксиду). У цього методу є низка недоліків (*поміркуйте яких*), яких можна уникнути, якщо використовувати замість вапняного молока розчин натрій гідроксиду. Складіть у повній і скороченій йонних формах рівняння реакцій осадження катіонів Феруму(III) і Купруму(II) цими реагентами.

11. До складу антацидних (проти печії) лікарських препаратів «Маалокс» і «Алмагель» входять магній гідроксид і алюміній гідроксид. Складіть рівняння реакцій цих сполук із хлоридною кислотою – головним складником шлункового соку. Класифікуйте реакції за кількістю та складом реагентів і продуктів. Запишіть їхні рівняння в повній і скороченій йонних формах. Визначте, які йони в складі шлункового соку є причиною печії.

*12. Наведіть приклади реакцій: а) сполучення, у рівнянні якої сума коефіцієнтів становить 11; б) обміну, у рівнянні якої сума коефіцієнтів становить 12; в) заміщення, у рівнянні якої сума коефіцієнтів становить 7.

*13. Скористайтеся різноманітними джерелами інформації, відшукайте приклади рівнянь хімічних реакцій, які за формальними ознаками не можна віднести до жодного з типів, розглянутих у цьому параграфі.

**Творча майстерня**

14. Уявіть себе:

• художником або художницею, яким доручили ілюструвати підручник хімії для дев'ятикласників і дев'ятикласниць. Намалуйте комікси, що зображують хімічні реакції

¹Винахід (корисна модель) – результат інтелектуальної діяльності людини в будь-якій сфері технології. Набуття права інтелектуальної власності на нього засвідчується патентом.

сполучення, розкладу, заміщення, обміну. Якщо вмієте працювати з відповідними комп'ютерними програмами, створіть анімаційний фільм;

- режисером або режисеркою навчального фільму, в якому йдеться про класифікацію хімічних реакцій за кількістю та складом реагентів і продуктів реакції. Жанр фільму – мюзикл. Ролі атомів, молекул, йонів речовин можуть виконати ваші однокласники та однокласниці, приятелі та приятельки, родичі тощо. Вони ж можуть узяти на себе функції художників і художниць з костюмів, фахівців і фахівчинь з дизайну, відеознімання, постановки. Напишіть сценарій такого фільму, зніміть його й презентуйте.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=g-biRwAVTV8>

https://www.youtube.com/watch?v=d58UcB_Yb2Q

<https://www.youtube.com/watch?v=tE4668aarck>

<https://www.youtube.com/watch?v=nsEkKliOz7Q>

<http://uvelirobzor.com/lyapisnyi-karandash/>

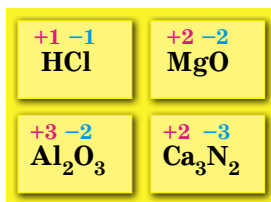
§ 18. Окисно-відновні реакції

Після опрацювання параграфа ви зможете:

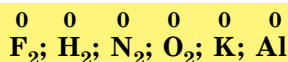
- класифікувати реакції за ознакою зміни ступенів окиснення;
- наводити приклади та розрізняти окисно-відновні реакції та реакції без зміни ступенів окиснення, окисники та відновники;
- характеризувати процеси окиснення, відновлення;
- обґрунтовувати процеси окиснення та відновлення з погляду електронної будови атомів;
- складати рівняння найпростіших окисно-відновних реакцій на основі електронного балансу;
- характеризувати процеси окиснення та відновлення, роль окисно-відновних процесів у довіллі.

Ступінь окиснення є загальною характеристикою атомів хімічних елементів. Так називають *умовний* заряд, який виникає на атомі внаслідок переходу електронів від одних атомів до інших або зміщення спільних електронних пар у бік атомів більш електронегативних елементів. Незважаючи на широке застосування в хімії, поняття «ступінь окиснення» є суто формальним. Наприклад, у молекулі гідроген хлориду експериментально визначені часткові заряди на атомах Гідрогену й Хлору становлять +0,17 і −0,17 (а ступені окиснення +1 і −1). У кристалах цинк сульфіді часткові заряди на атомах Цинку і Сульфору дорівнюють +0,86 і −0,86. Однак формальні ступені окиснення цих елементів у сполученні становлять +2 і −2 відповідно.

Ступені окиснення позначають у формулах речовин над символами елементів:



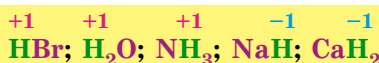
Ступінь окиснення елементів у простих речовинах дорівнює нулю:



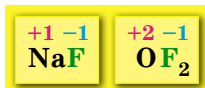
Максимальний позитивний ступінь окиснення елемента зазвичай дорівнює номеру групи, у якій він розміщений.

Мінімальний (негативний) ступінь окиснення неметалічного елемента дорівнює різниці між номером групи й числом вісім.

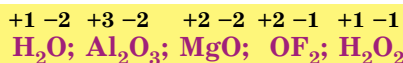
Ступінь окиснення Гідрогену в сполуках з неметалічними елементами зазвичай становить +1, а з металічними – -1:



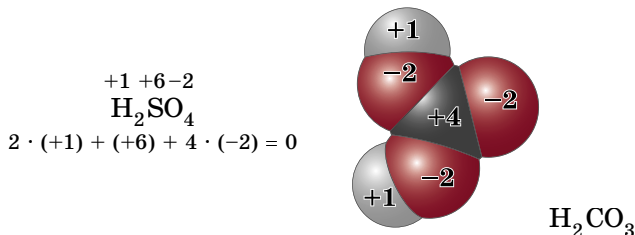
Флуор у всіх сполуках з іншими елементами має ступінь окиснення -1:



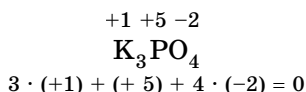
Оксиген майже в усіх сполуках з іншими елементами виявляє ступінь окиснення -2. Утім трапляються й сполуки, де цей елемент має ступінь окиснення -1. У сполуці з Флуором ступінь окиснення Оксигену +2:



Сума ступенів окиснення всіх атомів у сполуці дорівнює нулю (*перевіряється в цьому на прикладі сульфатної та карбонатної кислот*):



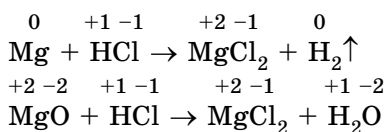
Визначення ступенів окиснення елементів за формулами сполук розгляньмо докладніше. Наприклад, з'ясуємо, які ступені окиснення Калію, Фосфору та Оксигену у калій ортофосфаті K_3PO_4 . Ступінь окиснення Калію становить +1, він дорівнює номеру групи, у якій розміщений цей хімічний елемент. Ступінь окиснення Оксигену в сполуках зазвичай дорівнює -2. Сума ступенів окиснення трьох катіонів Калію становить $3 \cdot (+1) = 3$. Сума ступенів окиснення чотирьох атомів Оксигену становить $4 \cdot (-2) = -8$. Додавши ці два числа, дістанемо -5. Тож ступінь окиснення Фосфору має бути +5, адже сума ступенів окиснення всіх атомів у сполуці дорівнює нулю:



Зміна ступенів окиснення хімічних елементів (чи їхня незмінність) – одна з ознак, за якими класифікують хімічні реакції.

Окисно-відновні реакції супроводжуються переходом або зміщенням валентних електронів від атомів з меншою електронегативністю до атомів з більшою електронегативністю (рис. 18.1).

З-поміж двох реакцій – взаємодії хлоридної кислоти з магнієм та магній оксидом – лише одна є окисно-відновною. Щоб визначити, яка саме, запишімо їхні схеми й зазначмо ступені окиснення елементів:



Вочевидь, унаслідок перебігу реакції між магній оксидом і хлоридною кислотою ступені окиснення елементів не змінюються. Натомість реакція магнію з хлоридною кислотою є окисно-відновною.



Визначте, яка з-поміж двох реакцій є окисно-відновною – горіння сірки чи реакція між калій гідроксидом і нітратною кислотою.

Процес утрачання електронів атомом називають *окисненням*, а процес приєднання електронів – *відновленням*. Атоми або йони, які приєднують електрони, називають *окисниками*, а ті, які віддають електрони, – *відновниками* (рис. 18.1).

У розглянутій реакції між магнієм і хлоридною кислотою Магній – відновник (*поясніть чому*), Гідроген – окисник (*поясніть чому*).

Унаслідок окиснення відновника його ступінь окиснення зростає, натомість відновлення окисника веде до зменшення його ступеня окиснення (рис. 18.2).

Також окисниками чи відновниками називають речовини, до складу яких входять атоми або йони, що окиснилися чи відновилися. Тобто окисниками чи відновниками можуть бути атоми, молекули, прості й складні йони. Наприклад, атоми металічних елементів (відновники) унаслідок утрачання електронів окиснюються й перетворюються на катіони:

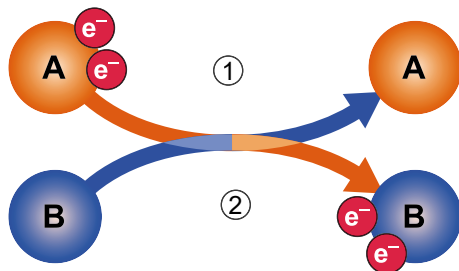
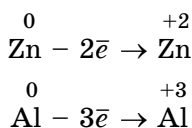
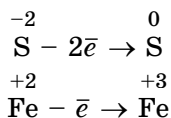


Рис. 18.1. Окисно-відновний процес. 1. Окиснення: відновник А втрачає електрони й окиснюється. 2. Відновлення: окисник В приєднує електрони й відновлюється

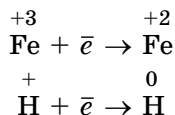


Рис. 18.2. Зміна ступенів окиснення внаслідок окиснення відновника та відновлення окисника

Йони металічних і неметалічних елементів здатні як віддавати електрони, що супроводжується підвищенням ступеня окиснення:



так і приєднувати їх:



Визначивши ступені окиснення хімічних елементів у речовині за її хімічною формулою, можна спрогнозувати, який з елементів виявлятиме окисні, а який – відновні властивості. Наприклад, ступінь окиснення Нітрогену в нітратній кислоті максимальний (*який саме?*), а в леткій сполуці з Гідрогеном (амоніаку) – мінімальний (*який саме?*). Це означає, що атом Нітрогену в складі нітратної кислоти не має електронів, щоб їх віддати, тому виявляє лише окисні властивості. У молекулі амоніаку зовнішній енергетичний рівень атома Нітрогену завершений, тому жодного електрона він прийняти не може. Отже, виявляє лише відновні властивості. У нітроген(II) оксиді Нітроген має проміжний ступінь окиснення (*який саме?*). Тож може бути як окисником, так і відновником.

Окиснення та відновлення – дві протилежні сторони одного окисно-відновного процесу. Кількість електронів, які приймає окисник, дорівнює кількості електронів, які віддає відновник, – існує *електронний баланс*. Методом електронного балансу добирають коефіцієнти в окисно-відновних реакціях. Розгляньмо це докладніше на прикладі реакції між натрієм і хлором (рис. 18.3).

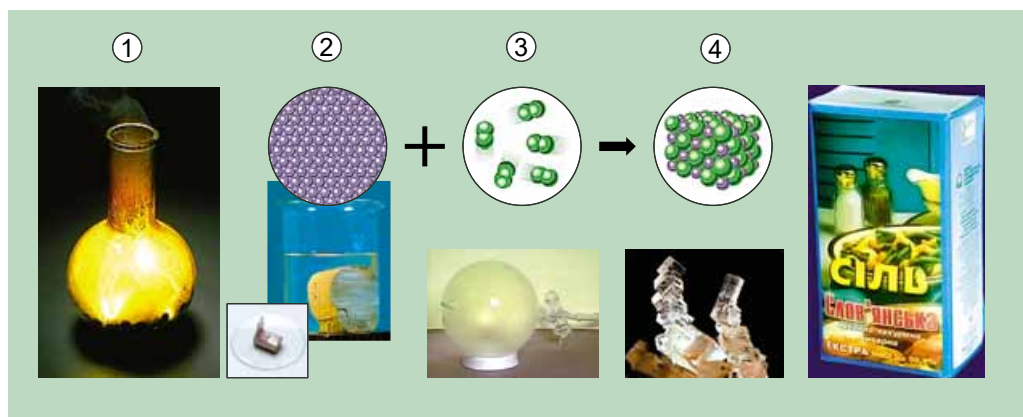
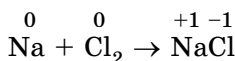
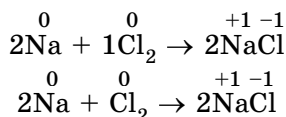
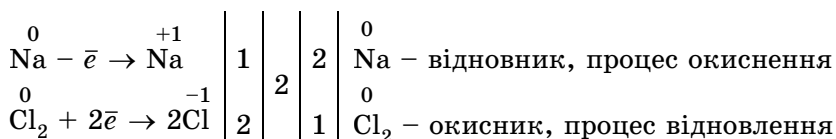


Рис. 18.3. Окисно-відновна реакція (1) супроводжується помітними зовнішніми ефектами (*опишіть їх*). Натрій хлорид (4) – продукт реакції між натрієм (2) і хлором (3)

Позначимо в хімічних формулах реагентів і продуктів реакції ступені окиснення хімічних елементів:



Вочевидь, Натрій і Хлор змінили ступені окиснення, тож складімо схеми переходу електронів. Кількість відданих і приєднаних електронів запишімо за вертикальною рисою праворуч. Щоб дотримати електронного балансу, обчислимо найменше спільне кратне для кількості відданих і приєднаних електронів: воно дорівнює двом. Зазначімо найменше спільне кратне після другої вертикальної риски. Діленням найменшого спільного кратного на кількості відданих і приєднаних електронів дістанемо додаткові множники, які будуть коефіцієнтами перед відповідними формулами в хімічному рівнянні. Позначмо після третьої вертикальної риски окисник і відновник, а після четвертої – процеси окиснення і відновлення. Доберімо решту коефіцієнтів:



Узагальнити набуті знання про складання рівнянь окисно-відновних реакцій методом електронного балансу вам допоможе алгоритм, зображений на рисунку 18.4.



Рис. 18.4. Алгоритм складання рівнянь окисно-відновних реакцій методом електронного балансу

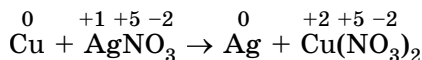
Застосуємо цей алгоритм під час складання рівняння реакції між міддю та аргентум(I) нітратом у розчині (рис. 18.5).



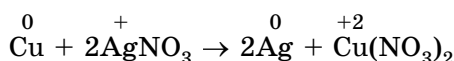
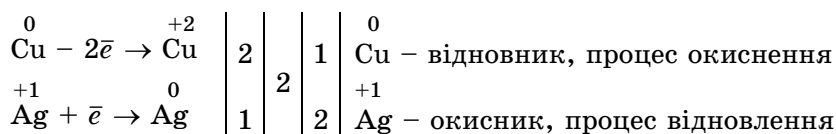
Рис. 18.5. Реакція між міддю та аргентум(I) нітратом у розчині.

1. Катіони Аргентуму(I) Ag^+ .
2. Атоми міді Cu .
3. Катіони Купруму(II) Cu^{2+} .
4. Атоми срібла Ag .

Позначмо ступені окиснення атомів хімічних елементів у реагентах і продуктах реакції:

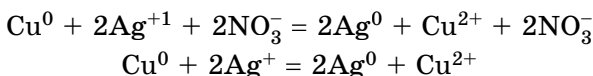


Оскільки Купрум та Аргентум змінили ступені окиснення, складімо схеми переходу електронів. Обчислимо найменше спільне кратне для кількості відданих і приєднаних електронів і додаткові множники, які будуть коефіцієнтами перед формулами відповідних сполук у рівнянні реакції. Доберемо решту коефіцієнтів:



Зверніть увагу: важливо перевірити, чи правильно складено рівняння. Якщо поміж реагентів і продуктів реакції є оксигеновмісні речовини, потрібно порівняти кількість атомів Оксигену в лівій і правій частинах рівняння.

Реакція між міддю й аргентум(I) нітратом відбувається в розчині. Тож маємо підстави записати її йонні рівняння – повне й скорочене:



Зі скороченого йонного рівняння випливає, що суть цієї окисно-відновної реакції – окиснення атомів Купруму катіонами Аргентуму(I) (або відновлення катіонів Аргентуму(I) атомами Купруму).

Знання про окисно-відновні процеси допоможе вам по-новому подивитися на принцип розташування металів у ряді активності (рис. 18.6) й глибше осягнути його.

Сильні відновники	Реакції окиснення			Слабкі відновники
Li → Li⁺ + e⁻ K → K⁺ + e⁻ Ba → Ba²⁺ + 2e⁻ Ca → Ca²⁺ + 2e⁻ Na → Na⁺ + e⁻ ①	Mg → Mg²⁺ + 2e⁻ Al → Al³⁺ + 3e⁻ Mn → Mn²⁺ + 2e⁻ Zn → Zn²⁺ + 2e⁻ Cr → Cr³⁺ + 3e⁻ Fe → Fe²⁺ + 2e⁻ ②	Co → Co²⁺ + 2e⁻ Ni → Ni²⁺ + 2e⁻ Sn → Sn²⁺ + 2e⁻ ③	H₂ → 2H⁺ + 2e⁻	Cu → Cu²⁺ + 2e⁻ Ag → Ag⁺ + e⁻ Hg → Hg²⁺ + 2e⁻ Pt → Pt²⁺ + 2e⁻ Au → Au³⁺ + 3e⁻ ④

Рис. 18.6. 1. Метали, які легко відновлюють атоми Гідрогену з води. 2. Метали, які відновлюють гідроген-катіони з розчинів кислот й атоми Гідрогену з перегрітої водяної пари. 3. Метали, які відновлюють гідроген-катіони з розчинів кислот.

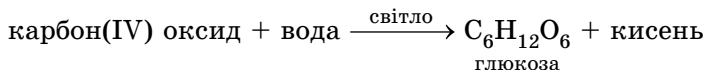
4. Ці метали не здатні відновити катіони Гідрогену з розчинів кислот

Цікаво і пізнавально



Рис. 18.7. Писаржевський Лев Володимирович (1874–1938). Український науковець у галузі фізичної хімії. Доктор хімічних наук, дійсний член Академії наук УРСР (1925) та Академії наук СРСР (1930). Лауреат Ленінської премії (1930), лауреат Ломоносовської премії (1899, разом з Петре Мелікішвілі). Основні праці присвячено властивостям і будові пероксидів і надкислот, дослідженню впливу розчинника на хімічну рівновагу та вільну енергію хімічних реакцій, проблемам хімії з погляду електронних уявлень. Створив основи електронної теорії окисно-відновних реакцій, запропонував теорію гальванічного елемента. Заклав основи електронної теорії гетерогенного каталізу. Ім'я академіка в 1938 році було присвоєно Інституту фізичної хімії, який він заснував і де працював останні роки

Значення реакцій окиснення та відновлення в природі, техніці й повсякденному житті важко переоцінити. Окисно-відновні процеси надзвичайно поширені. Дихання, кровообіг, обмін речовин у живих організмах пов'язані з окисно-відновними реакціями. Фотосинтез у рослин також є окисно-відновним процесом:

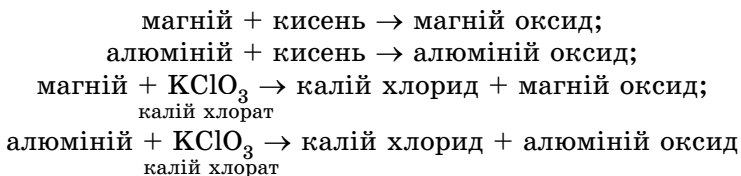


Феєрверк – захопливе видовище (рис. 18.8).

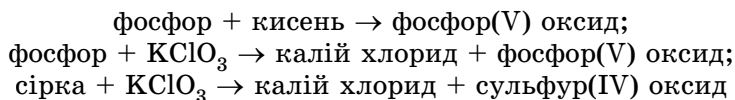


Рис. 18.8. Застосування окисно-відновних реакцій у піротехніці. Святковий феєрверк на честь Дня Києва на майдані Незалежності (1) і шоу феєрверків на Оболонській набережній (2)

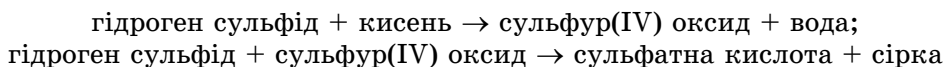
До складу будь-якої піротехнічної суміші входять речовини-окисники й горючі речовини-відновники. Ось декілька прикладів окисно-відновних реакцій між ними:



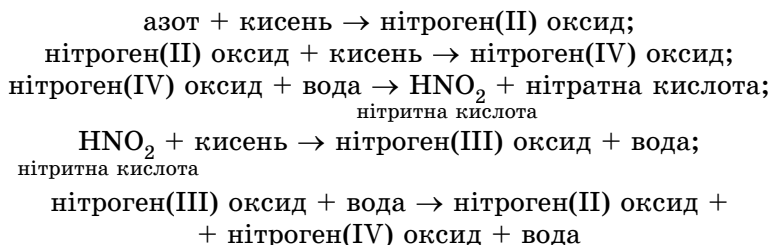
Окисно-відновні реакції відбуваються й тоді, коли ми запалюємо сірник. До складу головки сірника входить сірка, а на бічну стінку коробки нанесено суміш червоного фосфору з калій хлоратом. Теплової енергії, яка виділяється внаслідок тертя головки сірника об стінку коробки, достатньо, щоб унаслідок сублімації червоного фосфору утворився білий фосфор – легкозаймиста речовина. Він взаємодіє з киснем повітря з виділенням великої кількості теплоти, необхідної для подальшого перебігу низки окисно-відновних реакцій:



Руйнівне явище виверження вулканів супроводжується виділенням отруйних газів, зокрема гідроген сульфід, сульфур(IV) оксиду, які вступають у різноманітні окисно-відновні реакції, як-от:



Під час грози також відбуваються окисно-відновні процеси. Унаслідок цього ґрунт збагачується солями нітратної кислоти, яка утворюється з нітроген(IV) оксиду:



Не злічити всіх окисно-відновних процесів навколо нас! Це й горіння палива, і окисно-відновні реакції в електричному акумуляторі, і фотографічні процеси. Виробництво кисломолочних продуктів і хлібобулочних виробів, згіркнення вершкового масла, вибілювання й дезінфекція, фарбування та хімічна завивка волосся, ржавіння заліза, потемніння срібла, поява патини на бронзових пам'ятниках тощо пов'язані з процесами окиснення та відновлення. Добування неорганічних і органічних речовин, очищення повітря, природних і стічних вод також ґрунтуються на окисно-відновних процесах.

Біогаз (докладніше про нього ви дізнаєтеся з § 27) – суміш метану й вуглекислого газу – також продукт окисно-відновних процесів. Біогаз утворюється у спеціальних реакторах (метантенках) унаслідок бродіння органічних відходів без доступу повітря. Перевага процесу переробки біомаси – значно менший уміст хвороботворних мікроорганізмів у його

відходах, ніж у первинному матеріалі. Енергія, одержувана під час спалювання біогазу, сягає від 60 до 90 % тієї, яку мав первинний матеріал.

Саме про енергетичні ефекти хімічних реакцій ітиметься в наступному параграфі.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Ступінь окиснення – загальна характеристика атомів хімічних елементів.
- Зміна ступенів окиснення хімічних елементів (чи їхня незмінність) – одна з ознак, за якими класифікують хімічні реакції.
- Окисно-відновні реакції супроводжуються переходом або зміщенням валентних електронів від атомів з меншою електронегативністю до атомів з більшою електронегативністю.
- Окиснення – процес утрачання електронів атомом або йоном, відновлення – процес, протилежний окисненню.
- Окисники приєднують електрони, відновники – віддають.
- Кількість електронів, які приймає окисник, дорівнює кількості електронів, які віддає відновник.
- Методом електронного балансу добирають коефіцієнти в окисно-відновних реакціях.
- Окисно-відновні реакції дуже поширені й широко застосовані.

Перевірте себе

1. Що таке ступінь окиснення? 2. На які типи поділяють хімічні реакції за ознакою зміни ступенів окиснення хімічних елементів чи їхньої незмінності? 3. Чим процес окиснення відрізняється від процесу відновлення? Окисник – від відновника? 4. Що таке електронний баланс в окисно-відновних реакціях? 5. Для чого застосовують метод електронного балансу? 6. У чому полягає значення окисно-відновних реакцій?

Застосуйте свої знання й уміння

7. Визначте, які з наведених схем відповідають окисно-відновним реакціям, перетворіть їх на хімічні рівняння методом електронного балансу:

- карбон(II) оксид + кисень $\rightarrow$ карбон(IV) оксид;
- карбон(IV) оксид + кальцій оксид $\rightarrow$... ;
- цинк + хлоридна кислота $\rightarrow$... + ...;
- натрій гідроксид + сульфатна кислота $\rightarrow$... + ...;
- сульфур(IV) оксид + натрій гідроксид;
- водень + кисень $\rightarrow$...

8. Наведіть по два приклади окисно-відновних реакцій, які водночас є реакціями: а) сполучення; б) розкладу; в) заміщення.

9. На уроці української мови учні наводили приклади антонімів. Марійка і Олесь виконали завдання, склавши таку таблицю. Оцініть правильність виконання завдання, аргументуйте свою думку.

Кислий	Лужний
Окисник	Відновлення
Аналіз	Синтез
Сполучення	Заміщення
Катіон	Аніон

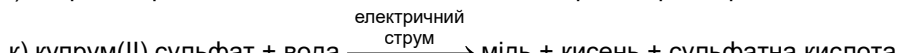
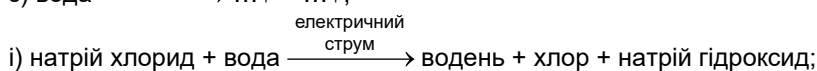
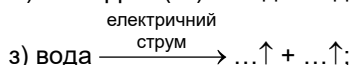
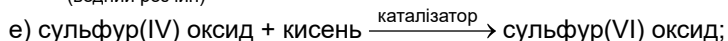
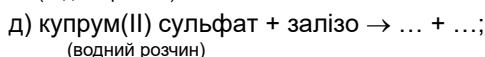
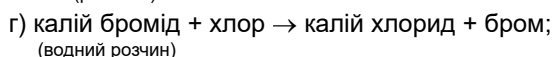
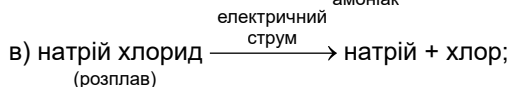
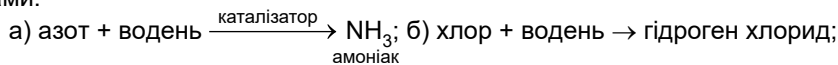
10. Руслана і Назар, характеризуючи реакцію заліза із сіркою з погляду окиснення-відновлення, вжили такі слова: метал, неметал, оксид, відновник, окиснення, відновлення, залізна ожарина. Оцініть правильність виконання завдання, аргументуйте свою думку.

11. Проаналізуйте зміст третьої колонки таблиці 17.1 і визначте, про що ви дізналися і чого навчилися, опрацювавши параграф.

12. За власним вибором або за порадою вчителя чи вчительки хімії схарактеризуйте з погляду окиснення-відновлення одну чи декілька реакцій. Для реакцій, що відбуваються за участю електролітів у водних розчинах, запишіть повні й скорочені йонні рівняння.

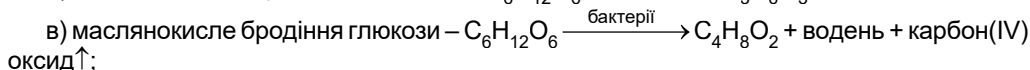
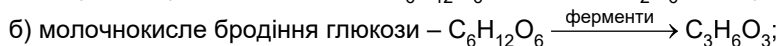
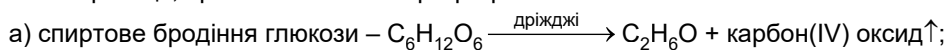
А. Реакції, схеми яких наведено в параграфі.

Б. Реакції промислового добування неорганічних речовин, що відбуваються за схемами:

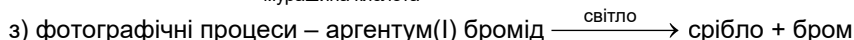
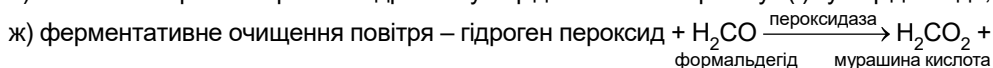
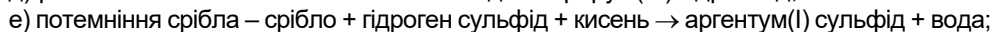
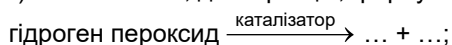


В. Горіння палива (водню, вугілля, метану CH_4 , пропану C_3H_8 , бутану C_4H_{10})¹.

Г. Інші реакції, про які йшлося в параграфі:



г) вибілювання, дезінфекція, фарбування, хімічна завивка волосся –



¹Пригадайте: ступінь окиснення є суто умовною величиною, не має фізичного змісту. Ступінь окиснення, на відміну від валентності, може мати позитивне, негативне, нульове і дробове значення. Докладніше: http://www.e-osnova.ru/PDF/osnova_6_0_1.pdf



Теорча майстерня

13. Дізнайтеся, використавши різноманітні джерела інформації, про так звані дерева Діани, Юпітера та Сатурна. Яке із цих «дерев» не можна вирощувати в шкільній хімічній лабораторії? Чому?

Під керівництвом учителя або вчительки хімії виконайте безпечні досліди й зафіксуйте спостереження.

Схарактеризуйте пророблені реакції з погляду окиснення-відновлення.

За результатами дослідження підготуйте презентацію.

§ 19. Екзотермічні та ендотермічні реакції

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- класифікувати реакції за тепловим ефектом;
- наводити приклади екзо- та ендотермічних реакцій, розрізняти їх, оцінювати їхнє значення;
- складати термохімічні рівняння.

Тепловий ефект хімічної реакції – один із численних зовнішніх ефектів, що супроводжують перетворення одних речовин на інші (*назвіть інші зовнішні ефекти, які свідчать про перебіг хімічних реакцій*).

Унаслідок хімічних реакцій руйнуються зв'язки в речовинах-реагентах, утворюються нові зв'язки, і, як наслідок, – нові речовини (*як їх називають?*). Ці процеси супроводжуються виділенням або поглинанням енергії. (*Наведіть приклади виділення або поглинання теплоти під час розчинення речовин у воді*).

Чи можна стверджувати, що речовини ще до реакції мають певну енергію у «прихованій» формі? Спробуймо відповісти на це запитання. Під час вивчення фізики ви дізналися про хімічну, електричну, механічну, ядерну, сонячну форми існування енергії. Відповідно до різних форм енергії по-різному виявляються й *енергетичні ефекти* хімічних реакцій.

Пригадаймо, розкласти воду на водень і кисень можна дією електричного струму – *електролізом*. Потрібна для цього електрична енергія виділяється внаслідок перебігу окисно-відновних реакцій під час роботи акумулятора. Згоряння магнію супроводжується виділенням тепла та світла.

Фотосинтез, розкладання хлориду й бромиду Аргентуму(I) у фотографічному процесі відбувається з поглинанням квантів світла. Також унаслідок перебігу хімічних реакцій може виконуватися механічна робота – наприклад, під час вибуху або роботи двигуна внутрішнього згоряння.

Усі ці факти доводять існування внутрішньої енергії, яка «прихована» у речовинах і вивільняється під час хімічних процесів. Тобто хімічні реакції супроводжуються зміною не лише складу й будови речовин, а й зміною їхньої внутрішньої енергії.

Енергію, виділену або поглинуту системою під час перебігу в ній хімічної реакції, називають *тепловим ефектом реакції*. Це різниця між внутрішньою енергією продуктів реакції і реагентів (рис. 19.1).

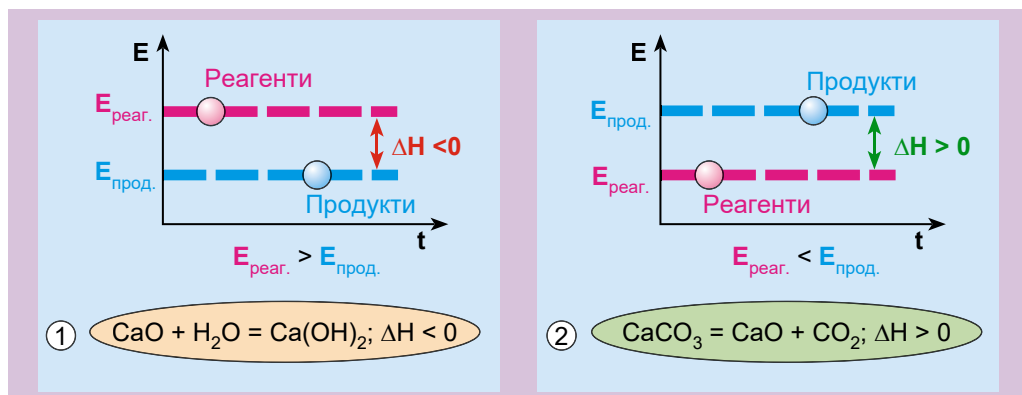


Рис. 19.1. Енергетичні ефекти екзо- (1) та ендотермічної (2) реакцій

Його позначають ΔH , вимірюють у Дж, кДж тощо. Тепловий ефект хімічної реакції залежить від природи реагентів, їхньої кількості та агрегатного стану, тиску тощо. Тому з метою стандартизації теплові ефекти зазначають для температури 25°C і тиску 10^5 Па.

Теплові ефекти визначають експериментально за допомогою спеціальних приладів (рис. 19.2).

На практиці обчислюють теплові ефекти для оцінювання теплоти згоряння речовин, теплотворної здатності палива, енергетичної цінності харчових продуктів.

Екзотермічні та ендотермічні реакції розрізняють саме за їхніми *тепловими ефектами* (рис. 19.1). Наприклад, згоряння вугілля, нейтралізація кислот лугами, сполучення цинку із сіркою супроводжуються виділенням значної кількості теплоти. Такі реакції називають *екзотермічними*. Екзо (грец. ἐξω) означає «назовні». До екзотермічних належать усі реакції горіння.

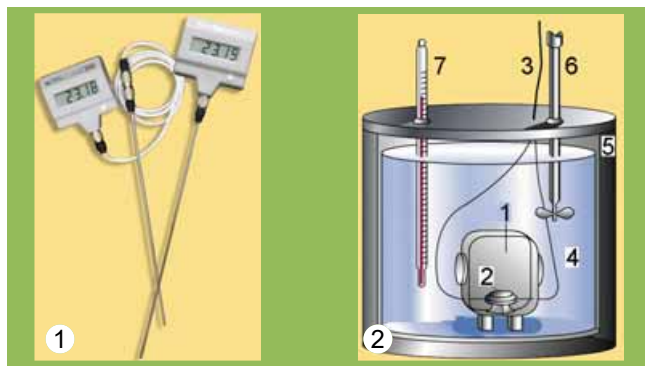


Рис. 19.2. Прилади для вимірювання теплового ефекту хімічних реакцій. 1. Електротермометр і комп'ютерні датчики. 2. Бомбовий калориметр – це міцна посудина-бомба (1), що заповнена чистим киснем, герметично закривається й оточена «водяною сорочкою» (4). Зразок горючої речовини відомої маси поміщають у тигель (2) всередині бомби й підпалюють електричною іскрою. Цифрою 3 позначено електричні дроти для підпалу зразка, 5 – теплоізоляційний корпус, 6 – мішалка, 7 – термометр

Цікаво і пізнавально

Уперше перебіг реакції цинку із сіркою дослідив і описав шведський хімік Георг Брандт. Він змішав тонко подрібнені сірку масою 1 г та цинк масою 2 г, а потім торкнувся суміші розпеченим сталевим шпателем. Спалахнуло полум'я, з'явився густий білий дим (рис. 19.3).



Рис. 19.3. Реакція сірки із цинком

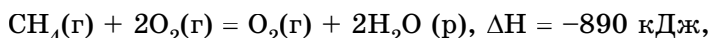
Перебіг реакцій термічного розкладання кальцій карбонату, калій перманганату, малахіту потребує безперервного надходження теплоти ззовні. Без нагрівання ці реакції негайно припиняються. Їх називають *ендотермічними* (грец. *ἐνδó* – назовні).

Ендотермічна реакція: реагенти + теплота → продукти.

Екзотермічна реакція: реагенти → продукти + теплота.

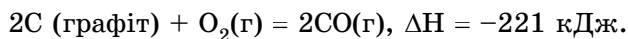
Чимало реакцій розкладу – ендотермічні, однак поміж них трапляються й екзотермічні. Визначмо, екзо- чи ендотермічною реакцією є розкладання амоній дихромату (про це йшлося в § 17) – так званий вулкан Беттгера. Щоб розпочалася реакція, сполуку нагрівають – торкаються запаленою скіпкою чи розпеченою скляною паличкою. Подальший інтенсивний перебіг реакції не потребує нагрівання й супроводжується виділенням чималої кількості теплової й світлової енергії. Ця реакція – екзотермічна.

Термохімічне рівняння – рівняння хімічної реакції, у якому зазначають агрегатні стани речовин і для якого наводять числове значення теплового ефекту. Наприклад, термохімічне рівняння реакції горіння метану – головного складника природного газу – таке:

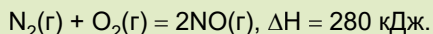


де (г) – газ, (р) – рідина. Тверду речовину позначають (т).

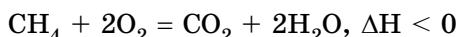
Тепловий ефект відповідає тій кількості метану, яка визначена рівнянням реакції, – 1 моль. А тепловий ефект неповного згоряння графіту зазначено для речовини кількістю 2 моль:



Прокоментуйте термохімічне рівняння окиснення нітроген(II) оксиду:



Якщо агрегатні стани учасників реакції очевидні й не потребують уточнення, то ці відомості в термохімічному рівнянні можна не зазначати. Тож трапляються й спрощені записи термохімічних рівнянь:



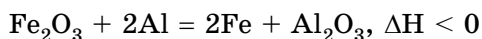
За ними також можна класифікувати хімічні реакції на екзо- та ендотермічні, але вони не дають уявлення про числове значення теплового ефекту.

Значення теплових ефектів, якими супроводжуються хімічні реакції, важко переоцінити. Горіння водню, деревини, вугілля, мазуту, природного газу – приклади екзотермічних реакцій, які використовують у промисловості та побуті для вироблення енергії, одержання високотемпературного полум'я (рис. 19.4).



Рис. 19.4. Застосування екзотермічних реакцій. 1. Твердопаливний котел – якісне, надійне, перевірене часом опалювальне обладнання. Паливо – деревина, деревні, торфо- та тирсобрикети, брикетована солома тощо. 2. Головне – правильно організувати облік тепла в оселі... 3. Зварювання й різання металу за допомогою воднево-кисневого пальника

Видобування металів методом металотермії – екзотермічний процес. Наприклад, у реакції ферум(III) оксиду з алюмінієм



(так званий *термітний процес*) унаслідок виділення великої кількості теплової енергії температура сягає 2400 °С, тому залізо плавиться (рис. 19.5).



Рис. 19.5. Термітний процес, який винайшов у 1898 р. німецький інженер Ганс Гольдшмідт, супроводжується виділенням великої кількості теплоти. Тому його застосовують для зварювання й різання металів. **Завдання.** Схарактеризуйте термітний процес з погляду окиснення-відновлення, класифікуйте цю реакцію за числом і складом реагентів і продуктів

Цікаво і пізнавально

Термітні суміші використовують у запалювальних бомбах з оболонкою з магнієвого сплаву. Унаслідок горіння утворюються розплавлені вогненно-рідкі шлаки, які запалюють магнієвий сплав оболонки бомби. Температура спалаху термітних сумішей становить близько 1300 °С, а температура горіння сягає 3000 °С. Під час горіння терміт може пропалити розплавленими шлаками металеву поверхню без утворення великого відкритого полум'я.

Окиснення жирів, вуглеводів, білків в організмах – екзотермічні реакції – джерело енергії, яке забезпечує їхню життєдіяльність.

На ендотермічних процесах ґрунтуються промислові й лабораторні способи добування неорганічних і органічних сполук. Наприклад, випалювання вапняку для одержання негашеного вапна – ендотермічна реакція. Так само ендотермічним процесом є розкладання метану CH_4 для добування сажі й водню. Ендотермічні реакції використовують у лабораторній практиці, побуті, медицині для швидкого охолодження. Важливу роль відіграють ендотермічні реакції у природі, наприклад, фотосинтез, утворення озону з кисню, окиснення азоту до нітроген(II) оксиду внаслідок електричного розряду блискавки – супроводжуються поглинанням енергії.

Цікаво і пізнавально

Основним матеріалом у давньоруському будівництві було вапно. Отримували його випалюванням вапняку в спеціальних печах. У Києві під час земляних робіт на Іринінській вулиці виявлено кола обпаленої до червоного кольору материкової глини. Дослідження показало, що це залишки печей для випалювання вапна.

Чи залежить від теплового ефекту реакції її швидкість, які чинники впливають на неї, ви дізнаєтеся з наступного параграфа.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Хімічні реакції супроводжуються не лише зміною складу та будови речовин, а й зміною їхньої внутрішньої енергії.
- Тепловий ефект реакції – це енергія, виділена або поглинута системою під час перебігу в ній хімічної реакції.
- Екзотермічні реакції супроводжуються виділенням теплоти, а ендотермічні – її поглинанням.
- Термохімічне рівняння – рівняння хімічної реакції, у якому зазначають агрегатні стани речовин і для якого наводять числове значення теплового ефекту.
- Тепловий ефект відповідає тій кількості речовини, яка визначена рівнянням реакції.
- Екзо- та ендотермічні реакції широко використовують у промисловості та побуті, вони відіграють велику роль у життєдіяльності організмів.



Перевірте себе

1. Що таке тепловий ефект хімічної реакції? 2. Які реакції називають екзотермічними? Ендотермічними? 3. Чому під час одних реакцій енергія виділяється, а під час інших – поглинається? 4. Чому дорівнює тепловий ефект хімічної реакції? 5. Від яких чинників залежить тепловий ефект хімічної реакції? 6. Наведіть приклади екзо- та ендотермічних реакцій, опишіть їхнє застосування.



Застосуйте свої знання й уміння

7. Класифікуйте хімічні реакції за тепловим ефектом:

- $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$, $\Delta H = 184,6 \text{ кДж}$;
- $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\Delta H > 0$;

- в) $\text{CaCO}_3(\text{т}) = \text{CaO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$, $\Delta H = 279 \text{ кДж}$;
 г) $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$, $\Delta H = -566,02 \text{ кДж}$;
 д) $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{р})$, $\Delta H = 571,6 \text{ кДж}$;
 е) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, $\Delta H < 0$;
 ж) $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$, $\Delta H = -100,26 \text{ кДж}$;
 з) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$, $\Delta H > 0$;
 і) $2\text{CH}_4(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}(\text{г}) + 4\text{H}_2(\text{г})$, $\Delta H = -71,2 \text{ кДж}$;
 к) $\text{CaCO}_3(\text{т}) = \text{CaO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$, $\Delta H = 178,5 \text{ кДж}$.

8. Перша упаковка, що сама розігріває їжу, розроблена для кави. Вона складається з двох алюмінієвих шарів, у зовнішній камері – вода, у внутрішній – кальцій оксид (негашене вапно). Споживач натискає на кнопку в нижній частині банки, вода змішується з негашеним вапном і починається екзотермічна реакція. У результаті менш ніж за три хвилини вміст банки нагрівається до температури 50–55 °С. Класифікуйте цю реакцію за тепловим ефектом, запишіть її термохімічне рівняння.

9. Щоб виготовити хімічну грілку, у мішечок з водонепроникного матеріалу вміщують суміш купрум(II) хлориду, порошку алюмінію та наповнювача (деревних ошурок). Після добавлення води відбувається хімічна реакція, яка супроводжується виділенням великої кількості теплоти. Поясніть, чому реакція відбувається лише після добавлення води. Класифікуйте цю реакцію за тепловим ефектом, запишіть її термохімічне рівняння. Розгляньте реакцію між металом і сіллю в розчині з погляду окиснення-відновлення та електролітичної дисоціації. Визначте, у чому полягає суть цієї реакції.

10. Запишіть два рівняння реакції нейтралізації в повній і скороченій йонних формах. Поясніть, у чому полягає суть реакції нейтралізації. Висловіть припущення, чому всі реакції нейтралізації мають приблизно однаковий тепловий ефект.

11. Проаналізуйте зміст третьої колонки таблиці 17.1 і визначте, про що ви дізналися і чого навчилися, опрацювавши параграф.



Дізнайтеся більше

<http://www.hotcan.com/how-it-works.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=Gg2Dt8gwRng>

<https://www.youtube.com/watch?v=31v1UNxqwq8>

§ 20. Швидкість хімічних реакцій

Після опрацювання параграфу ви зможете характеризувати вплив різних чинників на швидкість хімічних реакцій.

Швидкість хімічної реакції – це швидкість утворення її продуктів або витрачання реагентів. Під час вивчення хімії та спостереження явищ повсякденного життя ви неодноразово пересвідчувалися, що хімічні реакції відбуваються з різною швидкістю (*наведіть кілька прикладів*).

Чому одні хімічні реакції відбуваються миттєво, а інші тривають століттями? Відповідь на це запитання важливо знати для того, щоб керувати швидкістю хімічних перетворень, пришвидшувати корисні й уповільнювати шкідливі процеси.

Щоб розпочалася хімічна реакція, потрібен контакт між частинками речовин, що мають прореагувати між собою. Проте не кожне зіткнення частинок реагентів веде до утворення продуктів реакції. Якби внаслідок кожного зіткнення частинок реагентів утворювалися продукти реакції,

будь-яка хімічна реакція відбувалася б миттєво. Щоб під час зіткнення частинок реагентів зруйнувалися зв'язки, що в них є, і утворилися нові хімічні зв'язки, енергія цих частинок має сягнути певної мінімальної величини (або перевищити її) (рис. 20.1). Цьому сприяє нагрівання, світлове, мікрохвильове та радіаційне опромінення реагентів.

Важливим чинником, особливо для багатоатомних молекул складної форми, є їхня взаємна орієнтація (рис. 20.2).

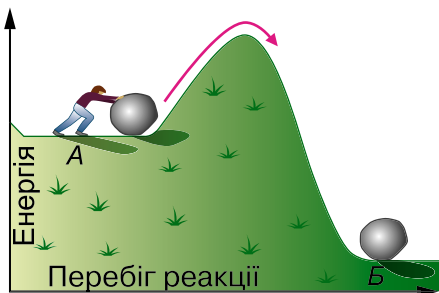


Рис. 20.1.

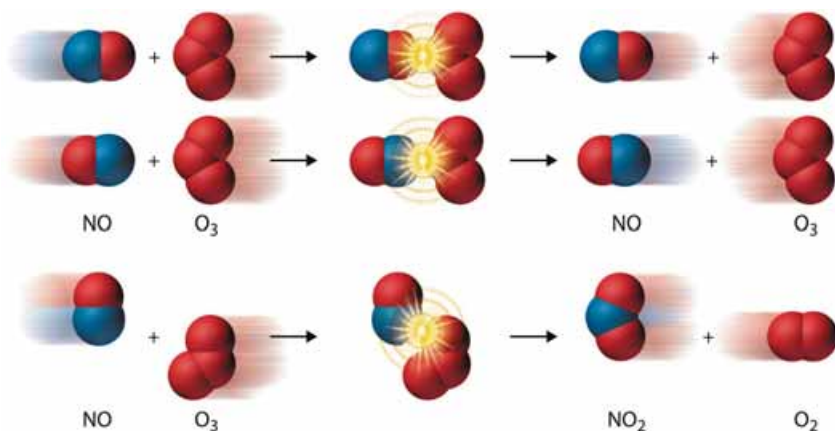


Рис. 20.2. Взаємна орієнтація частинок реагентів важлива для ефективної взаємодії між ними

Ви, звичайно, пам'ятаєте, що швидкість хімічної реакції можна збільшити, якщо використати *каталізатор*. Він змінює механізм реакції, пришвидшує її перебіг (рис. 20.3).

Від яких ще чинників залежить швидкість хімічної реакції?

Природа реагентів істотно починається на їхній реакційній здатності. Дослідімо, наприклад, реакції різних металів – цинку, магнію та заліза з хлоридною кислотою. Помістимо в хімічні стакани ошурки цих металів кількістю речовини 0,1 моль кожний і долемо однакові порції хлоридної кислоти. Про швидкість перебігу кожної з реакцій можна судити за інтенсивністю виділення бульбашок водню. Найшвидше з хлоридною кислотою реагує магній, найповільніше – залізо.

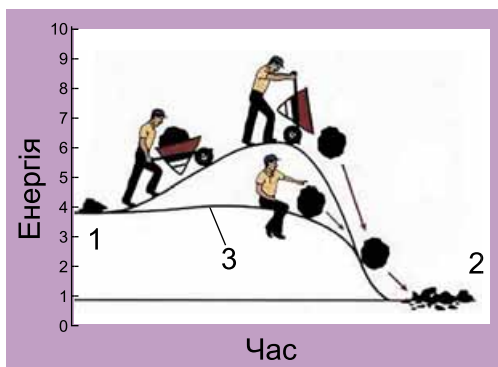


Рис. 20.3. Використання каталізатора (3) полегшує й пришвидшує перетворення реагентів (1) на продукти (2)



Обчисліть маси порцій металів, узятих для проведення реакції. Визначте, чи узгоджуються результати досліду з положенням цих металів у ряді активності. Запишіть рівняння хімічних реакцій, розгляньте їх з точки зору окиснення-відновлення та електролітичної дисоціації.

Отже, природа металів впливає на швидкість відновлення ними катіонів Гідрогену в розчині. Різна реакційна здатність металів зумовлена особливостями електронної конфігурації їхніх атомів, внутрішньою будовою тощо.

Концентрація реагентів також впливає на швидкість хімічної реакції. Якщо виконати описаний дослід з хлоридною кислотою, розбавленою вдвічі, усі реакції відбуватимуться повільніше. Адже зі зменшенням концентрації реагентів зменшуватиметься частота зіткнень (у тому числі й активних) між їхніми частинками. Зі збільшенням концентрації реагентів зростає кількість зіткнень (активних також) між їхніми частинками (рис. 20.4).

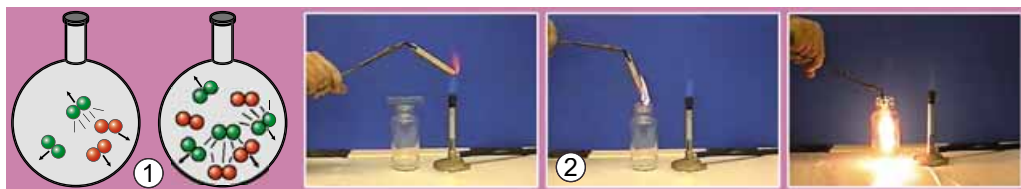


Рис. 20.4. 1. Модель, що на мікрорівні ілюструє залежність швидкості хімічної реакції від концентрації реагентів. 2. Швидкість горіння деревини в кисні більша, ніж швидкість її горіння в повітрі

Зі збільшенням тиску швидкість реакції за участю газуватих речовин зростає, бо вміст активних молекул газу в одиниці об'єму (концентрація) збільшується (рис. 20.5).

Температура, за якої відбувається хімічна реакція, також позначається

на її швидкості. Зі зростанням температури хімічні реакції переважно пришвидшуються. Це зумовлено збільшенням умісту активних молекул (чи інших структурних частинок) у реакційній суміші. Натомість охолодження уповільнює взаємодію між реагентами. Саме тому харчові продукти довше зберігаються за низьких температур.

Площа поверхні контактування реагентів – ще один чинник, від якого залежить швидкість хімічної реакції. Подрібнення та розпорошення зумовлюють збільшення ймовірності стикання активних частинок речовин-реагентів (рис. 20.6).

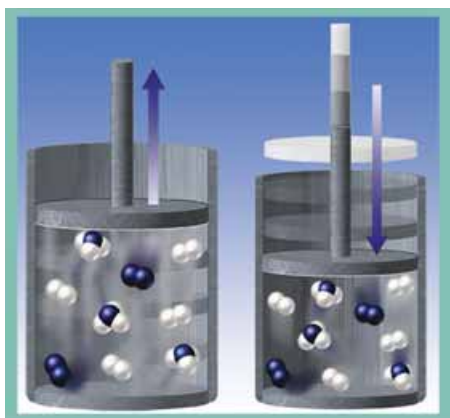


Рис. 20.5. Збільшення тиску зумовлює збільшення концентрації азоту і водню



Рис. 20.6. Тонкодисперсний жовтий пилок спор плауна (лікоподій) застосовують у фармації для пересипання пігулок. Купку цієї речовини не завжди вдається підпалити сірником (1). Натомість розпорошений у повітрі лікоподій згоряє миттєво (2)

Щоб закріпити здобуті знання, виконайте лабораторний дослід 10 (а, б).



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД

*Пригадайте й неухильно виконуйте
ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ
І РЕАКТИВАМИ*

Обладнання: пробірки в штативі, пластина із заглибинами, пробіркотримач, пальник. **Реактиви:** дистильована вода; цинк (гранули й дрібні ошурки), хлоридна кислота.

Завдання. Дослідіть, як впливає на швидкість хімічної реакції цинку з хлоридною кислотою концентрація та температура кислоти, площа контактування реагентів.

Складіть рівняння реакції цинку з хлоридною кислотою.

*Розгляньте цю реакцію з погляду процесів окиснення-відновлення.

*Складіть рівняння цієї реакції у повній і скороченій йонних формах.

Зробіть узагальнювальний висновок про вплив площі поверхні контактування реагентів, концентрації й температури на швидкість хімічних реакцій.



10(а). Вплив концентрації хлоридної кислоти на швидкість її реакції із цинком

Інструкція

Помістіть у дві пробірки або заглибини пластини по гранулі цинку. В одну місткість налейте дистильованої води стільки, щоб покрити гранулу цинку наполовину. Долийте в обидві місткості хлоридної кислоти стільки, щоб укрити поверхню цинку. *Що спостерігаєте? Де інтенсивніше виділяються бульбашки? Зробіть висновок про вплив концентрації хлоридної кислоти на швидкість реакції між нею і цинком.*

10(б). Вплив температури на швидкість реакції цинку з хлоридною кислотою

Інструкція

Помістіть у дві пробірки по гранулі цинку. Долийте хлоридної кислоти стільки, щоб укрити поверхню цинку. Нагрійте реагенти в одній з пробірок. *Що спостерігаєте? Де інтенсивніше виділяються бульбашки? Зробіть висновок про вплив температури на швидкість реакції цинку з хлоридною кислотою.*

Уявлення про швидкість хімічної реакції та залежність її від різних чинників стануть вам у пригоді й у повсякденному житті, і під час вивчення наступного параграфа.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Швидкість хімічної реакції – поняття, яке характеризує швидкість утворення її продуктів або витрати реагентів.
- Щоб під час зіткнення частинок реагентів зруйнувалися старі й утворилися нові хімічні зв'язки, енергія цих частинок має сягнути певної мінімальної величини (або перевищити її).
- Каталізатор змінює механізм реакції, полегшує й пришвидшує перетворення реагентів на продукти.
- Швидкість хімічної реакції залежить від природи реагентів, їхньої концентрації, площі поверхні контактування, температури.



Перевірте себе

1. Що називають швидкістю хімічної реакції? Каталізатором? 2. Які чинники і як впливають на швидкість хімічних реакцій?



Застосуйте свої знання й уміння

3. Визначте пропущене слово в уривку з науково-популярної статті про чинники, які впливають на швидкість хімічних реакцій: «...подібний до інструктора-провідника, який веде альпіністів через гірський хребет. Він проводить одну групу через перевал і потім вертається за наступною. Шлях через перевал проходить значно нижче шляху через вершину, і група робить перехід швидше, ніж без провідника. Можливо навіть, що самостійно група взагалі не змогла б подолати хребет».

4. Реакція розкладання амоній дихромату та термітний процес – екзотермічні. Поясніть, чому для початку їхнього перебігу потрібне нагрівання.

5. Олесь і Леся побували на роботі у своїх батьків, які працюють у науково-дослідному інституті й синтезують органічні сполуки. Вони розповіли однокласникам і однокласницям, що деякі з реакцій батьки виконують у звичайній мікрохвильовій пічці. Оцініть вірогідність їхньої розповіді – чи не пожартували вони часом? Аргументуйте свою думку.

*6. Для дослідження реакції цинку з кислотою Петро взяв хлоридну кислоту, а Галина – оцтову (про неї йтиметься в одному з наступних параграфів) такої самої концентрації. Спрогнозуйте, у якому випадку реакція відбуватиметься швидше.

7. Поясніть, чому: а) не можна під час пожежі прочиняти вікна та двері; б) застосування кисневого дуття інтенсифікує згоряння палива; в) вугільний пил, на відміну від шматків вугілля, вибухонебезпечний; г) водень пероксид під час дезінфікування подрапин та дрібних ранок пузириться й шипить; д) харчові продукти довше зберігаються у вакуумних упаковках; е) улітку підвищується небезпека харчових отруєнь.

8. Glow stick (з англ. – паличка, що світиться) – напівпрозора пластикова трубочка, що містить ізольовані одну від одної рідини. Якщо паличку зігнути, внутрішня перетинка ламається й рідини змішуються. Унаслідок цього відбувається хімічна реакція, яка супроводжується виділенням світла. Поміркуйте, за якої погоди – прохолодної чи спекотної – паличка світитиметься: а) яскравіше; б) довше. Обґрунтуйте свою думку. Якщо маєте змогу, перевірте її експериментально.



Творча майстерня

9. Виконайте досліди й підготуйте презентацію за результатами свого дослідження.

Завдання 1. У два пластикові стакани налейте воду об'ємом 50 см³ і розчиніть по чайній ложці харчової соди. У два інших стакани помістіть лимонну кислоту: у перший об'ємом із сірниковою головку, у другий – приблизно в 5 разів більше. Налийте в обидва стакани порції води об'ємом 10 см³ і, перемішуючи, розчиніть кислоту. В обидва стакани з розчинами лимонної кислоти одночасно долийте попередньо виготовлені порції розчину натрій гідрокарбонату. Що спостерігаєте? Де інтенсивніше виділяються бульбашки? Зробіть висновок про вплив концентрації лимонної кислоти на швидкість реакції між нею й харчовою содою.

Завдання 2. У дві скляні посудини помістіть лимонну кислоту: у першу – чверть чайної ложки, у другу – одну чайну ложку. Налийте в обидві посудини води об'ємом 100 мл і, перемішуючи, розчиніть кислоту. В обидві посудини з розчинами лимонної кислоти одночасно помістіть сирі курячі яйця. Що спостерігаєте? Де інтенсивніше виділяються бульбашки? Зробіть висновок про вплив концентрації лимонної кислоти на швидкість реакції між нею й кальцій карбонатом у складі шкаралупи.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=znbGrdaC3IQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=cKLD1ejTJg4>

https://www.youtube.com/watch?v=z8ig_koe9q8

<https://www.youtube.com/watch?v=RZjwdlmzNUo&index=4&list=PLWM8IO-3TQjPwGIMOISBA9JalyIPfvJSg>

<https://www.youtube.com/watch?v=Qph6kDCKFiQ&list=PLWM8IO-3TQjPwGIMOISBA9JalyIPfvJSg&index=5>

<https://www.youtube.com/watch?v=SF1UmiwklJM>

<https://www.youtube.com/watch?v=VmdABmX1nEE>

<https://www.youtube.com/watch?v=5-ASNKGIsZU>

https://www.youtube.com/watch?v=zQR_Kj0r5Ho

Практична робота 3

ВПЛИВ РІЗНИХ ЧИННИКІВ НА ШВИДКІСТЬ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Під час виконання цієї роботи ви застосуєте набуті знання про залежність швидкості хімічних реакцій від різних чинників, удосконалисте вміння складати план експерименту, проводити його, працювати за інструкцією, описувати спостереження й робити висновки, записувати хімічні рівняння.

Працюйте попарно або в групах (їх допоможе сформувати вчитель або вчителька хімії) – адже в деяких випадках, щоб порівняти швидкості реакцій, реактиви потрібно змішати одночасно. Якщо працюватимете індивідуально й виконуватимете досліди не паралельно, а послідовно, можете скористатися секундоміром.

Увага! Для ліпшого спостереження використовуйте чорно-білий екран. Якщо досліди виконуєте в пробірках, беріть по 5 крапель розчинів реа-

гентів. Якщо дослід виконуєте в заглибинах пластини, то досить узяти по 2–3 краплі розчинів речовин.

Обладнання: штатив з пробірками або пластина із заглибинами, скляні або пластмасові палички та піпетки, чорно-білий екран, нагрівальний прилад, скіпка, сірники.

Пригадайте й неухильно виконуйте
ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ І РЕАКТИВАМИ



Завдання. Проробіть досліди (варіант порадить учитель або вчителька хімії). Опишіть і поясніть спостереження, складіть рівняння реакцій, зробіть висновки.

Варіант 1

Порівняйте швидкості хімічних реакцій (рис. 1–4):

Реактиви: шматочки магнію, цинку, заліза, хлоридна кислота різної концентрації, 3 %-й розчин гідроген пероксиду, манган(IV) оксид.

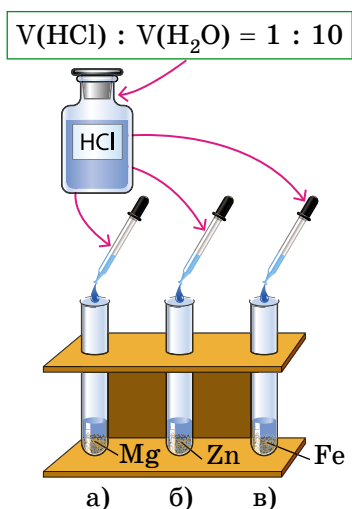


Рис. 1

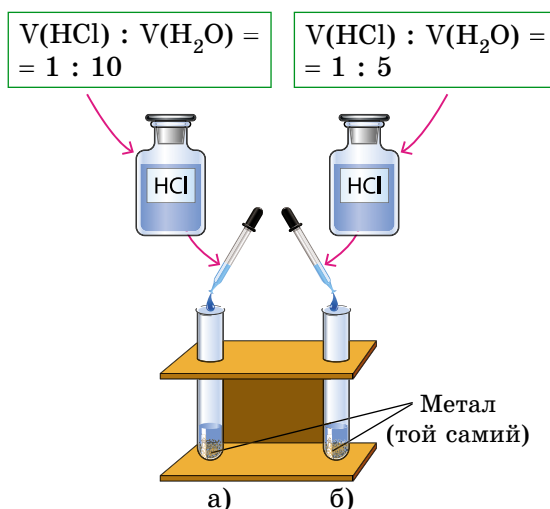


Рис. 2

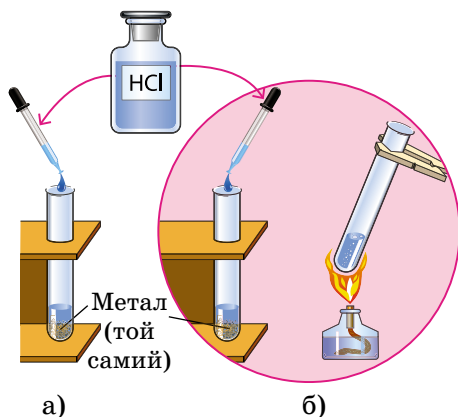
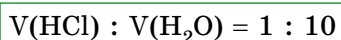


Рис. 3

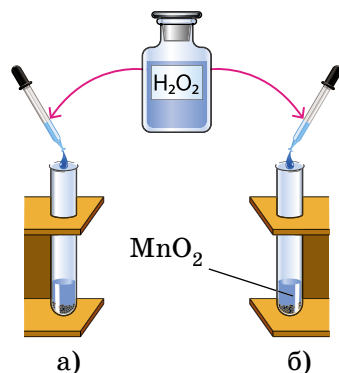


Рис. 4

Дослід 1 (рис. 1)

У якому випадку – *а*, *б*, чи *в* – виділення бульбашок водню відбувалося найбільш інтенсивно? Найменш? Який чинник зумовив різну швидкість хімічних реакцій?

Дослід 2 (рис. 2)

У якому випадку – *а* чи *б* – виділення бульбашок водню відбувалося інтенсивніше? Який чинник зумовив різну швидкість хімічних реакцій?

Дослід 3 (рис. 3)

У якому випадку – *а* чи *б* – виділення бульбашок водню відбувалося інтенсивніше? Який чинник зумовив різну швидкість хімічних реакцій?

Дослід 4 (рис. 4)

У якому випадку – *а* чи *б* – виділяються бульбашки кисню? Який чинник зумовив це? Яку функцію виконує манган(IV) оксид у цій реакції? Чи бере він участь у ній? Чи входить до складу її продуктів? Як довести це експериментально? Як ви пересвідчилися, що одним з продуктів реакції є кисень?

Звіт про виконану роботу оформіть як таблицю або в довільній формі.

№ досліду	Послідовність дій	Спостереження	Рівняння реакцій	Висновок

Варіант 2

Реактиви: гранули цинку, хлоридна й оцтова (етанова) кислоти однакової концентрації, дистильована вода, 3 %-й розчин гідроген пероксиду, шматочки сирого м'яса або лікарського засобу «Гематоген», нагрівальний прилад.

Проробіть досліди, щоб порівняти швидкості реакцій: а) цинку з хлоридною та оцтовою кислотами; б) цинку з більш концентрованою та менш концентрованою хлоридною кислотою; в) цинку з холодною хлоридною кислотою та за нагрівання; г) гідроген пероксиду без додавання й з додаванням шматочків сирого м'яса або «Гематогену». Звіт оформіть на власний розсуд, можливо так, як рекомендовано в інструктивних матеріалах до варіанта 1.

Варіант 3*

Реактиви: магнієві та алюмінієві стружки, розчин купрум(II) сульфату, кухонна сіль «Екстра», дистильована вода, фенолфталеїн, свіжий картопляний сік, нагрівальний прилад.

Поміркуйте, як за допомогою виданих вам реактивів експериментально виявити чинники, що впливають на швидкість хімічних реакцій:

- магнію та алюмінію з купрум(II) сульфатом у розчині;
- магнію з купрум(II) сульфатом у його менш концентрованому та більш концентрованому розчинах;
- магнію з водою, до якої добавлено кілька крапель фенолфталеїну.

Поміркуйте, як дослідним шляхом з'ясувати, чи впливають:

- на активність ферменту каталази (пероксидази), що міститься в свіжому картопляному соку, катіони Купруму(II) та термічне оброблення;
- аніони Хлору на швидкість реакції алюмінію з купрум(II) сульфатом у розчині.

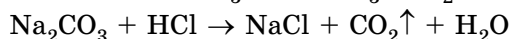
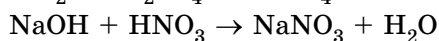
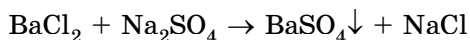
Складіть план проведення практичної роботи й виконайте її. Звіт оформіть на власний розсуд.

§ 21. Оборотні й необоротні реакції

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- розрізняти оборотні й необоротні реакції;
- складати рівняння оборотних і необоротних реакцій.

Оборотні й необоротні реакції певною мірою відомі вам з теми «Розчини». Ви, звичайно, пам'ятаєте, що умовами перебігу до кінця (необоротності) реакцій обміну між електролітами в розчині є утворення осаду, води чи виділення газу:



Необоротні реакції відбуваються лише в одному напрямку аж до повної витрати одного з реагентів. Реакція горіння магнію, наприклад, необо-

ротна. Вона триватиме доти, доки не витратиться весь магній або (якщо реакція відбувається в закритій системі) кисень, який підтримує горіння.

Натомість оборотні реакції відбуваються одночасно у двох протилежних напрямках – прямому та оберненому (рис. 21.1).

Гідроген йодид – продукт взаємодії йоду з воднем – легко розкладається – відбувається обернена реакція. Швидкість прямої реакції спочатку максимальна. Згодом вона зменшується, бо поступово зменшується вміст водню та йоду. Натомість зростає швидкість оберненої реакції – адже вміст гідроген йодиду в реакційному середовищі збільшується. Через певний час після початку реакції швидкість прямої реакції зрівнюється зі швидкістю оберненої. Тому в реакційній суміші є всі учасники реакції: водень, йод і гідроген йодид.

Отже, реакція *необоротна*, якщо в реакційній суміші після завершення процесу не можна виявити хоча б один з реагентів.

Реакція *оборотна*, якщо після того, як швидкість оберненої реакції зрівняється зі швидкістю прямої реакції, у реакційній суміші є всі учасники реакції – і реагенти, і продукти.

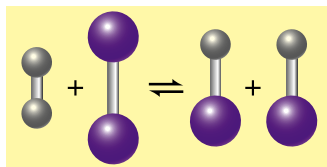
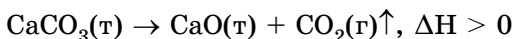


Рис. 21.1. Схематичне зображення оборотної реакції водню з йодом

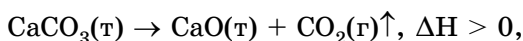


Поміркуйте й висловіть припущення, чому в рівняннях оборотних хімічних реакцій замість знака «=» використовують знак «⇌».

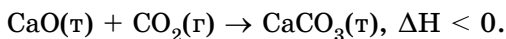
Розгляньмо реакцію термічного розкладання кальцій карбонату. У промисловості її використовують для добування негашеного вапна з вапняку:



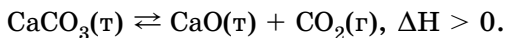
Якщо реакція відбувається у відкритій системі, то газуватий карбон(IV) оксид необоротно залишає сферу реакції. За таких умов реакція триває аж до повної витрати кальцій карбонату. Натомість у закритій системі (рис. 21.2) водночас відбувається як пряма



так і обернена

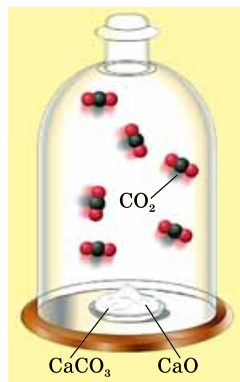


Тобто одночасно відбуваються два процеси: прямий і обернений:



Зверніть увагу: пряма реакція ендотермічна, а обернена – екзотермічна. Кількість теплоти, яка витрачається на розкладання кальцій карбонату, дорівнює кількості теплоти, яка виділяється внаслідок реакції між відповідними оксидами.

Рис. 21.2. У закритій системі реакція термічного розкладання кальцій карбонату оборотна. У реакційній суміші є і реагенти, і продукти реакції: кальцій карбонат, кальцій оксид і карбон(IV) оксид



Збільшення концентрації реагентів сприятиме збільшенню швидкості прямої реакції. Унаслідок її перебігу збільшиться концентрація продуктів, тобто обернена реакція також пришвидшиться. Щоб зменшити швидкість оберненої реакції, треба вилучати із системи продукти прямої реакції. Отже, чи є реакція оборотною, залежить від умов її перебігу.

Це має неабияке практичне значення, оскільки виробництво сульфатної кислоти, амоніаку, багатьох інших неорганічних і органічних речовин пов'язане з оборотними процесами. Докладніше про це ви дізнаєтеся в старшій школі, обравши відповідний профіль навчання.

Цікаво і пізнавально

Багато хто з хіміків вивчав оборотні реакції. Наприклад, французькі хіміки К.Л. Бертолле (1748–1822), А.Ж. Дебре (1827–1888), Ф.І.М. Малагуті (1802–1878), Л.П. де Сен-Жілл (1832–1863) та П.Е.М. Бертло (1827–1907), німецькі хімік і фармаколог Г. Розі (1795–1864) та фізикохімік М. Боденштейн (1871–1942), англійські хіміки А.В. Вільямсон (1824–1904) і Д.Х. Гладстон (1827–1902), голландський фізик і хімік, лауреат Нобелівської премії з хімії 1901 року Я.Г. Вант-Гофф (1852–1912).

ПРО ГОЛОВНЕ

- Умовами перебігу до кінця (необоротності) реакцій обміну між електролітами в розчині є утворення осаду, води чи виділення газу.
- Необоротні реакції відбуваються лише в одному напрямку, оборотні реакції відбуваються одночасно у двох протилежних напрямках – прямому й оберненому.
- У рівняннях оборотних хімічних реакцій замість знака « = » використовують знак « $\rightleftharpoons$ », який указує на одночасний перебіг двох протилежних за напрямками реакцій – прямої ($\rightarrow$) та оберненої ($\leftarrow$).
- Реакція необоротна, якщо в реакційній суміші після завершення процесу не можна виявити хоча б один з реагентів.
- Реакція оборотна, якщо після того, як швидкість оберненої реакції зрівняється зі швидкістю прямої реакції, у реакційній суміші є і реагенти, і продукти.



Перевірте себе

1. За яких умов реакції обміну між електролітами в розчині необоротні? 2. Які реакції називають: а) необоротними; б) оборотними?



Застосуйте свої знання й уміння

3. Чому до необоротних процесів відносять горіння деревини, зсідання молока, скисання виноградного соку, а до оборотних – електролітичну дисоціацію гідроген сульфід у водному розчині, утворення гідроген йодиду, перетворення кисню на озон, газування води карбон(IV) оксидом? Запишіть рівняння оборотних реакцій.

*4. Нітроген(IV) оксид (газ бурого кольору) унаслідок охолодження перетворюється на безбарвний димер. Цей процес оборотний:



Зміщення хімічної рівноваги визначають за зміною інтенсивності забарвлення газу – зі збільшенням температури вона посилюється. На рисунку 20.3 зображено графіки швидкостей прямої та оберненої реакцій. Визначте, який з графіків відображає зміну швидкості прямої реакції, який – оберненої. Поясніть, який фрагмент графіків відповідає стану динамічної рівноваги.

5. У виробництві сульфатної кислоти використовують оборотну реакцію між сульфур(IV) оксидом і киснем (рис. 21.4).

Унаслідок реакції утворюється вищий оксид Сульфуру й виділяється певна кількість теплоти. Запишіть рівняння цієї реакції, зазначте її тепловий ефект. Класифікуйте реакцію за кількістю та складом реагентів і продуктів, зміною ступенів окиснення, тепловим ефектом.

6. Художниця та художник ілюстрували підручник хімії для дев'ятикласників і дев'ятикласниць та зобразили модель динамічної рівноваги (рис. 21.5). Поясніть, якою має бути швидкість руху людини порівняно зі швидкістю ескалатора, щоб модель правильно відбивала зміст поняття. Оцініть правильність виконання завдання, аргументуйте свою думку.

7. Проаналізуйте зміст третьої колонки таблиці 17.1 і визначте, про що ви дізналися і чого навчилися під час опрацювання параграфа.



Теорча майстерня

8. Зобразіть або опишіть іншу модель динамічної рівноваги і презентуйте свою розробку на наступному уроці.



Дізнайтеся більше

https://www.youtube.com/watch?v=1d_4yXDEgWA
<https://www.youtube.com/watch?v=xHGkUOM1AY4>
<https://www.youtube.com/watch?v=YEN9aLjjuoE>
<https://www.youtube.com/watch?v=yFqYrBxbURY>
<https://www.youtube.com/watch?v=dUMmoPdwBy4>

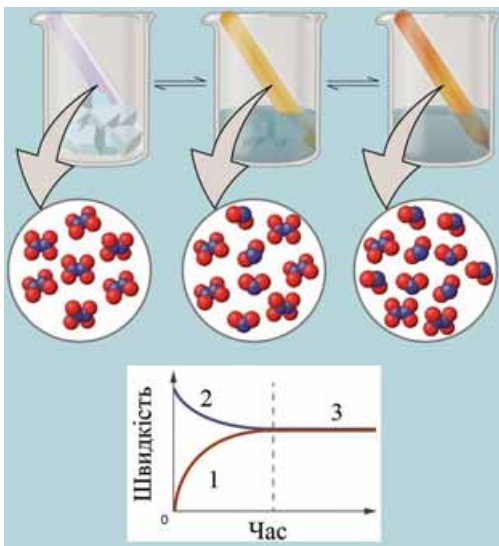


Рис. 21.3

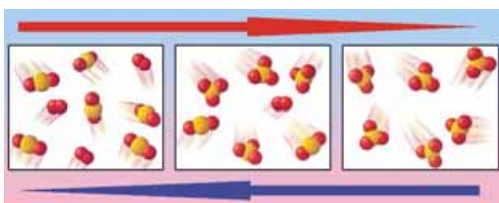


Рис. 21.4



Рис. 21.5. Модель динамічної рівноваги



Завдання-оповідання до теми «Хімічні реакції»

Уважно прочитайте й проаналізуйте уривки навчальних і науково-популярних текстів. Визначте, про які хімічні реакції йдеться в них. Складіть рівняння цих реакцій¹. Класифікуйте реакції за різними ознаками. Запишіть результати класифікування та відповіді на запитання до таблиці за зразком:

№ уривка	Рівняння реакцій, відповіді на запитання	Типи реакцій



1. Аргентум(I) нітрат взаємодіє з хлоридами, що містяться в секреті шкірних залоз. Одним з продуктів цих реакцій є світлочутлива нерозчинна речовина. За освітлення вона розкладається на леткий неметал і метал сірого кольору.

Тому в криміналістиці успішно використовують цю властивість аргентум(I) нітрату для виявлення потожирових слідів на папері, картоні, пластику, неpolірованій світлій деревині тощо. *Чому цей спосіб не доцільно використовувати для дослідження поверхонь, які зазнали впливу води?*



2. Фокусник і фокусниця взяли дві абсолютно однакові карафи. Наполовину наповнили одну з них прозорим безбарвним розчином натрій карбонату. До іншої карафи налили удвічі менше розбавленої хлоридної кислоти й заховали на полиці свого «магічного» стола. На стіл поставили стакан, наполовину наповнений розчином кальцій хлориду. Щоб перетворити «воду» на «молоко», вони налили рідину з першої карафи у склянку на столі й заховали карафу на полиці «магічного» стола. Щоб перетворити «молоко» на «воду», вони узяли з полиці заховану там карафу з хлоридною кислотою, добавили кислоту до «молока» і перемішали. *Які ще речовини можна використати для проведення цього хімічного фокуса?*



3. Ще кілька століть тому недобросовісні пекарі й пекарки підмішували в тісто мідний купорос, щоб хліб, виготовлений з низькосортного борошна, виглядав білішим. Проте підробку було досить легко виявити. Якщо встромити в такий свіжоспечений хліб ніж або інший залізний виріб і залишити їх у м'якуші, то через певний час поверхня металевого виробу вкриється шаром червоної речовини. *Чому провести таке визначення значно складніше, якщо хліб зачерствів? Як можна виявити цю домішку в черствому хлібі? Чи можна її виявити, якщо ніж виготовлений з алюмінію? Срібла?*



4. У давнину мідний купорос одержували шляхом послідовних перетворень. Суміш шматків міді та сірки прожарювали на повітрі й отримували білий твердий продукт – безводну сіль. Її обробляли водою, упарювали розчин і виділяли блакитні кристали мідного купоросу. Якщо ж безводну сіль прожарювали, то на повітрі вона перетворювалася на чорний оксид металічного елемента, виділялися газуваті сульфур(IV) оксид і проста речовина, що підтримує горіння. *Які зміни відбудуться, якщо розчинити мідний купорос у воді, добавити розчин луку й нагріти продукти реакції?*

¹Якщо реакція відбувається між електролітами в розчині, запишіть повне і скорочене йонні рівняння. Для окисно-відновних реакцій складіть електронний баланс, визначте окисник і відновник, процеси окиснення та відновлення.



Тестовий контроль знань з теми «Хімічні реакції»

1. Схему реакції сполучення записано в рядку

- А $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- Б $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- В $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
- Г $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{HCl}$

2. Схему реакції розкладу записано в рядку

- А $\text{Zn} + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{Cu}$
- Б $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- В $\text{SO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- Г $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

3. Схему реакції заміщення записано в рядку

- А $\text{Mg} + \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{Zn}$
- Б $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- В $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$
- Г $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{KCl}$

4. Схему реакції обміну записано в рядку

- А $\text{MgO} + \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Б $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{O}_2$
- В $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$
- Г $\text{WO}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{W} + \text{H}_2\text{O}$

5. Складіть рівняння реакції магнію з хлоридною кислотою, дібравши коефіцієнти методом електронного балансу. Правильне твердження щодо цієї реакції записано в рядку

- А ступінь окиснення Магнію в магній хлориді -2
- Б ступінь окиснення Хлору в магній хлориді $+1$
- В Магній – відновник
- Г Гідроген окиснюється

6. Складіть рівняння реакції кальцію з водою, дібравши коефіцієнти методом електронного балансу. Правильне твердження щодо цієї реакції записано в рядку

- А ступінь окиснення Кальцію в кальції $+2$
- Б ступінь окиснення Гідрогену в кальцій гідроксиді 0
- В Кальцій – окисник
- Г Гідроген відновлюється

7. Складіть рівняння реакції заліза з купрум(II) сульфатом, дібравши коефіцієнти методом електронного балансу. Правильне твердження щодо цієї реакції записано в рядку

- А ступінь окиснення Сульфору в купрум(II) сульфаті $+4$
- Б ступінь окиснення Феруму в залізі $+2$
- В Сульфур – окисник
- Г Купрум відновлюється

8. Складіть рівняння реакції алюмінію з бромом, дібравши коефіцієнти методом електронного балансу. Правильне твердження щодо цієї реакції записано в рядку
- А ступінь окиснення Броду в бромі –1
 - Б молекула броду віддає 2 електрони
 - В коефіцієнт перед формулою броду 3
 - Г коефіцієнт перед формулою алюмінію 1
9. Правильне твердження щодо реакції між алюмінієм і киснем записано в рядку
- А сполучення, окисно-відновна, екзотермічна
 - Б без зміни ступенів окиснення, необоротна, ендотермічна
 - В сполучення, без зміни ступенів окиснення, екзотермічна
 - Г оборотна, окисно-відновна, екзотермічна
10. Правильне твердження щодо реакції між алюмінієм і ферум(III) оксидом записано в рядку
- А сполучення, без зміни ступенів окиснення, ендотермічна
 - Б без зміни ступенів окиснення, необоротна, ендотермічна
 - В заміщення, окисно-відновна, екзотермічна
 - Г оборотна, окисно-відновна, екзотермічна
11. Правильне твердження щодо реакції між карбон(II) оксидом і киснем записано в рядку
- А заміщення, без зміни ступенів окиснення, ендотермічна
 - Б без зміни ступенів окиснення, необоротна, екзотермічна
 - В сполучення, окисно-відновна, екзотермічна
 - Г необоротна, окисно-відновна, ендотермічна
12. Правильне твердження щодо реакції між сіркою та киснем записано в рядку
- А без зміни ступенів окиснення, необоротна, екзотермічна
 - Б заміщення, без зміни ступенів окиснення, ендотермічна
 - В необоротна, окисно-відновна, ендотермічна
 - Г сполучення, окисно-відновна, екзотермічна
13. Швидкість хімічної реакції між магнієм і хлоридною кислотою залежить від
- А маси магнію
 - Б об'єму хлоридної кислоти
 - В концентрації хлоридної кислоти
 - Г атмосферного тиску
14. Швидкість хімічної реакції між металом і сіркою не залежить від
- А природи металу
 - Б ступеня подрібнення металу і сірки
 - В температури
 - Г тиску
15. Найшвидше реагуватиме з водою
- А магній
 - Б літій
 - В кальцій
 - Г калій
16. Найповільніше відбувається реакція між
- А залізним цвяхом і купрум(II) сульфатом, масова частка якого в розчині 2 %
 - Б залізним цвяхом і купрум(II) сульфатом, масова частка якого в розчині 4 %

- В залізними ошурками і купрум(II) сульфатом, масова частка якого в розчині 2 %
Г залізними ошурками і купрум(II) сульфатом, масова частка якого в розчині 4 %

17. Найшвидше відбувається реакція між кальцієм і

- А бромом
Б хлором
В сіркою
Г фосфором

18. Швидкість хімічної реакції між воднем і йодом не залежить від

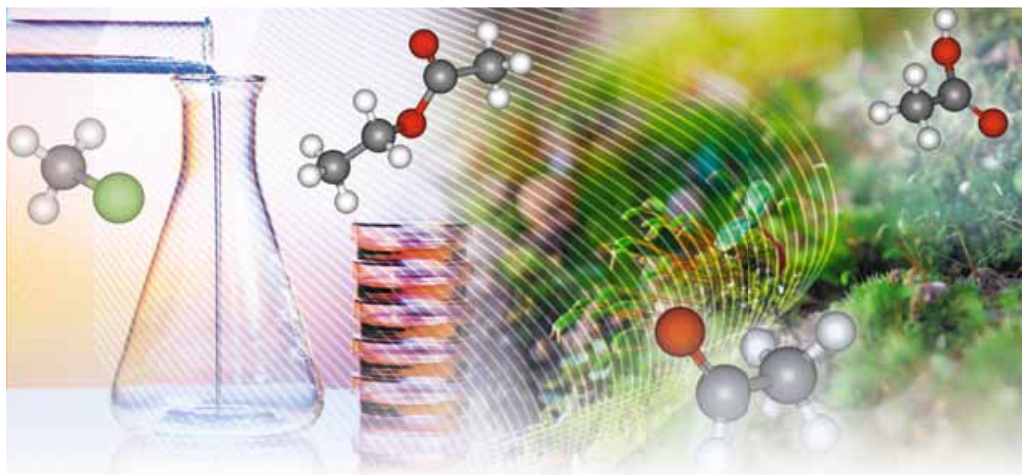
- А тиску пари йоду
Б загального об'єму суміші газів
В температури газової суміші
Г тиску водню

19. Найповільніше відбувається реакція між цинком і

- А гарячою концентрованою хлоридною кислотою
Б холодною концентрованою хлоридною кислотою
В гарячою розбавленою хлоридною кислотою
Г холодною розбавленою хлоридною кислотою

20. Найшвидше відбувається реакція

- А між натрій гідроксидом і хлоридною кислотою
Б між кальцій оксидом і карбон(IV) оксидом
В розкладання купрум(II) гідроксиду
Г розкладання аргентум(I) броміду



Тема 3. Початкові поняття про органічні сполуки

§ 22. Особливості органічних сполук

Після опрацювання параграфу ви зможете порівнювати органічні й неорганічні речовини.

Спільні й відмінні ознаки органічних і неорганічних сполук певною мірою відомі вам з курсів природничих наук і повсякденного життя. Спробуймо систематизувати ці відомості, щоб віднайти критерій, за яким можна встановити органічну природу речовини.



Виберіть органічні речовини з переліку: натрій хлорид, оцтова кислота, цукор, поліетилен, гемоглобін, кисень, азот, залізо, вода, крохмаль, глюкоза, хлорофіл, аспірин.

Вибрані вами сполуки становлять лише малу частку велетенської «галактики» органічних речовин. Кількість природних і синтетичних органічних сполук величезна – наразі їх відомо понад 80 млн. Неорганічних речовин набагато менше.

Хіміки та хімікині творять органічний дивосвіт, щоб задовольнити потреби людства в нових матеріалах і технологіях. Щодня в лабораторіях синтезують або видобувають з природних об'єктів усе нові й нові органічні речовини, досліджують їх.

Саме природні об'єкти від найдавніших часів були джерелом органічних сполук. Із золи рослин, тваринних і рослинних жирів варили мило. Різноманітні смолисті, клейкі й цукристі речовини, крохмаль, віск, олії, духмяні есенції, барвники рослинного й тваринного походження описав в енциклопедичному творі «Природнича історія» римлянин Гай Пліній Секунд ще в другій половині I ст. н. е. З розвитком ремесел і науки було

винайдено способи переробки рослинної сировини на оцет і спирт, які застосовували в медицині.

Цікаво і пізнавально

7 вересня 2009 р. Хімічна реферативна служба [Chemical Abstracts Service (CAS)] надала п'ятидесятимільйонний реєстраційний номер 1181081-51-5 гетероциклічній сполуці, що є анальгетиком (рис. 22.1). Сорокамільйонну сполуку було зареєстровано лише дев'ятьма місяцями раніше. Першої десятимільйонної відмітки в системі реєстраційних номерів CAS досягнуто 1990 р., через 83 роки після створення реєстру. Метью Туссар, старший віцепрезидент з видавничої діяльності CAS, зауважив, що 50 мільйонів сполук з реєстраційної бази CAS – потенційні об'єкти відкриттів у багатьох галузях: створенні протиракових препаратів й інших ліків, нових споживчих товарів, матеріалів для комп'ютерної техніки.

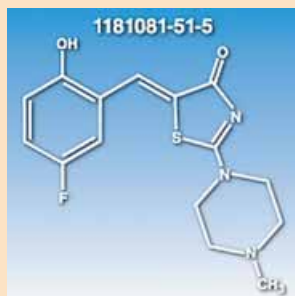


Рис. 22.1

Тривалий час поміж наукової спільноти побутували уявлення про особливу «життєву силу» – причину утворення органічних речовин у живих організмах. Уважали, що синтез цих сполук (на відміну від неорганічних) поза тваринними чи рослинними організмами неможливий. Про це йшлося й у підручнику «Тваринна хімія» (1806). Його написав для студентів-медиків шведський хімік Й.Я. Берцеліус (рис. 22.2), який уперше ввів поняття *органічна хімія* та *органічні речовини*.

Рис. 22.2. Берцеліус Йєнс Якоб (1779–1848). Шведський хімік і мінералог, член Шведської королівської АН. Дослідив велику кількість органічних сполук, запропонував назву «органічна хімія», однак заперечував можливість синтезу цих сполук поза живими організмами. Його підручники та щорічні огляди праць з хімії сприяли розвитку й популяризації хімічних знань



На початку XIX ст. стрімко розвивалися медицина, нафтопереробна та текстильна промисловість, виробництво вибухових речовин, барвників тощо. Прогрес у цих галузях потребував з'ясування природи використовуваних органічних речовин. Це спонукало науковців дослідити елементний склад і властивості органічних сполук порівняно з неорганічними.

Було підмічено, що органічні речовини горючі, істотно поступаються *термостійкістю* неорганічним сполукам, обвуглюються за нагрівання. Виявилося, що до складу всіх досліджених органічних речовин входять *Карбон* і *Гідроген*. Чимало з-поміж органічних сполук містили *Оксиген*, а деякі – *Нітроген* і *Фосфор*.

Утворення ковалентних зв'язків між атомами Карбону та атомами інших неметалічних елементів (Н, О, Р, S тощо) є причиною того, що *в органічних сполуках кристалічні ґратки переважно молекулярні*. Натомість поміж неорганічних речовин – значна частка йонних сполук.



Завдання. Пригадайте властивості речовин з різними типами кристалічних ґраток. Спрогнозуйте, які фізичні властивості мають бути притаманні органічним речовинам порівняно з неорганічними.

Особливості будови органічних сполук позначаються й на їхніх хімічних властивостях. Наприклад, реакції між електролітами у водних розчинах відбуваються майже миттєво. Реакції за участю органічних сполук часто проходять досить повільно, у кількох напрямках і в кілька стадій, супроводжуються утворенням побічних продуктів. Чималу частку поміж таких реакцій становлять оборотні процеси.

Згодом з'ясувалося, що органічні речовини можна синтезувати в лабораторних умовах поза живими організмами. У 1824 р. Ф. Велер (рис. 22.3) синтезував щавлеву кислоту з неорганічних речовин.

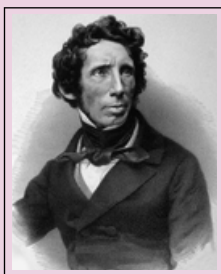


Рис. 22.3. Велер Фрідріх (1800–1882). Професор Геттінгенського університету, видатний німецький хімік. Працював у галузі органічної та неорганічної хімії. Синтезував низку органічних сполук, установив їхні формули. Започаткував органічний синтез. Розробив способи добування берилію, алюмінію, кальцій карбиду, ацетилену тощо

Цей та інші синтези органічних речовин «in vitro»: сечовини (Ф. Велер, 1828), оцтової кислоти (Г. Кольбе, 1845) (рис. 22.4), жиру (М. Бертло, 1854) (рис. 22.5), цукристих речовин (О.М. Бутлеров, 1861) (рис. 22.6) – довели, що поняття «органічні речовини» значно ширше, ніж уважали раніше. Тому виникла потреба в новому визначенні предмета вивчення органічної хімії. Його в середині XIX ст. сформулювали Л. Гмелін (рис. 22.7), Г. Кольбе і Ф. Кекуле (рис. 22.8). Це визначення актуальне й донині.

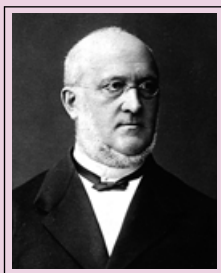


Рис. 22.4. Кольбе Адольф Вільгельм Герман (1818–1884). Німецький хімік-органік. Синтезував оцтову кислоту з простих неорганічних речовин. Автор методів синтезу низки органічних сполук

Рис. 22.5. Бертло П'єр Ежен Марселен (1827–1907). Французький хімік, член Паризької АН, громадський діяч, педагог. Один з фундаторів синтетичної органічної хімії. Синтезував багато органічних сполук, зокрема ацетилен з простих речовин, уперше штучно добув жири, етиловий спирт з етилену, мурашину кислоту з води та карбон(II) оксиду тощо. Запровадив поняття екзо- та ендотермічних реакцій

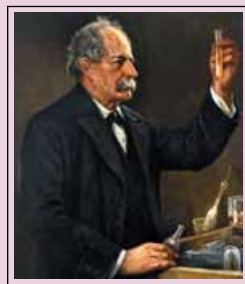


Рис. 22.6. Бутлеров Олександр Михайлович (1828–1886). Видатний російський хімік, академік Петербурзької АН. Закінчив Казанський університет. Професор Казанського, згодом – Петербурзького університетів. Уперше добув суміш синтетичних цукристих речовин. Створив наукову школу хіміків-органіків. Високоосвічена й ерудована людина, цікавився медициною, захоплювався бджільництвом, садівництвом

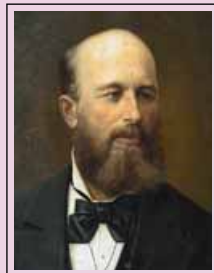
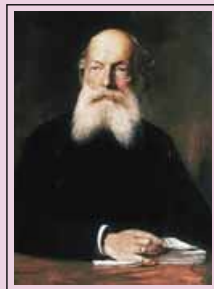


Рис. 22.7. Гмелін Леопольд (1788–1853). Німецький хімік. Відомий насамперед як автор довідкового видання «Посібник з теоретичної хімії», у якому викладені всі відомі на той час дослідні дані з органічної та неорганічної хімії



Рис. 22.8. Кекуле Фрідріх Август фон Страдонітц (1829–1896). Німецький хімік. Висловив думку (одночасно з А. Купером) про чотиривалентність атомів Карбону та їхню здатність сполучатися між собою, утворюючи ланцюги. Синтезував чимало органічних сполук. Його праці сприяли розвитку теоретичних основ хімії.



Органічна хімія – це хімія сполук Карбону.



Щоправда, потрібно зважати на те, що існують і неорганічні сполуки Карбону – чадний і вуглекислий газ, крейда тощо (*пригадайте систематичні назви та хімічні формули цих сполук*).

Під час синтезу органічних сполук, дослідження їхнього складу та властивостей виявлено чимало дивного. Насамперед – кількість і розмаїття сполук, утворених обмеженим числом хімічних елементів (*пригадай-*

те, яких саме). Наукову хімічну спільноту бентежило те, що їй не вдавалося пояснити, чому десятки зовсім різних речовин мають однаковий якісний склад. Однак найбільше дивувало існування органічних сполук з однаковим якісним і кількісним складом, але різними фізичними й хімічними властивостями. Це явище, яке Берцеліус назвав *ізомерією*, подеколи траплялося й поміж неорганічних сполук, однак найяскравіше воно виявилось саме в царині органічних речовин.

Більше уявлень про явище ізомерії ви дістанете в старшій школі. Щоб вам легше було зрозуміти його суть, скористаємося простою аналогією. За допомогою конструктора «Lego» з того самого набору блоків можна зібрати іграшковий космічний корабель, літак або човен. Усе залежить від того, як саме, у якій послідовності ви зберете ці будівельні блоки до купи. Саме тому ті самі атоми, але «зібрані» по-різному, можуть утворювати різні за своїми властивостями сполуки (рис. 22.9).

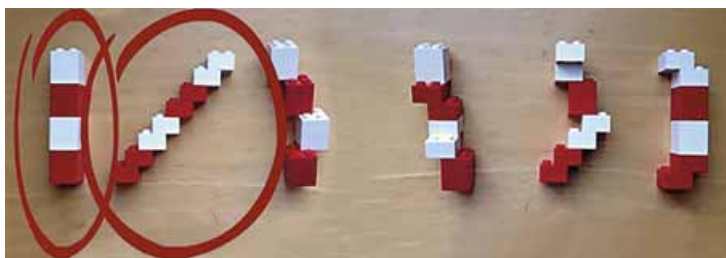


Рис. 22.9. Ізомери з «Lego» – легко!

Лише згодом з'ясували, що ключем до створення нових сполук є розуміння того, як саме атоми всередині речовин з'єднуються один з одним. У ті часи, на жаль, не було ані такого конструктора, ані визнання широким науковим загалом існування молекул. Тому важко було пояснити факти існування ізомерів. Тож, як зазначав у 1835 р. Ф. Велер, органічна хімія ввижалася їм «...дрімучим лісом, повним дивних речей, величезною хащею без виходу, без кінця, куди не наслідуюєшся проникнути...»

Однак завдяки допитливому розуму й наполегливій праці багатьох дослідників і дослідниць ці складнощі подолано. Сформувалися й розвинулися теоретичні уявлення про атоми та їхню здатність сполучатися в молекули відповідно до валентності. Було визначено валентність багатьох хімічних елементів, зокрема атомів Карбону – неодмінних складників усіх органічних речовин. З'ясовано, що атоми цього елемента в органічних сполуках чотиривалентні. Вони здатні сполучатися між собою, утворюючи ланцюги різної будови – нерозгалужені, розгалужені, замкнуті тощо. Причини цих унікальних особливостей атомів Карбону пояснено значно пізніше на основі уявлень про електронну будову атомів. Пояснимо їх і ми. Про це буде в наступному параграфі.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Усі органічні речовини – сполуки Карбону.
- Оцтова кислота, цукор, поліетилен, гемоглобін, крохмаль, глюкоза, хлорофіл, аспірин – органічні речовини.

- Органічні речовини поділяють на природні й синтетичні.
- Кількість природних і синтетичних органічних сполук значно більша за кількість неорганічних речовин.
- В органічних сполуках кристалічні ґратки переважно молекулярні, вони мають невисокі температури плавлення та кипіння, менш термостійкі порівняно з неорганічними.
- Реакції за участю органічних сполук часто оборотні, проходять досить повільно, у кількох напрямках, у кілька стадій, супроводжуються утворенням побічних продуктів.

**Перевірте себе**

1. Які сполуки відносять до органічних? 2. Чим органічні сполуки відрізняються від неорганічних?

**Застосуйте свої знання й уміння**

3. Чи можна вважати класифікацію органічних речовин за походженням на природні й синтетичні досконалою? Аргументуйте свою думку.

4. Сечовина $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – складник сечі й нітрогеномісне добриво. Його інша назва – карбамід. З'ясуйте, використавши різноманітні джерела інформації, компонентом яких популярних товарів є ця органічна речовина.

5. Складіть таблицю «Порівняльна характеристика органічних і неорганічних речовин».

6. Поміркуйте й висловіть припущення, чи існує чітка межа між неорганічними та органічними речовинами. Аргументуйте свою думку.

**Теорча майстерня**

7. Бакмінстерфулерен C_{60} – сполука Карбону. Дізнайтеся, використавши різноманітні джерела інформації, про її будову, властивості та застосування. До яких сполук – неорганічних чи органічних – належить ця речовина? За результатами дослідження підготуйте презентацію.

**Дізнайтеся більше**

<https://www.youtube.com/watch?v=8GszElpzC7A>

https://www.youtube.com/watch?v=nUoy_Dbv2ew

§ 23. Метан як представник насичених вуглеводнів. Молекулярна й структурна формули метану. Основний і збуджений стани атома

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- називати метан як одну з найважливіших органічних речовин, розрізняти його за складом;
- характеризувати склад метану й будову його молекули.

Метан – найпростіша летка сполука Карбону з Гідрогеном. Скориставшись періодичною системою хімічних елементів, визначимо молекулярну формулу метану – CH_4 . Тобто до складу молекули метану входить атом Карбону та чотири атоми Гідрогену.

Розгляньмо особливості будови атома Карбону, щоб з'ясувати, у якій послідовності атоми Карбону й Гідрогену сполучені між собою, як вони розташовані один відносно одного в просторі. За номером групи в періодичній системі хімічних елементів легко визначити, що на зовнішньому (другому) енергетичному рівні атома Карбону чотири електрони. Якщо атом Карбону перебуває в *основному стані* (рис. 23.1), то на зовнішньому (другому від ядра) енергетичному рівні є два s- і два p-електрони.



Визначте, які з електронів зовнішнього енергетичного рівня в атомі Карбону в основному стані спарені, а які – ні.

Під час хімічних реакцій атом Карбону одержує ззовні енергію (у формі теплоти, світла тощо) і переходить у так званий *збуджений стан*.



Збуджений стан атома – енергетично нестабільний стан, у який атом переходить унаслідок отримання енергії ззовні.

Унаслідок цього один з 2s-електронів, поглинувши порцію енергії, займає вільну 2p-орбіталь. Тобто на зовнішньому рівні в атомі Карбону всі чотири електрони стають неспареними. Ось чому атому Карбону в збудженому стані властива валентність IV.

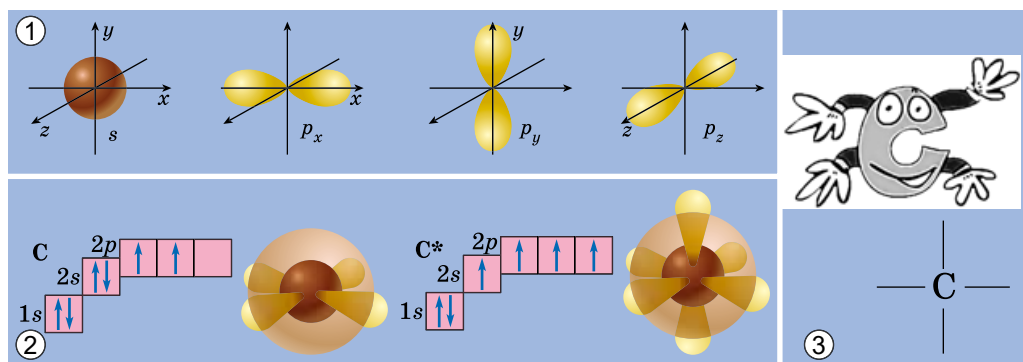


Рис. 23.1. 1. Види електронних орбіталей. 2. Будова атома Карбону в основному і збудженому* станах. 3. Атоми Карбону у збудженому стані виявляють валентність IV

Унікальні властивості атомів Карбону зумовлені двома чинниками. Чотири електрони на зовнішньому енергетичному рівні й найменший у IVA підгрупі радіус атома – причина того, що атом Карбону не схильний ані втрачати, ані приєднувати електрони. Тобто утворення йонних зв'язків для нього не характерне й атом Карбону утворює переважно ковалентні зв'язки.

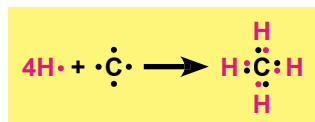
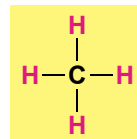


Рис. 23. 2. Утворення ковалентних зв'язків у молекулі метану

З огляду на будову зовнішнього енергетичного рівня атома Карбону в збудженому стані змодельмо утворення ковалентних зв'язків у молекулі метану (рис. 23.2).

Рис. 23.3. Структурна формула молекули метану відбиває послідовність сполучення атомів у ній



В електронній формулі метану замінимо спільні електронні пари атомів Карбону й Гідрогену рисочками, щоб одержати структурну формулу сполуки (рис. 23.3).

Розгляньмо кулестержневу й масштабну моделі молекули метану (рис. 23.4). Вони, так само як електронна і структурна формули, відображають структуру та принцип будови цього мікрооб'єкта, хоча й не відтворюють його зовнішнього вигляду.

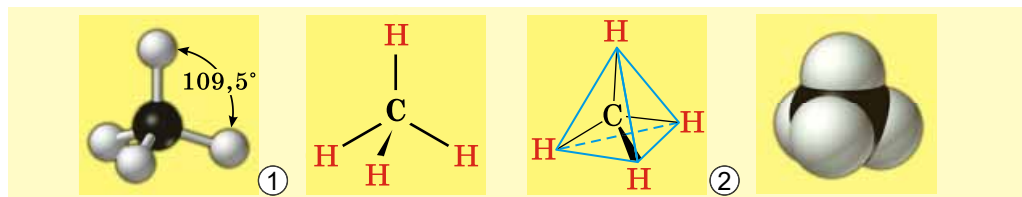


Рис. 23.4. Кулестержнева (1) і масштабна (2) моделі молекули метану

В утворенні ковалентних зв'язків з атомами Гідрогену беруть участь один s- і три p-електрони атома Карбону. У молекулі метану всі зв'язки рівноцінні, атоми Гідрогену розташовані симетрично по кутах *тетраедра*. У центрі цієї геометричної фігури розташований атом Карбону. Причина такого взаємного розташування полягає у вирівнюванні за формою та енергією електронних орбіталей зовнішнього енергетичного рівня атома Карбону.

Ковалентні зв'язки між атомами Карбону й Гідрогену слабо полярні. Однак молекула метану, з огляду на її симетричність, неполярна. Як це впливає на фізичні властивості метану і речовин, подібних до нього?

Висновки ви зможете зробити самотужки, проаналізувавши дані, наведені в таблиці 23.1.

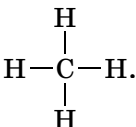
Таблиця 23.1

Фізичні властивості метану

Колір		Безбарвний
Запах		Без запаху
Густина, кг/м ³	газу (0 °C)	0,7168
	рідини (-164,6 °C)	415
Температура, °C	плавлення	-182,49
	кипіння	-161,58
Розчинність у воді, г/кг		0,02

ПРО ГОЛОВНЕ

- Метан – найпростіша летка сполука Карбону з Гідрогеном.
- Молекулярна формула метану CH_4 .
- Збуджений стан атома – енергетично нестабільний стан, у який атом переходить унаслідок отримання енергії ззовні.
- Атом Карбону в збудженому стані чотиривалентний.



- Структурна формула молекули метану
- Просторова форма молекули метану тетраедрична.



Перевірте себе

1. Яка речовина є найпростішою леткою сполукою Карбону з Гідрогеном? 2. Яка хімічна формула метану? Структурна формула? 3. Який стан атома називають збудженим? 4. Яка валентність атома Карбону в збудженому стані? 5. Яка просторова форма молекули метану?



Застосуйте свої знання й уміння

6. Усно обчисліть молярну масу метану, масові частки елементів у цій сполуці та її відносну густину за воднем і киснем. Порівняйте відносну густину метану й повітря.

*7. Визначте валентність атома Бору в збудженому стані.

*8. Перехід електрона в атомі з одного енергетичного рівня на інший неможливий. Поясніть, чому атоми Оксигену й Флуору не можуть перейти в збуджений стан і як це пов'язано зі значеннями максимальної валентності цих елементів.



Творча майстерня

9. Виготовте з надувних кульок округлої форми масштабну модель молекули метану.



Дізнайтеся більше

https://www.youtube.com/watch?v=z1VB_Y4BbtA

<https://www.youtube.com/watch?v=2GNivtLEQRE>

<https://www.youtube.com/watch?v=dEFi6su0U2g>

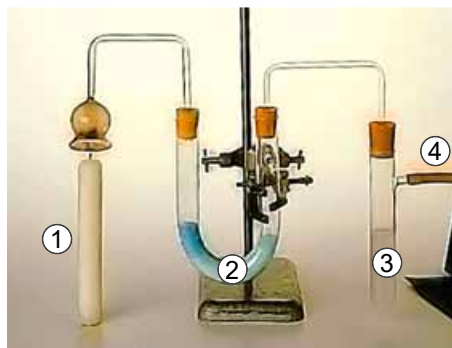
§ 24. Гомологи метану, їхні молекулярні формули та назви

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- наводити приклади перших десяти гомологів метану;
- характеризувати та порівнювати їхній склад;
- складати молекулярні й структурні формули.

Гомологи метану трапляються в нашому житті чи не на кожному кроці. Вони, так само як метан, є компонентами природного та попутного нафтового газу, нафти. Про ці корисні копалини ви дізналися під час вивчення географії. А от слово «гомологи», напевно, для вас нове. Що воно означає? У перекладі з давньогрецької ὁμοιος – подібний, схожий, а λογος – слово, закон. Чим саме подібні до метану та між собою його гомологи?

Рис. 24.1. Визначення якісного складу парафіну за продуктами згоряння. 1. Запалена парафінова свічка. 2. Безводний купрум(II) сульфат. 3. Розчин кальцій гідроксиду (вапняна вода). 4. Аспіратор (відсмоктувач повітря). **Завдання.** 1. Запишіть рівняння реакції між карбон(IV) оксидом і кальцій гідроксидом. 2. Опишіть зміну кольору безводного купрум(II) сульфату. Запишіть хімічне рівняння, яке пояснює ці зміни



Елементний склад численних гомологів метану з'ясуємо за допомогою простого досліду (рис. 24.1). Продукти згоряння парафіну¹, який є сумішшю гомологів метану, пропустимо послідовно крізь безводний купрум(II) сульфат і насичений водний розчин кальцій гідроксиду (вапняну воду).

Помутніння вапняної води зумовлює продукт повного окиснення парафіну – карбон(IV) оксид. Його утворення під час горіння парафіну є підставою стверджувати, що в складі гомологів метану є Карбон. Кіптява, яка утворюється під час неповного згоряння парафіну, також свідчить про це.

Другий продукт повного окиснення парафіну – вода. Отже, до складу гомологів метану входить Гідроген.

Якісний і кількісний аналіз довели, що будь-який гомолог метану містить лише два хімічні елементи – Карбон і Гідроген. Такі речовини називають **вуглеводнями**. Однак не всі вуглеводні є гомологами метану. До них належать лише ті, склад яких описує загальна формула C_nH_{2n+2} , де n – додатне ціле число. Наприклад, молекулярна формула гомолога метану, у складі якого чотири атоми Карбону, – C_4H_{10} .



Запишіть молекулярні формули алканів, у складі яких а) 2; б) 5; в) 17 атомів Карбону.

Отже, з-поміж розмаїття органічних сполук можна виокремити речовини з однаковим якісним складом, подібні за будовою та хімічними властивостями. Такі речовини називають **гомологами**. За кількісним складом вони відрізняються один від одного на одну або декілька груп $-CH_2-$. Цю групу називають **гомологічною різницею**. Гомологи, розташовані за зростанням їхньої молекулярної маси, утворюють **гомологічний ряд**. Формула будь-якого наступного гомолога може бути отримана додаванням гомологічної різниці до формули попереднього члена гомологічного ряду.



Поясніть, як за хімічною формулою гексану C_6H_{14} визначити формулу гомолога, який у гомологічному ряду: а) передує йому; б) розташований після нього.

¹Парафін (нім. *Paraffin*, від лат. *parum* – мало та *athnis* – споріднений; названий так через нейтральність до більшості хімічних реагентів), нафтопродукт, суміш алканових вуглеводнів переважно нормальної (нерозгалуженої) будови із числом атомів Карбону від 9 до 40.

Зауважимо, що гомологічні ряди можна побудувати для всіх класів органічних сполук. Наприклад, на схемі (рис. 24.2) зазначено назви деяких органічних речовин, з якими ви ознайомитеся цього навчального року. Кожна зі сполук є представником певного гомологічного ряду. Проте не обов'язково докладно вивчати всіх представників ряду. Адже знаючи властивості одного із членів гомологічного ряду, можна дійти висновків щодо властивостей інших представників того самого ряду. Це й зумовлює важливість поняття гомології під час вивчення органічної хімії.

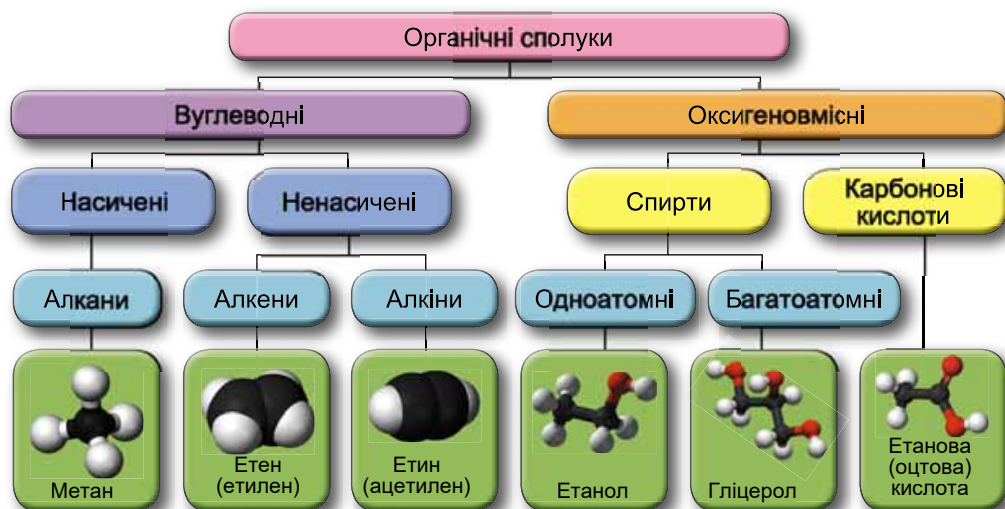


Рис. 24.2. Деякі гомологічні ряди та їхні представники

Молекулярні та структурні формули, назви перших десяти членів гомологічного ряду метану наведено в таблиці 24.1. Під час ознайомлення з нею зверніть увагу на повні структурні формули алканів: формулу кожного наступного гомолога метану виведено з попереднього. Це може бути зроблено заміщенням на $-\text{CH}_3$ групи одного з атомів Гідрогену, або розташуванням групи $-\text{CH}_2-$ між двома сусідніми атомами Карбону (рис. 24.3).

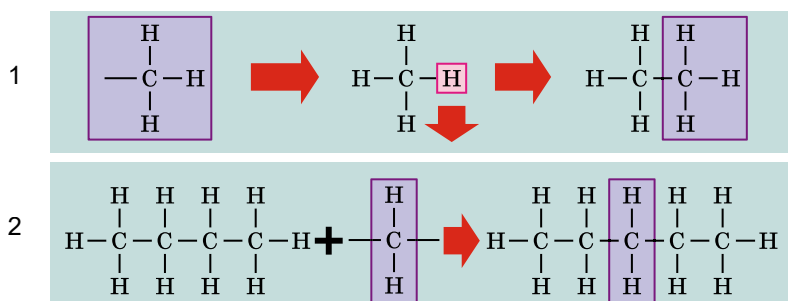


Рис. 24.3. 1. Заміщенням атома Гідрогену у структурній формулі метану на $-\text{CH}_3$ групи атомів можна одержати структурну формулу етану. 2. Розташувавши групу $-\text{CH}_2-$ між двома атомами Карбону в структурній формулі бутану, можна одержати структурну формулу пентану. **Завдання.** Виведіть двома способами структурну формулу гептану C_7H_{16} зі структурної формули гексану C_6H_{14}

Таблиця 24.1

Гомологи метану

Назва	Молекулярна формула	Повна структурна формула
Метан	CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Етан	C_2H_6	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Пропан	C_3H_8	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Бутан	C_4H_{10}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Пентан	C_5H_{12}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Гексан	C_6H_{14}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Гептан	C_7H_{16}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Октан	C_8H_{18}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Нонан	C_9H_{20}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$



1. Запишіть електронні формули пропану та пентану. 2. Проаналізуйте зміст таблиці 24.1, визначте, чи справедливі загальні закономірності зміни кількісного складу гомологів для представників гомологічного ряду метану.

Повні структурні формули відображують послідовність розміщення атомів Карбону і Гідрогену. З них очевидно, що в алканах атоми Карбону сполучені між собою лише простими (ординарними) зв'язками, а решта зв'язків з'єднує їх з атомами Гідрогену. Щоб з'ясувати, як атоми Карбону та Гідрогену розміщені одні відносно одних у просторі, розгляньте матеріальні моделі (рис. 24.4).

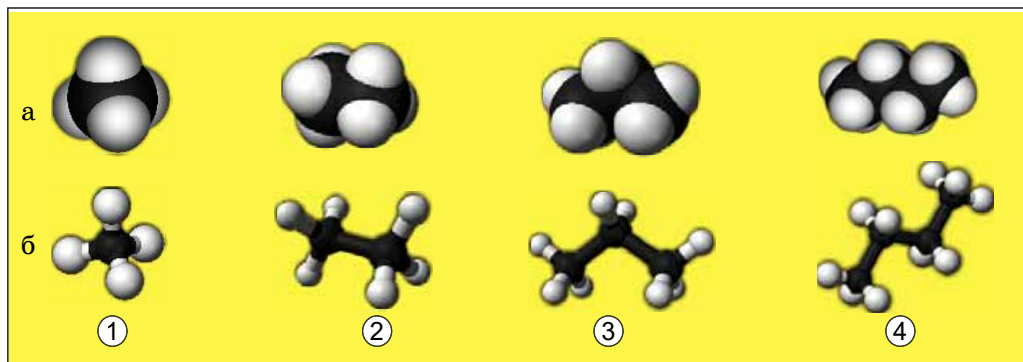


Рис. 24.4. Матеріальні моделі алканів: а) масштабні; б) кулестержневі. 1. Метан. 2. Етан. 3. Пропан. 4. Бутан

Назви гомологів метану (таблиця 24.1), безсумнівно, не залишилися поза вашою увагою – адже всі вони мають однаковий суфікс (*який?*). Він вказує на те, що вуглеводень належить до гомологічного ряду метану або, іншими словами, – алканів¹. Корені в назвах перших чотирьох гомологів цього ряду походять з грецької й пов'язані з назвами спиртів або органічних кислот. Ці спирти й кислоти (*деякі з них ви вивчатимете згодом*) були відомі задовго до відкриття відповідних алканів. Наприклад, етиловий (винний) спирт був відомий значно раніше за етан, отриманий лише 1848 р. Починаючи з пентану, назви алканів походять від грецьких числівників, які показують кількість атомів Карбону в молекулі алкану.

Поняття гомології в органічній хімії ґрунтується на фундаментальному положенні про те, що хімічні й фізичні властивості речовини визначаються складом і будовою її молекул.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Вуглеводні – органічні сполуки, які складаються з атомів двох елементів – Карбону й Гідрогену. Метан CH_4 – найпростіший вуглеводень.
- Гомологи – речовини з однаковим якісним складом, подібні за будовою та хімічними властивостями. За кількісним складом вони відрізняються один від одного на групу $-\text{CH}_2-$ – гомологічну різницю.

¹Інша назва гомологів метану – парафіни.

- Гомологічний ряд утворюють гомологи, розташовані за зростанням молекулярної маси.
- Назви гомологів метану мають однаковий суфікс **-ан**, їхня загальна назва – **алкани**.
- Хімічний склад алканів описує загальна формула C_nH_{2n+2} , де n – додатне ціле число.



Перевірте себе

1. Які речовини називають вуглеводнями? 2. Що таке гомологи? Гомологічний ряд? Гомологічна різниця? 3. Яка загальна назва та формула вуглеводнів гомологічного ряду метану? 4. Чим визначаються фізичні й хімічні властивості речовин?



Застосуйте свої знання й уміння

5. Назвіть перші п'ять членів гомологічного ряду метану з непарною кількістю атомів Карбону в молекулі.
6. Алкан з найдовшими молекулами синтезували 1985 р. англійські хіміки І. Бідд і М.К. Уайтинг. Це нонаконтатриктан, молекула якого містить 390 атомів Карбону. Визначте кількість атомів Гідрогену в молекулі цієї речовини.
7. Визначте молекулярну формулу алкану, масова частка Карбону в якому становить 85 %.
8. Складіть молекулярну, електронну та структурні (повну та спрощену) формули алкану: а) відносна молекулярна маса якого дорівнює 30; б) відносна густина за воднем якого дорівнює 22.



Творча майстерня

9. Складіть сенкан «Гомологи».

§ 25. Етен (етилен) і етин (ацетилен) як представники ненасичених вуглеводнів, їхні молекулярні й структурні формули, фізичні властивості

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- називати етен, етин, розрізняти їх за складом та характеризувати його;
- складати молекулярні й структурні формули етену та етину.

Молекулярна та структурна формули етену й етину – знакові моделі, за допомогою яких унаочнюють склад і будову молекул цих органічних сполук. Розгляньмо їх докладніше. За молекулярними формулами етену C_2H_4 та етину C_2H_2 легко встановити, що ці речовини є *вуглеводнями* (пригадайте схему на рисунку 24.2). Ви, звісно, пам'ятаєте, що Гідроген – одновалентний хімічний елемент, а Карбон в органічних сполуках – чотиривалентний. Як сполучити між собою два атоми Карбону та чотири атоми Гідрогену, щоб не порушити цієї умови? Як не порушити її, коли потрібно сполучити два атоми Карбону та два – Гідрогену? Єдино правильні варіанти зображено на рисунку 25.1.

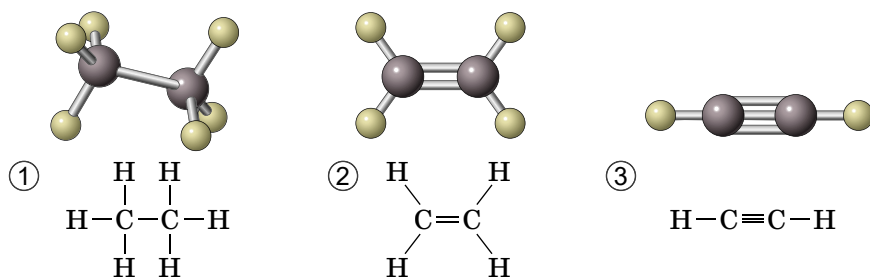


Рис. 25.1. Молекулярна і структурна формули етану (1), етену (2) та етину (3).

Завдання. Порівняйте склад і будову молекул етану, етену та етину. Поясніть, чи можна вважати їх гомологами. Пригадайте, що таке гомологічна різниця, і складіть молекулярні формули двох наступних за етеном і етином членів їхніх гомологічних рядів

Отже, у молекулі етену атоми Карбону сполучені подвійним зв'язком, це унеможливорює обертання навколо нього. Кути між зв'язками в молекулі етену становлять 120° , вона має площинну будову. Ви, напевно, звернули увагу, що молекулу етену можна уявити як молекулу етану, у якій від кожного атома Карбону відщеплено по одному атому Гідрогену. Унаслідок цього між атомами Карбону виникає подвійний зв'язок. Аналогічно молекулу етину можна уявити як молекулу етану, у якій від кожного атома Карбону відщеплено по два атоми Гідрогену унаслідок чого між атомами Карбону утворюються три зв'язки. Молекула етину має лінійну будову, кути між зв'язками становлять 180° .

Ви вже мали нагоду пересвідчитися, що фізичні властивості речовин залежать від складу й будови їхніх молекул. Чи справедливе це твердження для етену й етину?

Фізичні властивості етену й етину наведено в таблиці 25.1.

Таблиця 25.1

Порівняння фізичних властивостей етану, етену та етину

Ознака порівняння	Вуглеводні		
	Етан	Етен	Етин
Колір, агрегатний стан за температури $20-25^\circ\text{C}$ і тиску 10^5 Па	Безбарвні гази		
Запах	—	Слабкий солодкуватий	—
Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$ (за 0°C)	1,342	1,178	1,097
Температура плавлення, $^\circ\text{C}$	-182,8	-169,2	-80,8
Температура кипіння, $^\circ\text{C}$	-88,6	-103,7	-83,6
Розчинність у воді за 0°C і тиску 10^5 Па, л/л	Не розчиняється	0,256	1,15

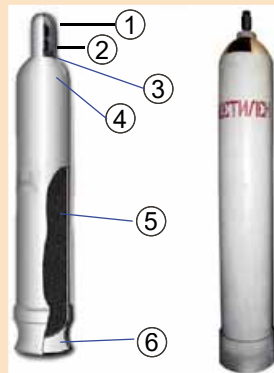


Поміркуйте й поясніть, як можна вилучити етин з його суміші з етаном.

Цікаво і пізнавально

Етин добре розчиняється в ацетоні. Цей розчин зберігають зазвичай у сталевих балонах з пористим наповнювачем (рис. 25.2). Коли відкривають вентиль балона, тиск падає й газуватий ацетилен виділяється з розчину.

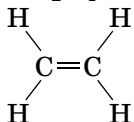
Рис. 25.2. Балон з етином (ацетиленом).
1. Захисний ковпак. 2. Вентиль. 3. Різьба горловини. 4. Паспортні дані. 5. Пориста маса, просочена розчином етину в ацетоні. 6. Опорний башмак



Важливу хімічну властивість вуглеводнів – здатність вступати в реакцію горіння – розглянемо трохи згодом. Оскільки ця реакція відбувається за участю газуватих речовин, важливо вміти обчислювати об'ємні відношення газів за хімічними рівняннями. Ви навчитеся цьому під час опрацювання наступного параграфа.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Етен – найпростіший алкен, етин – найпростіший алкін.
- Молекулярна формула етену C_2H_4 , етину – C_2H_2 .



- Структурна формула етену $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$, етину – $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$.

- Атоми Карбону в етені й етині чотиривалентні.
- У молекулі етину атоми Карбону сполучені між собою подвійним зв'язком, у молекулі етену – потрійним.
- Молекула етену має площинну будову, етину – лінійну.
- Кути між зв'язками в молекулі етену становлять 120° , у молекулі етину – 180° .



Перевірте себе

1. Яка речовина є найпростішим алкеном? Алкіном? Які їхні молекулярні й структурні формули? 2. Яка валентність атомів Карбону в етені та етині? Яким зв'язком вони сполучені в молекулі етену? Етину? 3. Яка просторова форма молекули етену? Етину? 4. Яка величина кутів між хімічними зв'язками в молекулі етену? Етину? 5. Чим подібні і чим відрізняються фізичні властивості етену та етину?



Застосуйте свої знання й уміння

6. Обчисліть молярні маси етену та етину, масові частки хімічних елементів у них, відносні густини цих газів за воднем і повітрям.

7. Поясніть, чи можна зібрати етен і етин витісненням: а) повітря; б) води. Який із цих способів ви вважаєте доцільнішим? Поясніть чому.

8. На занятті хімічного гуртка Валерій і Ганна добули ацетилен, перевірили його на чистоту й зібрали в мірний циліндр. Циліндр з ацетиленом вони закріпили у штативі так, щоб отвір циліндра був занурений у посудину з підфарбованою холодною водою. Зібрану установку залишили до наступного заняття. Спрогнозуйте зміни, які відбулися з рівнем води в циліндрі, поясніть їх.



Творча майстерня

9. Складіть один із сенканів – «Етен» або «Етин» – на свій вибір.

10. Дізнайтеся з додаткових джерел інформації, що таке ізологічні ряди й підготуйте для однокласників і однокласниць стисле повідомлення за результатами свого дослідження.

§ 26. Відношення об'ємів газів у хімічних реакціях

Після опрацювання параграфа ви зможете обчислювати відношення об'ємів газів у хімічних реакціях.

Відношення об'ємів газів у хімічних реакціях вивчало чимало науковців. Адже вимірювати об'єми газів набагато простіше, ніж їхні маси. Приміром, А.Л. Лавуазьє (рис. 26.1) робив спроби визначити співвідношення між об'ємами водню та кисню в реакції синтезу води. К.Л. Бертолле (рис. 26.2) вивчав співвідношення між об'ємами водню й азоту в реакції розкладання амоніаку – леткої сполуки Нітрогену з Гідрогеном.



Рис. 26.1. Лавуазьє Антуан Лоран (1743–1794). Французький хімік. Автор кисневої теорії горіння, один з авторів нової хімічної номенклатури. Відкрив закон збереження маси, запропонував перший перелік хімічних елементів. Автор підручника «Елементарний курс хімії». З'ясував роль кисню у процесах горіння, окиснення й дихання. Один із засновників термохімії



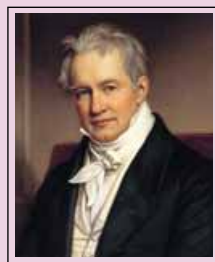
Рис. 26.2. Бертолле Клод Луї (1748–1822). Французький хімік, засновник вчення про хімічну рівновагу. Розробив (разом з Лавуазьє та ін.) нову хімічну номенклатуру. Установив склад амоніаку, природного газу, синильної кислоти, сірководню. Відкрив (1785) калій хлорат, названий згодом бертолетовою сіллю

Жозеф Луї Гей-Люссак (рис. 26.3) і Олександр фон Гумбольдт (рис. 26.4) 1805 р. вивчали співвідношення об'ємів газів у хімічних реакціях і дослідним шляхом установили, що в реакції синтезу води з простих речовин об'єм водню вдвічі більший за об'єм кисню й дорівнює об'єму продукту реакції – водяної пари (рис. 26.5).

Рис. 26.3. Гей-Люссак Жозеф Луї (1778–1850). Французький фізик і хімік. У 1805 р. разом з О. Гумбольдтом установив склад води, показавши, що співвідношення числа атомів Гідрогену й Оксигену в її молекулі становить 2 : 1. У 1808 р. Гей-Люссак відкрив закон об'ємних відношень, який представив на засіданні Філософсько-математичного товариства



Рис. 26.4. Гумбольдт Олександр фон (1769–1859). Німецький натураліст і географ. Його спільна з Ж.Л. Гей-Люссаком робота про гази – вагомий внесок у розвиток уявлень про атоми й молекули



Ж.Л. Гей-Люссак продовжив вивчення відношень об'ємів газів у хімічних реакціях. Здобуті експериментальні дані науковець узагальнив у законі об'ємних відношень: *за однакових умов об'єми газуватих речовин у хімічних реакціях співвідносяться між собою як невеликі цілі числа*. Результати дослідження він опублікував 1808 р. у статті «Про сполучення газуватих тіл одне з одним».

Згодом виявилось, що ці «невеликі цілі числа» – не що інше, як коефіцієнти в рівняннях хімічних реакцій за участю газуватих речовин. Ви, звичайно, пам'ятаєте, що коефіцієнти в хімічних рівняннях показують співвідношення між кількостями речовин реагентів і продуктів реакції. Спробуймо пояснити це з огляду на закон Авогадро (*пригадайте його формулювання*).

Хімічне рівняння описує одиничний акт реакції. Наприклад, в одиничному акті синтезу води беруть участь дві молекули водню й одна молекула кисню. Продукт їхньої взаємодії – дві молекули води. За якої умови обидва реагенти витратяться повністю? Потрібно, щоб кількість молекул водню була вдвічі більша за кількість молекул кисню. Оскільки *в рівних об'ємах різних газів за однакових умов містяться однакові кількості молекул*, можна стверджувати, що об'єм водню в реакції має вдвічі перевищувати об'єм кисню. Об'єм продукту реакції – водяної пари – дорівнюватиме об'єму водню й буде вдвічі більший за об'єм кисню (рис. 26.5).

Дослідження Гей-Люссака та відкриті ним закономірності стали вагомим внеском у розвиток уявлень про атоми й молекули. Зокрема, зроблено висновки про те, що молекули водню, кисню, азоту, хлору тощо – двоатомні. Якби, наприклад, молекули водню й хлору були одноатомними, то об'єм утвореного гідроген хлориду мав би бути такий самий, як

об'єм водню (або хлору). Експериментально було визначено, що об'єм гідроген хлориду вдвічі більший за об'єм кожного з реагентів, тобто рівняння реакції таке:

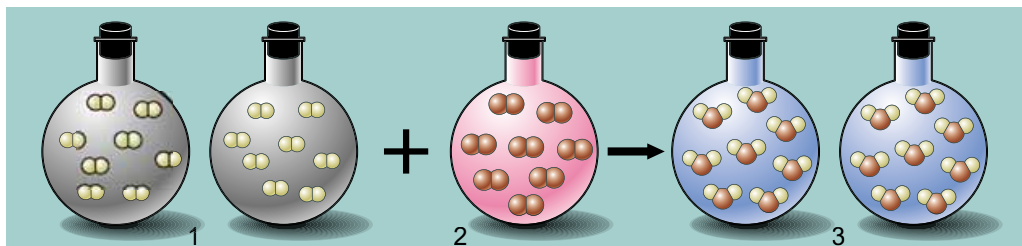
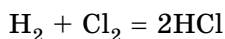


Рис. 26.5. 1. Водень. 2. Кисень. 3. Водяна пара

Розв'яжімо задачу. Для синтезу гідроген хлориду взято хлор об'ємом 5 л і водень об'ємом 8 л. Визначте об'ємний склад (л) газової суміші, яка утвориться після реакції (об'єми газів виміряно за однакових умов).

Цю задачу розв'яжемо усно, використавши наведене в параграфі хімічне рівняння синтезу гідроген хлориду. З нього очевидно, що з хлором об'ємом 5 л прореагує водень такого самого об'єму. Тобто водень об'ємом 3 л не братиме участь у реакції. Об'єм утвореного гідроген хлориду буде вдвічі більшим за об'єм хлору і становитиме 10 л. Газова суміш після закінчення реакції міститиме гідроген хлорид об'ємом 10 л і водень об'ємом 3 л.

Уміння визначати відношення об'ємів газів під час обчислень за хімічними рівняннями знадобиться вам у подальшому вивченні органічних і неорганічних речовин. У промисловості та лабораторних умовах ці вміння необхідні для розрахунків об'ємів реагентів і продуктів реакцій.



Складіть алгоритм, за яким розв'язують розрахункові задачі на обчислення об'ємних відношень газів за хімічними рівняннями.

Застосувати складений вами алгоритм зможете на наступному уроці (і не лише) під час вивчення горіння вуглеводнів.

ПРО ГОЛОВНЕ

- За однакових умов об'єми газуватих речовин у хімічних реакціях співвідносяться між собою як невеликі цілі числа. Ці числа – коефіцієнти перед формулами речовин у хімічних реакціях.
- Дослідження Гей-Люссака та відкриті ним закономірності стали вагомим внеском у розвиток уявлень про атоми й молекули.



Перевірте себе

1. Як співвідносяться об'єми газуватих речовин у хімічних реакціях? 2. Як за хімічними рівняннями визначити співвідношення між об'ємами газуватих реагентів і продуктів реакції? 3. Для чого потрібне вміння визначати відношення об'ємів газів у хімічних реакціях?



Застосуйте свої знання й уміння

- Обчисліть об'єм (л) водню, який прореагував з киснем об'ємом 4 л (об'єми газів виміряно за однакових умов).
- Обчисліть об'єм (л) водяної пари, що утворилася внаслідок реакції водню об'ємом 7 л з достатньою кількістю кисню (об'єми газів виміряно за однакових умов).
- Обчисліть об'єм водню, який прореагував з достатньою кількістю азоту, якщо внаслідок реакції утворився амоніак – найпростіша летка сполука Нітрогену з Гідрогеном – об'ємом 20 л (об'єми газів виміряно за однакових умов).
- Обчисліть об'єм водню, який прореагував з вуглецем, якщо внаслідок реакції утворився метан об'ємом 10 л (об'єми газів виміряно за однакових умов).
- Для синтезу гідроген хлориду взято хлор об'ємом 0,4 л і водень об'ємом 0,2 л. Визначте об'ємний склад газової суміші, яка утвориться після реакції (об'єми газів виміряно за однакових умов).
- Унаслідок реакції етину з воднем утворився етан об'ємом 12 л. Обчисліть об'єми (л) водню та етину, які прореагували (об'єми газів виміряно за однакових умов).



Творча майстерня

- Роздивіться марку, зображену на рисунку 26.6. Дізнайтеся, якій події вона присвячена. Підготуйте повідомлення про життя й наукові здобутки вченого, зображеного на марці.



Рис. 26.6

§ 27. Горіння вуглеводнів

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- характеризувати реакції горіння вуглеводнів;
- усвідомити значення вуглеводневої сировини в енергетиці.

Горіння вуглеводнів відбувається повсякчас. У газовій плиті на кухні горить природний газ, головний складник якого – метан. Багато автомобілів надають перевагу машинам, які працюють на метані або пропан-бутановій суміші. Проте лишається чимало прихильників автомобілів з бензиновим двигуном. У ньому згоряє бензин – природна або штучно одержана суміш вуглеводнів, у молекулах яких від чотирьох до дванадцяти атомів Карбону (рис. 27.1).



Рис. 27.1. 1. Природний газ – блакитне паливо. 2. Цей автомобіль працює на газовому пальному. 3. Перші у світі автомобілі з бензиновим двигуном сконструювали Готліб Вільгельм Даймлер і Карл Бенц

Реактивне паливо, горючий компонент рідкого ракетного палива, пальне для побутових нагрівальних і освітлювальних приладів, апаратів для різання металів, основне паливо для проведення фаєр-шоу – це суміш вуглеводнів, у молекулах яких від дев'яти до шістнадцяти атомів Карбону. Її назва – **гас** (рис. 27.2).



Рис. 27.2. 1. Фаєрбризинг – найнебезпечніший і найшкідливіший вид фаєр-шоу. Ян Зег (2) та Ігнасій Лукасевич (3) – винахідники гасу та першої газової лампи

Цікаво і пізнавально

Першу газову лампу побачив у Багдаді та описав перський науковець-енциклопедист алхімік Ар-Разі (IX ст.). Еволюцію цього освітлювального приладу можна простежити в інтер'єрі ресторану «Газова лампа», у Львові на Вірменській вулиці. Гостей біля входу в ресторан «зустрічають» винахідники гасу й газової лампи. Бронзовий Ян Зег «розмістився» за столом, а його колега Ігнасій Лукасевич «стежить за порядком» з вікна третього поверху.

Горіння парафіну, мазуту тощо – це горіння сумішей вуглеводнів. У туризмі, мисливстві, рибальстві, на дачі використовують пропанові та пропан-бутанові пальники для побутових потреб. Горіння пропану або бутану в кулінарному пальнику дає змогу кухарям і кухаркам творити справжні дива (рис. 27.3).

Які продукти горіння вуглеводнів? Це карбон(IV) оксид і вода (*пригадайте, який небезпечний ефект пов'язаний з надходженням у довкілля одного з продуктів згоряння вуглеводнів*). Реакція горіння (її ще називають реакцією повного окиснення) супроводжується виділенням певної кількості теплоти та світла, тобто є екзотермічною. Ви можете самостійно записати схеми реакцій горіння тих вуглеводнів, про склад яких дізналися з попередніх параграфів, і перетворити схеми на хімічні рівняння.



Рис. 27.3. Фломбер – багатофункціональний пристрій для приготування різноманітних страв

Зверніть увагу: в органічній хімії в рівняннях реакцій не використовують знак «дорівнює», замість нього рисують стрілку $\rightarrow$ для необоротних і дві стрілки $\rightleftharpoons$ для оборотних реакцій. Реакції горіння вуглеводнів є окисно-відновними. Тож, якщо маєте бажання, можете застосувати свої знання про процеси окиснення-відновлення та вміння складати електронний баланс для перетворення схем реакцій горіння вуглеводнів на хімічні рівняння (рис. 27.4).



Рис. 27.4. Повне окиснення октану. **Завдання.** Запишіть рівняння реакції повного окиснення октану, яка відбувається у двигуні внутрішнього згоряння

Зі збільшенням умісту Карбону у вуглеводнях збільшується потреба в кисні, який витрачається під час горіння. Тож його може виявитися недостатньо для повного окиснення вищих алканів до карбон(IV) оксиду. Тоді утворюються продукти часткового окиснення: карбон(II) оксид (чадний газ) і сажа – дрібнодисперсний вуглець. Розжарені частинки сажі роблять полум'я світлим. А токсичний, безбарвний, без запаху чадний газ, що виділяється попутно, є шкідливим для людини.



Порівняйте вміст Карбону в етані, етені та етині. Поміркуйте й спрогнозуйте, який із цих вуглеводнів горітиме найбільш кіптявим полум'ям. Запропонуйте спосіб зменшення кількості кіптяви під час згоряння вуглеводнів.

Цікаво і пізнавально

Парникові гази поглинають теплове випромінювання поверхні Землі та хмар і відбивають його назад до Землі. Найбільше впливають на зміну клімату вуглекислий газ і метан. Корова випускає за день метан об'ємом близько 300 л. У Національному інституті сільськогосподарських технологій Аргентини з'ясовано, що його можна використати для роботи впродовж дня холодильника ємністю 100 л за температури 2–6 °C. Їм вдалося зібрати, очистити та стиснути гази, що випускає велика рогата худоба, для використання їх як альтернативного джерела енергії (рис. 27.5). В умовах, коли не вистачає або немає поновлюваних джерел енергії, ця перспектива також спрямована на зниження кількості парникових газів, що викидаються в атмосферу.



Рис. 27.5. Біогаз – альтернативне джерело енергії. Він виділяється внаслідок метанового бродіння різних побутових відходів, а також відходів, які виділяють тварини. 1. Біогаз з біомас. 2. Біогаз «від виробника»

Про те, що природний газ, нафта, кам'яне вугілля не лише паливо, ви дізнаєтеся з наступних параграфів.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Усі вуглеводні – горючі речовини.
- Продуктами горіння (повного окиснення вуглеводнів) є карбон(IV) оксид і вода.
- Реакції горіння вуглеводнів екзотермічні, окисно-відновні.



Перевірте себе

1. Наведіть приклади реакцій горіння вуглеводнів, які трапляються навколо. 2. Які продукти горіння (повного окиснення) вуглеводнів? 3. До яких типів реакцій відносять реакції горіння вуглеводнів?



Застосуйте свої знання й уміння

- Поясніть, чому продукти повного окиснення різних вуглеводнів однакові.
- Обчисліть об'єм карбон(IV) оксиду, який утвориться внаслідок згоряння пропану об'ємом 15 л (об'єми газів виміряно за однакових умов).
- Обчисліть об'єм спаленого бутану, якщо одним з продуктів реакції є водяна пара об'ємом 400 л (об'єми газів виміряно за однакових умов).
- Унаслідок спалювання етену утворився вуглекислий газ об'ємом 28 л. Обчисліть об'єм кисню, який витратився в цій реакції (об'єми газів виміряно за однакових умов).
- Для проведення реакції горіння взято етин об'ємом 10 л. Обчисліть об'єм (л) кисню, що витратився, і карбон(IV) оксиду, який утворився (об'єми газів виміряно за однакових умов).
- Карбон(IV) оксид, який утворився внаслідок спалювання бутану об'ємом 44,8 л (н. у.), повністю прореагував з кальцій оксидом. Обчисліть масу (г) солі, що утворилася.



Творча майстерня

- Підготуйте презентацію «Горіння вуглеводнів: користь і шкода».
- Розробіть пам'ятку-інструкцію «Правила роботи з вогненебезпечними речовинами».



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=jER8z2X-aOI>
http://24tv.ua/novu_epohu_dlya_lyudstva_vidkrili_u_lvovi_n646907
<https://www.youtube.com/watch?v=YdzNW2ENDN4>
http://24tv.ua/yak_ukrayina_perehodit_na_alternativni_dzherela_energiyi_n665605

§ 28. Реакція заміщення для метану та приєднання для етену й етину

Після опрацювання параграфу ви зможете:

- порівняти деякі хімічні властивості насичених і ненасичених вуглеводнів;
- пояснити, чому метан і його гомологи є насиченими вуглеводнями, а етен та етин – ненасиченими.

Реакція заміщення для метану. Ви вже знаєте з параграфу 23, що атом Карбону в молекулі метану не має на зовнішньому енергетичному рівні

неспарених електронів. Тобто всі валентні електрони атома Карбону беруть участь в утворенні ковалентних зв'язків із чотирма атомами Гідрогену. Тож до молекули метану неможливе приєднання атомів Гідрогену, галогенів тощо. От чому метан – *насичений* вуглеводень.

У реакції заміщення метан вступає за певних умов. Наприклад, реакцію метану з хлором ініціює освітлення. Під час хлорування відбувається послідовне заміщення атомів Гідрогену в молекулі метану на атоми Хлору. Цей процес змодельовано на рисунку 28.1.1. Унаслідок реакції утворюється суміш хлорометану (рис. 28.2), дихлорометану, трихлорометану та тетрахлорометану¹. Їх розділюють дистиляцією. Ще один продукт кожної з чотирьох стадій хлорування – гідроген хлорид.

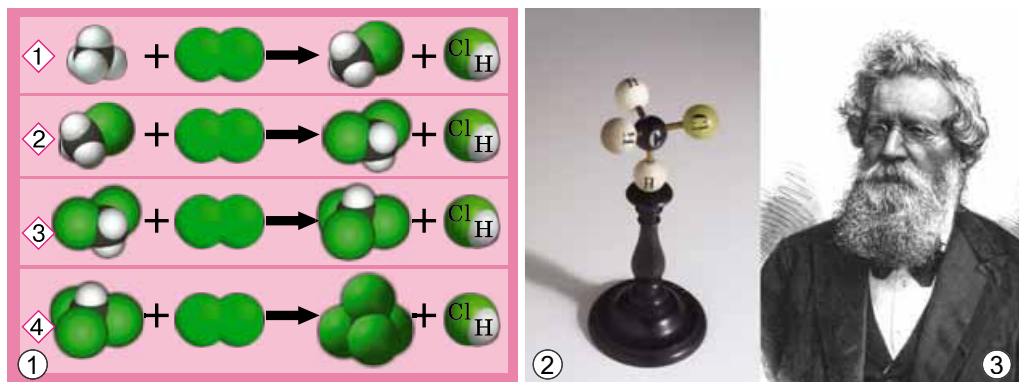


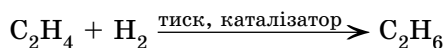
Рис. 28.1. 1. Схема послідовного хлорування метану. **Завдання.** Запишіть хімічні рівняння кожної стадії хлорування метану, використовуючи а) молекулярні; б) повні структурні формули реагентів і продуктів реакції. 2. Кулестержнева модель молекули хлорометану часів А.В. Гофмана. 3. Август Вільгельм фон Гофман (1818–1892), німецький хімік, синтезував низку органічних сполук, зокрема барвників, започаткував використання кулестержневих моделей органічних молекул

Продукти хлорування метану використовують не лише як розчинники. Хлороформ має яскраво виражену анестезувальну дію, тому раніше його використовували в медицині для знеболювання.

Тетрахлорометан не горить. Тому тривалий час його використовували під час гасіння пожеж – адже важка пара цієї речовини перекриває доступ повітря й горіння миттєво припиняється. Усі продукти хлорування метану – токсичні речовини, до того ж сприяють руйнуванню озонового шару.

Реакції приєднання метану не властиві. Натомість *ненасичені вуглеводні* етен і етин вступають в реакції приєднання за місцем кратного зв'язку.

Продуктом приєднання до етену водню (гідрування) є насичений вуглеводень етан:



Каталізатори реакції гідрування – платина і нікель.

¹Ці назви запам'ятовувати необов'язково, вони наведені для ознайомлення.

Унаслідок *хлорування* етену руйнується один зі зв'язків між атомами Карбону й до кожного з них *приєднується* по одному атому Хлору (рис. 28.2).

1,2-Дихлороетан – безбарвна летка рідина зі специфічним запахом, майже негорюча, отруйна. Добре розчиняє жири, смоли, віск тощо. Її токсичні властивості використовують у сільському господарстві для боротьби з філоксерою на виноградниках, а також для знезаражування зернохосвищ.

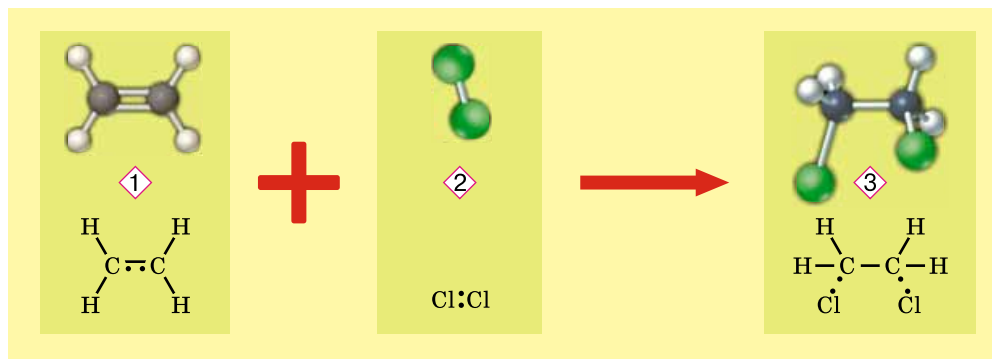


Рис. 28.2. Продукт приєднання до етену (1) хлору (2) – оліїста рідина **1,2-дихлороетан** (3)¹. Зверніть увагу: цифри 1 і 2 у назві продукту хлорування вказують на те, що атоми Хлору приєднуються до двох різних атомів Карбону

На реакції *приєднання бром*у ґрунтується й *якісна реакція на етен*. Зовнішній ефект цієї реакції (рис. 28.3) – знебарвлення бурого водного розчину брому – бромної води.

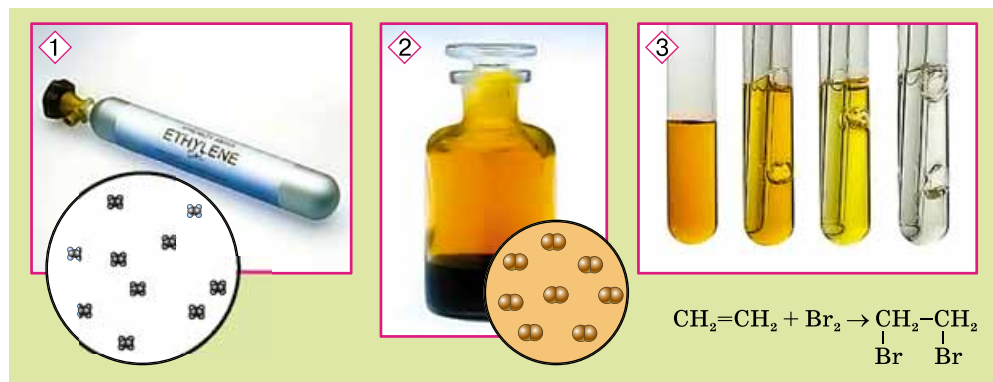


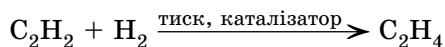
Рис. 28.3. Реактив на етен (1) та його гомологи – бромна вода (2). Насичений водний розчин брому поступово знебарвлюється (3) внаслідок пропускання крізь нього етилену



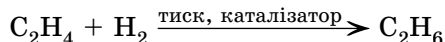
Використайте електронні формули (див. рис. 28.2) і запишіть рівняння реакції приєднання брому до етену, назвіть продукт реакції.

¹Назва для ознайомлення, а не для запам'ятовування.

Так само як для етену, *реакції приєднання за місцем кратного зв'язку* характерні для етину. Продуктом приєднання до молекули етину однієї молекули водню є етен:

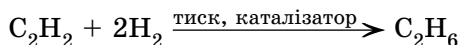


Унаслідок подальшого гідрування утворюється етан (ця реакція вам уже відома):

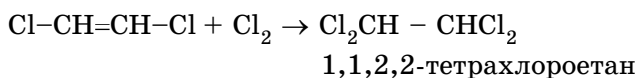
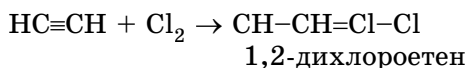


Каталізатори реакції гідрування – платина і нікель.

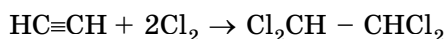
Рівняння реакції повного гідрування ацетилену таке:



Аналогічно відбувається *хлорування* етину:



Рівняння реакції повного хлорування ацетилену таке:



Подібно до етену етин знебарвлює бромну воду.



Складіть рівняння реакцій: а) приєднання до молекули етину однієї молекули бром; а) приєднання до молекули етину двох молекул бром.

У реакції заміщення й приєднання вступають й інші органічні сполуки. Докладніше про це ви дізнаєтеся в старшій школі.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Метан – насичений вуглеводень.
- За певних умов метан вступає в реакції заміщення.
- Реакцію метану з хлором ініціює освітлення.
- Продукти хлорування метану переважно використовують як розчинники та реагенти в органічному синтезі.
- Етен і етин – ненасичені вуглеводні.
- Етен і етин вступають в реакції приєднання – реагують з воднем, хлором, бромом тощо.



Перевірте себе

1. До яких вуглеводнів належить метан? Етен та етин? 2. Реакції якого типу характерні для метану? Етену й етину? 3. Чим відрізняється перебіг реакції з хлором метану від перебігу реакції з хлором а) етену; б) етину? 4. Чим подібні й чим відрізняються реакції етену й етину з: а) хлором; б) воднем?



Застосуйте свої знання й уміння

5. Наведіть щонайменше дві причини того, що вогнегасники, заряджені тетрахлометаном, практично вийшли з ужитку.

6. Укажіть правильне твердження: унаслідок хлорування етену руйнується
- А** один зі зв'язків між атомами Карбону й Гідрогену, до атома Карбону приєднується атом Хлору
- Б** один зі зв'язків між атомами Карбону й до одного з них приєднується атом Хлору
- В** один зі зв'язків між атомами Карбону й до кожного з них приєднується по одному атому Хлору
- Г** один зі зв'язків між атомами Карбону й Гідрогену й атом Гідрогену заміщується атомом Хлору
7. Порівняйте реакції заміщення й обміну за участю неорганічних речовин із реакціями заміщення за участю метану.
8. Порівняйте реакції сполучення за участю неорганічних речовин із реакціями приєднання за участю етену й етину.



Творча майстерня

9. Складіть сенкани про метан, етен або етин з огляду на нові знання про ці речовини, які ви здобули під час опрацювання параграфа.



Дізнайтеся більше

<http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/e659f378-5a0f-07e2-5491-fe1ca9d05442/index.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=JgSXTuKMBUw>

<https://www.youtube.com/watch?v=nz03fpullyo>

<https://www.youtube.com/watch?v=t6fTDSStG35c>

<https://www.youtube.com/watch?v=6vDTEvTB54c>

<https://www.youtube.com/watch?v=PE1CDR1S5pk>

<https://www.youtube.com/watch?v=rYFco-CIGc0>

§ 29. Поняття про полімери на прикладі поліетилену. Застосування поліетилену

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- розрізняти за складом поліетилен і характеризувати його склад, фізичні властивості;
- оцінювати вплив продуктів синтетичної хімії на навколишнє середовище в разі неправильного використання їх.

Які речовини є полімерами? Це, наприклад, **поліетилен** – чи не найвідоміша й найпоширеніша **полімерна** сполука, яку добувають **полімеризацією** етену.

Чи не забагато для одного речення слів із префіксом **поли-**? Що він означає, звідки походить? З грец. *πολύ* – численний, великий, більший за норму. Тому полімери зовсім небезпідставно називають гігантами органічного світу. Адже порівняно з іншими органічними сполуками їхня молекулярна маса величезна – від десятків тисяч до мільйонів. За підвищених температури й тиску та за участі каталізатора десятки й сотні тисяч молекул етену можуть з'єднуватися між собою в довгі ланцюги. Опис цього процесу на мікрорівні наведено на рисунку 29.1.

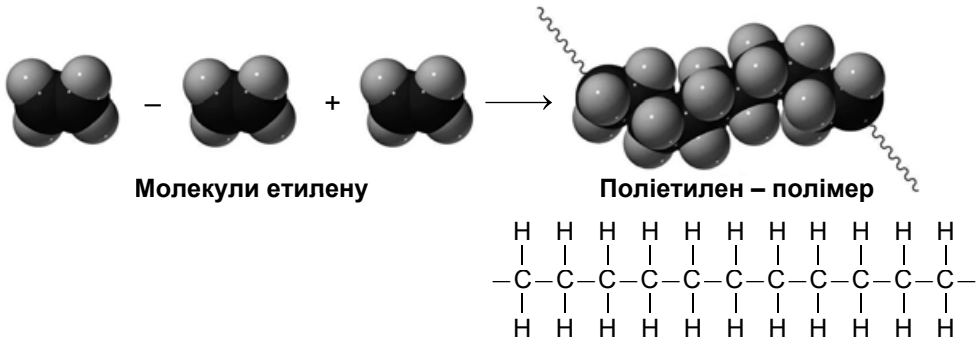


Рис. 29.1. Утворення поліетилену з етену. Показано лише фрагмент полімерного ланцюга, бо реальні розміри макромолекули не дають змоги зобразити її модель повністю

Де трапляються полімери і для чого їх застосовують? Нині чи не в кожному предметі навколо нас є частка натуральних і синтетичних речовин полімерної природи. Вони входять до складу клеїв і фарб, без них неможливо виготовити взуття та тканини, меблі й автомобілі, сантехнічні вироби й оздоблювальні матеріали. Полімери – складники засобів косметики та гігієни, лікарських препаратів, харчових продуктів тощо. Полімери та пластмаси на їхній основі – сучасні, дешеві, відносно надійні й безпечні матеріали, які заповнили світ, ставши невідокремною частиною життя кожної людини.

Чому поліетилен застосовують у найрізноманітніших галузях? Щоб відповісти на це запитання, розгляньмо склад і структуру молекул поліетилену – саме вони зумовлюють унікальний комплекс його властивостей.

З рисунку 29.1 легко зрозуміти, що поліетилен за властивостями і структурою докорінно відрізняється від етену. І зовнішнім виглядом, і на дотик цей полімер нагадує парафін. Так само як парафін поліетилен розм'якшується й плавиться за порівняно невисоких температур. Щоб пересвідчитися в цьому, нагріймо виріб з поліетилену (трубочку, пробку від пляшки тощо) над полум'ям пальника. Поліетилен швидко розм'якшується, тож можна змінити його форму – вона збережеться й після охолодження виробу. Накладемо одну поліетиленову плівку на край іншої такої самої плівки та накриємо їх аркушем паперу. Проведемо по ньому над місцем стикання плівок ледь нагрітим паяльником або іншим металевим предметом: плівки виявляться міцно «звареними». Ця властивість зумовила використання поліетилену для ламінування документів, друкованих наочних посібників тощо.

Поліетилен – пластичний матеріал, його легко формувати (рис. 29.2).

Якщо поліетилен нагріти сильніше, він плавиться. Горить цей



Рис. 29.2. 1. Гранули поліетилену. З його розтопу в різні способи легко формувати вироби. 2. Виготовлення поліетиленової плівки

полімер синюватим полум'ям без кіптяви. Поліетилен не втрачає стійкості навіть за температури $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, тому з нього виготовляють судки для зберігання харчових продуктів у морозильних камерах. Він нетоксичний, не розчиняється у воді й не змочується нею, стійкий до дії розчинів кислот, лугів, окисників, органічних розчинників тощо.

У молекулах поліетилену немає ділянок з підвищеною чи зниженою електронною густиною. Під дією змінного електричного поля молекули поліетилену не коливаються, тобто не поглинають і не розсіюють енергію поля, тому поліетилен – чудовий діелектрик. Недолік цього полімеру – його нестійкість до сонячної радіації, особливо УФ-променів.

Цікаво і пізнавально

Хімічні, фізичні й експлуатаційні властивості поліетилену залежать від густини й молекулярної маси полімеру. Тому вони різні для різних видів поліетилену. Наприклад, поліетилен з розгалуженим ланцюгом м'якший за поліетилен з нерозгалуженими молекулами.

У поліетилену високого тиску розгалуженість ланцюгів становить 15–25 відгалужень на 1000 атомів Карбону в ланцюзі, а в поліетилену низького тиску – лише 3–6 відгалужень. Тому густина, температури плавлення й розм'якшення, ступінь кристалічності в поліетилену з розгалуженим ланцюгом менші, ніж у поліетилену низького тиску, спосіб полімеризації якого зумовлює малу розгалуженість. Плівки з поліетилену низького тиску твердіші й щільніші, ніж з поліетилену високого тиску. Вони більш міцні, а їхня проникність значно нижча.

Надвисокомолекулярний поліетилен з відносною молекулярною масою понад 1 000 000 має підвищені експлуатаційні властивості. Температурний інтервал його використання від -260 до $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$. У нього низький коефіцієнт тертя, висока зносостійкість, стійкість до розтріскування, він хімічно стійкий у найагресивніших середовищах.

Унікальний комплекс фізичних і хімічних властивостей зумовив застосування поліетилену як одного з найважливіших сучасних матеріалів.

Поліетилен – синтетичний полімер, який не має природних аналогів. Тому мікроорганізмами в природних умовах він не утилізується. Це створює неабиякі екологічні проблеми, що потребують невідкладного розв'язання.



Завдання. Пригадайте маркування (рис. 29.3) на виробках з поліетилену та інших пластмас, поясніть, для чого на виробках з пластмас зазначають код переробки.



①



②

Рис. 29.3. Міжнародне маркування поліетиленових виробів. 1. LDPE (ПЕНТ) – поліетилен низького тиску. 2. HDPE (ПЕВТ) – поліетилен високого тиску

Цікаво і пізнавально

З 1 серпня 2016 р. в рамках акції «Сортуй заради майбутнього» кожен киянин та киянка можуть принести пластикові кришки, зібрані вдома або на роботі, у найближчий супермаркет мережі VARUS і залишити їх у прикасовій зоні в спеціальному контейнері з наклеюю (рис. 29.4). За кожні 100 кг зібраних кришечок школа отримає два муляжі з екологічно чистого пластику (PLA на основі кукурудзяного крохмалю) – 3D модель серця або молекули водню, або різнокольоровий пазл, який допоможе дитині швидше запам'ятати будову внутрішніх органів людини.



Рис. 29.4. Сортуй заради майбутнього!

З наступних параграфів цього підручника та з курсу біології ви докладніше дізнаєтеся про найважливіші природні полімери – полісахариди, білки, нуклеїнові кислоти тощо. Це допоможе вам досягнути значення природних і синтетичних високомолекулярних сполук у біологічних процесах і практичній діяльності людини.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Поліетилен добувають полімеризацією етену.
- Поліетилен – синтетичний полімер, який не має природних аналогів, і мікроорганізмами у природних умовах не утилізується.
- Рециклізування – багаторазова переробка виробів з поліетилену та інших полімерних матеріалів.



Перевірте себе

1. Що таке полімери? 2. Як добувають поліетилен? 3. Що таке рециклізація полімерів? Для чого вона потрібна?



Застосуйте свої знання й уміння

4. Назвіть властивості поліетилену, які зумовили його застосування як матеріалу для виготовлення: а) обкладинок для зошитів і підручників; б) штучних суглобів; в) одноразових шприців; г) кожухів дротів; д) одноразового посуду; е) каністр для хімічних реактивів.

5. Нестійкість до сонячної радіації, особливо УФ-випромінювання – один з експлуатаційних недоліків поліетилену. Поясніть, для чого в деякі види поліетилену навмисно додають речовини, які пришвидшують його розкладання під дією світла.

6. Карині та Ігорю доручено разом з однокласниками й однокласницями написати сценарій і поставити за ним агітаційну п'єсу екологічного спрямування. Матеріалом для виготовлення сценічних костюмів вони вибрали різноманітні поліетиленові пакети. Поясніть, які властивості поліетилену зумовили такий вибір. Назвіть властивості цього полімеру, що обмежують його застосування як матеріалу для одягу щоденного вжитку.

7. Назвіть прості буденні дії, які має виконувати кожна цивілізована людина, щоб зменшити забруднення довкілля відходами поліетилену.

8. Проаналізуйте інформацію, наведену в уривку зі статті одного з інтернет-видань: «У 2016 році біологам і біологиням удалося виділити штам бактерій *Ideonella sakaiensis* 201-F6, який здатний гідролізувати пластик за допомогою спеціальних ферментів. Важливо, що організми не лише руйнують полімер, а й використовують його для отримання енергії. Рік потому дослідницька група з Європи виявила, що личинки метелика *Galleria Mellonella*, також відомого як воскова міль, здатні руйнувати пластик, з якого роблять пакети та інші продукти на основі поліетилену. Співавторка дослідження Федеріка Берточчіні з Національної дослідницької ради Іспанії є бджоляркою-аматоркою. Подальше дослідження цього процесу науковою спільнотою сприятиме розробленню нової технології утилізування пластикових відходів». Перевірте її достовірність та оцініть значення описаних у статті відкриттів для сталого розвитку людства.



Творча майстерня

9. Дослідіть властивості поліетилену за різних температур. Для цього покладіть його в морозильну камеру, потім потримайте біля нагрівального приладу. Після кожної дії спробуйте розтягти, подряпати. Склейте розплавленим поліетиленом папір, тканину, виготовте в такий спосіб для молодшого брата (чи сестри) аплікацію на одяг. Створіть власну колекцію виробів з поліетилену – реальну або віртуальну, обґрунтуйте застосування поліетилену у вигляді конкретного виробу його властивостями. Створіть рекламу або антирекламу для вибраних вами виробів з поліетилену, наприклад поліетиленового пакета або одноразового стаканчика. За бажання залучіть до цієї роботи батьків, друзів, знайомих. З'ясуйте, чи розкладається поліетилен за тривалого перебування в землі чи воді, у засобах побутової хімії. За результатами дослідження підготуйте презентацію.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=q4qhZ0KUzDQ>
<https://www.youtube.com/watch?v=iTm2duWZcng>
<https://www.youtube.com/watch?v=m7mNgXe6-TU>
<https://www.youtube.com/watch?v=G8qTFeF-FpY>
<https://www.youtube.com/watch?v=OOPwqfqCuSY>
<https://www.youtube.com/watch?v=SQON4AHJKeo>

§ 30. Поширення вуглеводнів у природі. Природний газ, нафта, кам'яне вугілля – природні джерела вуглеводнів

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- описати поширення вуглеводнів у природі;
- назвати найважливіші природні джерела вуглеводнів;
- навести приклади застосування вуглеводнів.

Природні джерела вуглеводнів, відомі вам з курсу географії, легко пригадати за схемою (рис. 30.1). Природний і супутній нафтовий гази, нафта, кам'яне вугілля – найважливіші природні джерела *вуглеводневої* сировини. З неї за допомогою органічного синтезу одержують найрізноманітніші органічні сполуки.

Зауважимо: вуглеводнева сировина – вичерпний природний ресурс.



Рис. 30.1. Природні джерела вуглеводнів

Природний газ – суміш, що утворилася в земних надрах унаслідок низки різноманітних хімічних реакцій¹. Виходи природного газу на поверхню відомі людству з давніх-давен.

Цікаво і пізнавально

Величезні поклади природного газу накопичено в осадових відкладеннях літосфери. У другій половині минулого століття науковці Російського державного університету нафти і газу імені І.М. Губкіна виявили природні газогідрати (газові клатрати). Це сполуки метану з водою, зовні схожі на підталий лід. Згодом відкрили величезні поклади природного газу в цьому стані як на суходолі під землею, так і неглибоко під морським дном.

Природний газ добувають із земельних надр за допомогою свердловин. Він виходить звідти внаслідок значної відмінності між атмосферним тиском і тиском у газоносному пласті (*де тиск вищий?*). У природному газі масова частка метану сягає 98 %. Решту становлять етан, пропан, бутан, водень, гідроген сульфід, карбон(IV) оксид, азот, гелій, аргон, водяна пара (*запишіть хімічні формули цих речовин*).

Цікаво і пізнавально

ПАТ «Укргазвидобування» – головна компанія з видобування природного газу й газового конденсату в Україні. З початку 2017 р. видобуток природного газу становив 4 936,399 млн м³, що на 18,024 млн м³ перевищило планові показники.

Уже в XIX ст. природний газ використовували в перших світлофорах, вулиці й помешкання освітлювали газовими лампами. У середині минулого століття в Інституті газу НАН України група науковців і технологів під керівництвом академіка М.М. Доброхотова виконала роботи з використання природного газу для інтенсифікації сталеплавильного виробництва. Природний газ і дотепер широко використовують як висококалорійне екологічно чисте паливо.

¹Існують дві протилежні версії походження покладів нафти і газу: неорганічна та органічна. Є вагомні аргументи на користь кожної з них. Компоненти нафти й газу могли утворитися як з решток відмерлих рослин і мікроорганізмів, так і з неорганічних сполук за високої температури та тиску у верхніх шарах мантії в надрах Землі.

Цікаво і пізнавально

Перший в Україні газовий завод для освітлення вулиць запрацював 1858 р. у Львові. Вісім років потому газові ліхтарі засвітили в Одесі, 1871 р. – у Харкові. 2 листопада 1872 р. вулиці Києва також почали регулярно освітлювати газовими ліхтарями. Газ підвели до пам'ятника св. Володимиру. Хрест, що саяв над містом, був дороговказом для мандрівників.

Водночас у хімічній промисловості природний газ – сировина для отримання органічних речовин і матеріалів на їхній основі, наприклад пластмас.

Супутній нафтовий газ розчинений у нафті й виділяється з неї внаслідок зниження тиску під час підйому на земну поверхню. У газонафтових родовищах нафта масою 1 т містить супутній газ об'ємом близько 30–300 м³. Склад супутнього нафтового газу відрізняється від складу природного газу меншим умістом метану, підвищеним умістом етану, пропану тощо (*запишіть структурні формули цих речовин*) і алканів з більшою молекулярною масою.

Можливості використання супутнього газу значно ширші, ніж природного. Адже, крім метану, він містить багато інших вуглеводнів, тому хімічною переробкою із супутнього нафтового газу можна добути більше різноманітних органічних сполук.

Цікаво і пізнавально

З 1997 р. Україна є Стороною Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, а з 2004 р. – Стороною Кіотського протоколу, які визначають систему заходів, спрямованих на стабілізацію концентрації парникових газів з метою уникнення небезпечного антропогенного впливу на кліматичну систему.

Нафта (від грец. *ναφθα* – спалахувати, займатися) – корисна копалина, горюча олійста рідина, поширена в осадовій оболонці Землі. У її складі виявлено понад 1000 органічних і неорганічних речовин. Це багатокомпонентна суміш, головний складник якої – вуглеводні. Також до складу нафти входять оксигено-, нітрогено- і сульфуровмісні сполуки.

Властивості нафти – колір, густина, в'язкість, температура тверднення, запах тощо – залежать від її складу. Тож зразки нафти з різних родовищ можуть істотно відрізнятися один від одного. Наприклад, колір нафти в тонкому шарі зумовлений кількістю асфальтово-смолистих речовин і може набувати відтінків від жовтуватого до темно-коричневого аж до чорного. Густина нафти менша за густину води, вона не розчиняється в ній, тож нафта спливає на поверхню. Однак емульсія нафти з водою досить стійка, це призводить до чималих фінансових утрат через ускладнення транспортування трубопроводом і забруднення доквілля стічними водами нафтопромислів.

У нафті, що виходить з пласта, є завислі частинки гірських порід, вода, розчинені солі та гази. Ці домішки спричиняють корозію устаткування й неабиякі складнощі в транспортуванні та переробленні нафтової сировини. Тому із сирової нафти видаляють воду, механічні домішки, солі

та осад твердих вуглеводнів. Також відокремлюють супутній газ і найбільш легкі компоненти нафти. Якщо цього не зробити заздалегідь, цінну сировину буде втрачено на шляху до нафтопереробного заводу. Докладніше про переробку нафти буде в наступному параграфі.

Кам'яне вугілля – осадова гірська порода, продукт глибокого розкладання решток рослин: деревоподібних папоротей, хвощів і плаунів, перших голонасінних. За хімічним складом кам'яне вугілля є сумішшю високомолекулярних сполук з високим умістом Карбону. Також у вугіллі містяться вода й інші неорганічні речовини.

Хоча нині основним джерелом органічної сировини є нафта, обмеженість її світових запасів і постійне зростання вартості видобутку спонукають до створення нових технологій хімічної переробки альтернативної органічної сировини. Вугілля, світові запаси якого істотно більші порівняно з нафтою та газом, фахівці та фахівчині вважають перспективною сировиною для виробництва моторних палив і продуктів органічного синтезу.

Отже, використання кам'яного вугілля може задовольнити глобальний попит на таку необхідну в сучасному високотехнологізованому світі енергію. Метою більшості процесів хімічної переробки вугілля є його перетворення на низькомолекулярні органічні продукти внаслідок термічного оброблення та під дією різних реагентів.

Цікаво і пізнавально

Підземна газифікація вугілля – фізико-хімічний процес перетворення вугілля на горючий газуватий енергоносіє (CO, CH₄, H₂ тощо) безпосередньо в земних надрах. Ідея підземної газифікації належить Д.І. Менделєєву. Перша у світі промислова станція підземної газифікації вугілля стала до ладу 1937 р. в Горлівці (Донбас).

Ви пересвідчилися, що нафта, природний газ і кам'яне вугілля – це не лише паливо, а й цінна сировина для хімічної промисловості. Про деякі оксигеновмісні органічні речовини, які одержують шляхом хімічних перетворень вуглеводневої сировини, ви дізнаєтеся з наступних параграфів.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Найважливіші природні джерела вуглеводневої сировини – природний і супутній нафтовий газ, нафта, кам'яне вугілля.
- З вуглеводневої сировини за допомогою органічного синтезу одержують найрізноманітніші органічні сполуки.
- Природний і супутній нафтові газ, нафта та кам'яне вугілля – не лише паливо, а, передусім, цінна хімічна сировина.



Перевірте себе

1. Які найважливіші джерела природної вуглеводневої сировини?



Застосуйте свої знання й уміння

2. Порівняйте за складом природний і супутній нафтовий газ.



Творча майстерня

3. Підготуйте повідомлення про природні джерела вуглеводнів в Україні.



Дізнайтеся більше

http://24tv.ua/zrobleno_v_ukrayini_borislav_ukrayinske_misto_de_nafta_bila_fontanami_n560940

http://24tv.ua/ru/sdelano_v_ukraine_borislav_ukrainskij_gorod_gde_neft_bila_fontanami_n560947

<http://energetika.in.ua/ua/books/book-1/part-2/section-8/8-6>

http://ua-energy.org/upload/files/Pavlo_Zagorodniuk_Presentation_Ua.pdf

<http://ugv.com.ua>

§ 31. Перегонка нафти. Застосування вуглеводнів. Вуглеводнева сировина й охорона довкілля

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- усвідомити значення перегонки нафти та екологічні ризики, пов'язані з добуванням, переробленням і використанням вуглеводневої сировини;
- описати застосування вуглеводнів;
- запобігти негативному впливу на довкілля, зумовленому використанням вуглеводневого палива і продуктів перероблення вуглеводневої сировини.

Перегонка нафти – спосіб її перероблення, що ґрунтується на відмінності в температурах кипіння компонентів цієї суміші.

Неабияку увагу питанням нафтоперегонки в 60–70-х роках XIX ст. приділяв Д.І. Менделєєв. Він, зокрема, розробив принцип її безперервної дробної перегонки. Під його наглядом було виготовлено установку, за допомогою якої науковець випробовував нову технологію. Ю.В. Лермонтова (рис. 31.1) розробила й сконструювала один з таких апаратів в 1882 році. Передбачалися використання перегрітої водяної пари, великий вихід цільових продуктів і незначна кількість залишків. Це був один з кращих апаратів для безперервного процесу перегонки нафти. Про нього писали багато наукових журналів і газет.

Цікаво і пізнавально



Рис. 31.1. Лермонтова Юлія Всеволодівна (1847–1919) – перша російська жінка, удостоєна докторського ступеня за дослідження в галузі хімії. У 1882 році розробила оригінальну установку, призначену для безперервної перегонки нафти. Унесок Ю.В. Лермонтової в теорію та практику нафтової справи дає підстави назвати її першою жінкою-нафтовиком, дослідження якої багато в чому сприяли будівництву перших нафтогазових заводів у Російській імперії.

Цікаво і пізнавально

Рис. 31.2. Шухов Володимир Григорович (1853–1939) – інженер-винахідник, який уперше у світі здійснив промислове факельне спалювання рідкого палива за допомогою винайденої ним форсунки. Розробив і запатентував промислову установку для перегонки нафти з розкладанням на фракції під впливом високих температур і тиску. За його проектом побудовано сталеву ажурну сітчасту вежу в м. Миколаєві, унікальний Станіславо-Аджигольський маяк поблизу села Рибальче Голопристанського району Херсонської області



У 1886 р. російський інженер В.Г. Шухов (рис. 31.2) запатентував «апарат для безперервної дробної перегонки нафти».

Перегонку нафти зазвичай здійснюють у кілька стадій. Унаслідок одноступінчастої перегонки за атмосферного тиску одержують світлі нафтопродукти: бензин, гас, газойль або дизельне пальне, у залишку – мазут. Розгляньмо рисунок 31.3. На ньому зображено установку для фракційної перегонки нафти за атмосферного тиску: 1 – сира нафта; 2 – трубчаста піч для попереднього підігрівання нафти; 3 – ректифікаційна колона – спеціальна установка, у якій повторюють цикли конденсації й випаровування рідких компонентів нафти. На горизонтальних перетинках з отворами (тарілках) відбувається конденсація фракцій нафти. На більш високих тарілках накопичуються фракції з низькою температурою кипіння, на нижніх – з високою. Продукти перегонки нафти: 4 – газовий бензин; 5 – лігроїн; 6 – газолін; 7 – гас; 8 – реактивне пальне; 9 – дизельне пальне; 10 – мазут; 11 – гудрон (це спрощена схема. Температурні інтервали та продукти залежать від умов конкретного виробництва. Для перегонки нафти зазвичай використовують п'ять ректифікаційних колон, у яких поспідовно виокремлюють різноманітні нафтопродукти).

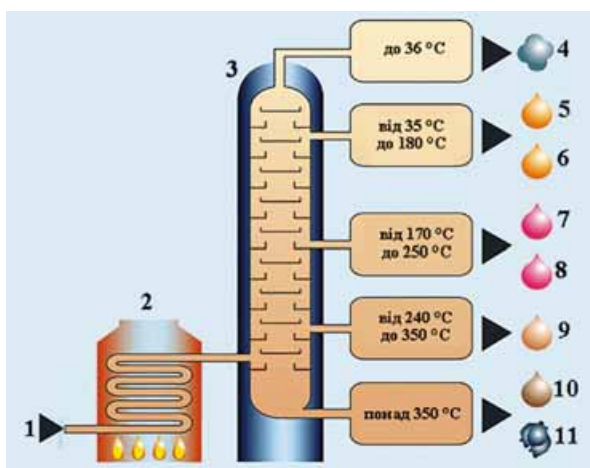


Рис. 31.3. Установка для фракційної перегонки нафти



Рис. 31.4. Промислові ректифікаційні колони великої потужності – споруди 40–60 м заввишки й діаметром 3–6 м

Двоступінчаста (атмосферно-вакуумна) перегонка потребує не менше двох ректифікаційних колон (рис. 31.4). У другій ректифікаційній колоні вакуумною перегонкою з мазуту отримують мастила і залишок – гудрон. Добуті ректифікацією нафтопродукти хімічно переробляють.

Продукти перегонки нафти та їхнє застосування відомі чи не кожному. Докладніше дізнатися про них ви зможете з таблиці 31.1.

Таблиця 31.1

Склад і застосування продуктів перегонки нафти

Назва продукту перегонки нафти	Хімічний склад (число атомів Карбону в ланцюзі)	Температура кипіння, °C	Застосування
Ректифікаційні гази (газовий бензин)	1–4	≈ 40	Сировина в нафтохімії, на заводах органічного синтезу, а також для компаундування ¹ автомобільного бензину
Газолін	5–7	36–180	Розчинник олійстих, смолистих органічних речовин, пальне в карбюраторних двигунах
Лігроїн	8–14	150–180	Пальне в карбюраторних і дизельних двигунах, розчинник у лакофарбовій промисловості, гідравлічна рідина в деяких приладах
Гас, реактивне пальне	12–18	180–250	Реактивне пальне, горючий компонент рідкого ракетного палива, пальне на виробництві скла і фарфору, у побутових нагрівальних та освітлювальних приладах, в апаратах для

¹Змішування двох чи кількох масел, видів палива для отримання спеціальних продуктів із заданими якостями.

Назва продукту перегонки нафти	Хімічний склад (число атомів Карбону в ланцюзі)	Температура кипіння, °C	Застосування
			різання металів. Розчинник, сировина для нафтопереробної промисловості. Замінник зимового та арктичного дизпалива для дизельних двигунів
Дизельне пальне (газойль)	18–25	240–350	Пальне для залізничного, водного, автомобільного транспорту, сільськогосподарської техніки, котелень. У чинбарстві для просочення шкір, у складі мастильно-охолоджувальних і гартувальних рідин під час механічного й термічного оброблення металів
Мазут	Понад 20	Понад 350	Паливо для парових котлів, котельних установок і промислових печей, сировина для виробництва важкого моторного палива, гудрону, бітуму, вазеліну, парафіну
Гудрон	Вищі вуглеводні	Понад 500	Виробництво дорожніх, покрівельних і будівельних бітумів, малозольного коксу, змащувальних масел, мазуту, горючих газів і моторних палив

Хімічне перероблення нафти пов'язане зі зміною будови вуглеводнів – її складників. Продукти вторинного перероблення нафти є сировиною для виготовлення найрізноманітніших матеріалів та засобів побутової і промислової хімії, гігієни, ліків, косметики тощо (рис. 31.5). З відходів перегонки нафти виробляють кокс. Його використовують у виробництві електродів і в металургії. Сірка, яку одержують з нафти під час її перероблення, є сировиною для виробництва сульфатної кислоти.

Екологічні проблеми, пов'язані з видобуванням і використанням природної вуглеводневої сировини, стосуються кожного. Адже забруднення довкілля нафтою й нафтопродуктами, зміни клімату, зумовлені надходженням у атмосферу парникових газів – метану і карбон(IV) оксиду,



Рис. 31.5. Продукція хімічного перероблення нафти

теплове забруднення атмосфери внаслідок згоряння палива, кислотні дощі тощо є глобальними проблемами людства.

Дуже небезпечним для довкілля є потрапляння нафти і продуктів її перероблення у природні водойми, підземні води тощо. Здатність нафти вкривати тонкою плівкою значні ділянки акваторії за порівняно невеликих розливів призводить до вкрай негативних наслідків. Нафта не змішується з водою, однак її викиди згубні для водоростей, молюсків, ракоподібних. Морські ссавці потерпають від нафтового забруднення, оскільки їхнє хутро вкривається шаром нафти, що проникає крізь шкіру й отрує тварин. Однак найбільшої шкоди зазнають рибоїдні птахи: нафта просочує й склеює їхнє пір'я (рис. 31.6). Це унеможливає політ. Наслідком погіршення теплоізоляції тіла стає загибель від переохолодження. Також знижується плавучість, і птах тоне у воді. Намагання тварини почистити пір'я призводить до заковтування вуглеводнів і отруєння.



Рис. 31.6. 1. Природа волає про допомогу!
2. Для того щоб відмити одного птаха, потрібно дві людини, 45 хв і 1100 л чистої води

Темна нафтова плівка на поверхні моря знижує освітленість товщі води, інтенсивність фотосинтезу у фітопланктоні слабшає, зменшується обсяг кисню, що він виробляє. Необхідність охорони морського середовища від нафти істотно зросла у зв'язку з інтенсивним розробленням морських нафтових родовищ. Наразі використовують різноманітні сорбенти, за допомогою яких збирають і видаляють нафту з поверхні води, ґрунту тощо.

Проблема відходів, що утворюються внаслідок перероблення вуглеводневої сировини, актуальна не лише у природоохоронному аспекті. Адже ці речовини здебільшого є цінними матеріальними ресурсами. Їхнє комплексне використання сприятиме істотному зниженню темпів споживання первинних природних ресурсів, передусім невідновлюваних.

Чи можете ви особисто запобігти негативному впливу на довкілля, зумовленому використанням вуглеводневого палива і продуктів перероблення вуглеводневої сировини? Застосовуйте в побуті енергоощадні технології. Сортуйте сміття. Віддавайте перевагу предметам ужитку та упаковці багаторазового використання. Частіше ходіть пішки чи використовуйте велосипед як засіб пересування. Купуйте товари, вироблені у вашій місцевості. Добре поміркувавши, ви легко зможете доповнити цей перелік порад (*зробіть це*), від дотримання яких багато в чому залежить майбутнє нашої планети.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Перегонка нафти – спосіб її перероблення, що ґрунтується на відмінності в температурах кипіння компонентів цієї суміші.
- Добуті ректифікацією нафтопродукти хімічно переробляють.
- Хімічне перероблення нафти пов'язане зі зміною будови вуглеводнів – її складників.
- Екологічні проблеми, пов'язані з видобуванням і використанням природної вуглеводневої сировини, стосуються кожного.
- Ви можете особисто запобігти негативному впливу на довкілля, зумовленому використанням вуглеводневого палива і продуктів перероблення вуглеводневої сировини.



Перевірте себе

1. Що таке перегонка нафти? 2. Для чого використовують нафтоперегонку? 3. Які продукти одержують перегонкою нафти? 4. Як використовують продукти перегонки нафти та її хімічного перероблення? 5. Які екологічні проблеми пов'язані з видобуванням і використанням природної вуглеводневої сировини? Які шляхи їх розв'язування? 6. Як можете ви особисто запобігти негативному впливу на довкілля, зумовленому використанням вуглеводневого палива і продуктів переробки вуглеводневої сировини?



Застосуйте свої знання й уміння

7. Доведіть екологічну й економічну доцільність комплексного використання вуглеводневої сировини. 8. Заповніть таблицю за зразком:

Екологічні ризики, пов'язані з переробленням вуглеводневої сировини і використанням продуктів, одержаних з неї

Що я знав (знала) з книжок, періодичної преси, ТБ, інтернет-джерел тощо	Що дізнався (дізналася), опрацювавши § 33	Про що хочу дізнатися	Що я робитиму для того, щоб мінімізувати ці ризики

***9.** Використайте різноманітні джерела інформації та підготуйте повідомлення про сучасні методи знешкодження розливів нафти та нафтопродуктів (сорбція, біорозкладання тощо).



Творча майстерня

10. Самостійно або в складі малої навчальної групи розробіть для молодших школярів і школярок сценарій унаочнення наслідків аварії нафтового танкера та способів її ліквідації. Утільте розробку в життя: продемонструйте анімацію наживо або зафіксуйте її фото- чи відеоапаратурою. Використайте миску з водою, іграшкові фігурки (танкер, птахи, риби, морські тварини тощо), олію, ложки, тирсу, пісок, товчену крейду, ватні тампони, пральний порошок, шампунь, питну соду. Дізнайтеся, у якій поезії Ліни Костенко описано екологічну проблему, пов'язану із забрудненням довкілля нафтою та продуктами її перероблення. Використайте цю поезію під час презентації.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=1uKdzqowlSI>
<https://www.youtube.com/watch?v=LerFtioKdsM>
http://www.dailymotion.com/video/xb4ywi_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B0-%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B8_school
<https://www.youtube.com/watch?v=jG7hEwLITR0>
<https://www.youtube.com/watch?v=jXMFGOFgC14>
<https://www.youtube.com/watch?v=tr2q1cVMeok>
<https://www.youtube.com/watch?v=EqEAtdhNT4>
<https://www.youtube.com/watch?v=8IyVlIYIMgc>

§ 32. Поняття про спирти

Після опрацювання параграфу ви зможете:

- *називати* метанол, етанол і гліцерол, *розрізняти* їх за складом;
- *характеризувати* хімічний склад, фізичні властивості, реакції горіння метанолу, етанолу, гліцеролу;
- *складати* молекулярні й структурні формули метанолу, етанолу та гліцеролу, рівняння реакції горіння цих спиртів.

Спирти – **оксигеновмісні органічні сполуки**, бо до їхнього складу, окрім Карбону та Гідрогену входить Оксиген. Розгляньмо хімічний склад, будову молекул і деякі властивості спиртів на прикладі *метанолу*, *етанолу* й *гліцеролу*. Ви, напевно, звернули увагу на суфікс **-ол** у назвах цих

речовин. Що він означає, на які особливості хімічного складу та будови молекул спиртів указує? Щоб з'ясувати це, використаємо моделі, за допомогою яких унаочнюють склад і будову молекул (рис. 32.1).



Рис. 32.1. Кулестержневі моделі молекул метанолу (1), етанолу (2) та гліцеролу (3). **Завдання.** Нарисуйте структурні формули метанолу, етанолу та гліцеролу

Група атомів —OH є очевидною спільною рисою структур метанолу, етанолу та гліцеролу. Ці речовини можна розглядати як похідні алканів. Наприклад, якщо в структурній формулі метану один з чотирьох атомів Гідрогену замінити на гідроксильну групу, дістанемо структурну формулу метанолу. Так само, замінивши в молекулі етану атом Гідрогену на гідроксильну групу, дістанемо структурну формулу етанолу. Щоб зобразити структурну формулу гліцеролу, достатньо в структурній формулі пропану замінити на групу —OH атом Гідрогену біля кожного з трьох атомів Карбону.

Метанол та етанол – похідні насичених вуглеводнів, у їхніх молекулах по одній гідроксильній групі. Тому ці спирти називають *насиченими одноатомними спиртами*. Гліцерол – *насичений триатомний спирт* (пояснить чому).



Рис. 32.2. Метанол (1), етанол (2) і гліцерол (3) – рідкі, безбарвні, прозорі...

Цікаво і пізнавально

Уперше метанол виявив у 1661 р. англійський хімік Роберт Бойль під час вивчення продуктів сухої перегонки деревини. У чистому вигляді метиловий, або деревний, спирт виділили в 1834 р. французькі науковці Ж.-Б.А. Дюма і Ж.М. Пеліго, яким удалося очистити його від домішок етанової (оцтової) кислоти та ацетону.

Фізичні властивості метанолу, етанолу й гліцеролу (рис. 32.2) наведено в таблиці 32.1.

Фізичні властивості метанолу, етанолу й гліцеролу

Ознака порівняння		Метанол	Етанол	Гліцерол
Агрегатний стан, колір, прозорість		Безбарвна, прозора рідина		В'язка оліїста, безбарвна, прозора рідина
Запах		Слабкий, характерний		Не має запаху
Смак		Характерний		Солодкий
Густина, кг/м ³		0,7918	0,7893	1,261
Температура, °C	плавлення	-97	-114,3	18
	кипіння	64,7	78,3	290
Розчинність у воді		Розчиняється необмежено		

Пригадайте: велика різниця в електронегативності Оксигену й Гідрогену зумовлює високу полярність зв'язку О–Н. Тож не дивно, що метанол, етанол і гліцерол добре розчиняються в полярних розчинниках, передусім у воді. З нею вони змішуються в будь-яких співвідношеннях (*пригадайте, про це йшлося в параграфах 4–6*). Яка причина такої «спорідненості»? Під час розчинення етанолу та гліцеролу між їхніми молекулами й молекулами води утворюються водневі зв'язки (рис. 32.3).

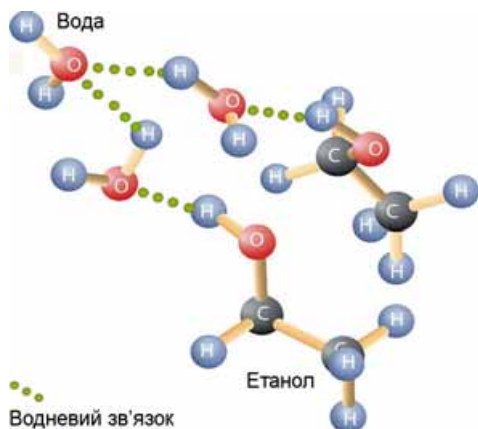


Рис. 32.3. Утворення водневих зв'язків між молекулами етанолу й води. **Завдання.** Опишіть утворення водневих зв'язків між молекулами етанолу й води. Між якими атомами вони виникають? На якому з них зосереджений частковий позитивний заряд, а на якому – частковий негативний?

Водночас метанол, етанол і гліцерол, завдяки неполярним залишкам насичених вуглеводнів у їхньому складі, розчиняються в слабополярних органічних розчинниках і самі є розчинниками для багатьох неорганічних і органічних речовин.

Температури кипіння метанолу, етанолу й гліцеролу значно вищі порівняно з алканами приблизно з такою самою молекулярною масою. Також впадає в око різке збільшення температури кипіння триатомного спирту гліцеролу порівняно з одноатомними спиртами – метанолом й ета-

нолом. Описані явища пов'язані з утворенням між молекулами спиртів водневих зв'язків. На їхнє руйнування потрібно витратити значну кількість енергії, щоб спирт перейшов з рідкого стану в газуватий. Зрозуміло, що між молекулами гліцеролу утворюється більше водневих зв'язків порівняно з етанолом. Тож і температура кипіння гліцеролу істотно вища.

Цікаво і пізнавально

У Стародавньому світі етанол добували ферментацією рослинної сировини та бродінням продуктів ферментації. У такий спосіб отримували лише розбавлений розчин спирту. Збільшити його концентрацію вдалося після винайдення способу перегонки. Чистий етанол уперше отримав у 1796 році російсько-німецький хімік і фармацевт Т. Ловіц. У 1808 році швейцарський біохімік Н.Т. де Соссюр установив хімічну формулу етанолу, а п'ятдесят років потому шотландський хімік А.С. Купер запропонував його структуру.

Горіння етанолу ви неодноразово спостерігали й на уроках хімії, і в побуті. Тож, напевно, звернули увагу на характерний колір його полум'я (рис. 32.4).



①



②

Рис. 32.4. 1. Фламбування – кулінарний прийом, який полягає в обробленні страви спиртом, що палає. 2. Модний, функціональний, екологічно чистий елемент інтер'єру – камін, який працює на етанолі

Який характер горіння гліцеролу? Можна припустити, що світність його полум'я має бути більшою порівняно з етанолом, адже в молекулі гліцеролу три атоми Карбону. Експериментальна перевірка спростує наші припущення. Якщо в тигельку нагріти до кипіння гліцерол об'ємом 1 мл і підпалити його пару, можна пересвідчитися, що вона горить майже безбарвним полум'ям. Це, парадоксальне на перший погляд, явище ви зможете легко пояснити, обчисливши масові частки Карбону в етанолі й гліцеролі (виконайте ці обчислення).

Продуктами реакції горіння спиртів є карбон(IV) оксид і вода. Тож рівняння реакцій горіння етанолу та гліцеролу ви зможете записати самостійно (зробіть це, зазначте в складених рівняннях, що ці реакції – екзотермічні).

Якісна реакція на гліцерол пов'язана з тим, що в його молекулі є три гідроксильні групи $-OH$, розташовані біля сусідніх атомів Карбону. Щоб з'ясувати, за якими зовнішніми ефектами перебігу цієї реакції можна відрізнити гліцерол від інших речовин, виконайте лабораторний дослід 11.



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД

*Пригадайте й неухильно виконуйте
ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ*

11. Взаємодія гліцеролу з купрум(II) гідроксидом

Завдання. З'ясуйте, чи взаємодіє гліцерол з купрум(II) гідроксидом.

Обладнання: штатив з пробіркою.

Реактиви: гліцерол, розчини купрум(II) сульфату, натрій гідроксиду.

Налийте в пробірку розчин купрум(II) сульфату об'ємом 0,5 мл і додайте концентрований розчин натрій гідроксиду об'ємом 1–2 мл. *Які характер і колір осаду, що утворився?* До осаду долийте гліцерол об'ємом 1–2 мл і збовтайте суміш. *Чи розчинився осад? Чи змінився колір?*

Зверніть увагу: рівняння реакції між гліцеролом і свіжодобутим купрум(II) гідроксидом ми не розглядаємо через його складність. Найважливіше, щоб ви навчилися за допомогою якісної реакції виявляти гліцерол. Її також можна використати й для виявлення інших органічних сполук, у молекулах яких є кілька гідроксильних груп, сполучених із сусідніми атомами Карбону. Про це ви дізнаєтеся під час вивчення деяких представників вуглеводів.

Про те, як пов'язані властивості метанолу, етанолу та гліцеролу з їхнім застосуванням, як використання цих спиртів впливає на здоров'я людини й довкілля, буде в наступному параграфі.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Метанол та етанол – насичені одноатомні спирти, гліцерол – насичений триатомний спирт.
- О–Н – гідроксильна група, уходить (одна чи декілька) до складу молекул спиртів.
- Продукти горіння (повного окиснення спиртів) – карбон(IV) оксид і вода.
- Гліцерол реагує зі свіжодобутим купрум(II) гідроксидом з утворенням яскраво-синього розчину. Ця реакція є якісною реакцією на гліцерол.



Перевірте себе

1. Який хімічний склад метанолу? Етанолу? Гліцеролу? 2. Що спільного в складі й властивостях метанолу, етанолу та гліцеролу? Чим вони відрізняються один від одного? 3. Які продукти та зовнішні ефекти реакції горіння спиртів? 4. Яка речовина є реактивом на гліцерол? Які зовнішні ефекти якісної реакції на гліцерол?



Застосуйте свої знання й уміння

5. Нарисуйте або змодельуйте утворення водневих зв'язків між молекулами: а) метанолу; б) етанолу; метанолу та води; г) метанолу та етанолу. 6. Висловіть припущення щодо кольору полум'я метанолу й обґрунтуйте свою думку. Перевірте ваші міркування, використавши додаткові джерела інформації. 7. За нестачі кисню продуктами згоряння метанолу, етанолу та гліцеролу є вода та карбон(II) оксид – чадний газ. Складіть рівняння цих хімічних реакцій, класифікуйте їх за тепловим ефектом.



Творча майстерня

8. Розробіть методику визначення гліцеролу в складі жувальної гумки й перевірте її експериментально під керівництвом учителя або вчительки хімії.



Дізнайтеся більше

https://www.youtube.com/watch?v=aLJPCvP_0r8
https://www.youtube.com/watch?v=uAzqX_SLTiQ
<https://www.youtube.com/watch?v=Cg6ZxRjiL5U>
<https://www.youtube.com/watch?v=gnphVhV7B60>
<https://www.youtube.com/watch?v=w2W4AvF5faY>
<https://www.youtube.com/watch?v=RSrWHZJ6WAA>
<https://www.youtube.com/watch?v=le4fAS5bPAs>

§ 33. Застосування метанолу, етанолу та гліцеролу. Отруйність метанолу та етанолу. Згубна дія алкоголю на організм людини

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- *обґрунтовувати* застосування метанолу, етанолу та гліцеролу їхніми властивостями;
- *оцінювати* небезпечність метанолу та згубну дію вживання алкоголю на організм людини.

Застосування метанолу, етанолу та гліцеролу зумовлене комплексом їхніх фізичних і хімічних властивостей. Метанол використовують як розчинник, у виробництві пластмас. Його застосовують як добавку до рідкого палива для двигунів внутрішнього згоряння та як паливо для високофорсованих двигунів цього типу, у виробництві біодизельного палива тощо.

Цікаво і пізнавально

Економіка метанолу – гіпотетична енергетична економіка майбутнього, за якої викопне паливо буде замінено метанолом (рис. 33.1). Ця економіка є альтернативою моделей економік, що ґрунтуються на використанні водню й етанолу. У 2005 році лауреат Нобелівської премії Джордж Ола опублікував свою книгу «Oil and Gas: The Methanol Economy»¹, у якій обговорив шанси та можливості економіки метанолу. У книжці він навів аргументи проти водневої моделі й окреслив можливість синтезу метанолу з вуглекислого газу або метану.

Рис. 33.1. Автомобіль Mercedes Benz Nekar-3 із силовою установкою на прямому метанольному паливному елементі. 2006 рік



¹ «Нафта та газ: Економіка метанолу».



Увага! Метанол – дуже отруйна речовина, що вражає нервову й судинну системи людини. Потрапляння в організм людини метанолу об'ємом близько 10 мл може призвести до важкого отруєння, до сліпоти; потрапляння метанолу об'ємом 25–30 мл – до смерті.

Етанол – добрий розчинник багатьох речовин і водночас консервант, тому входить до складу різноманітних спиртових розчинів, настоек, екстрактів з рослинної сировини, одеколонів, лосьйонів, дезодорантів тощо (рис. 33.2).



Рис. 33.2. Етанол – універсальний розчинник – розчинить усе, або майже все...



Пригадайте, яку речовину вважають найпоширенішим і найуніверсальнішим розчинником.

Етанол – летка речовина й легко випаровується. Тож його водний розчин використовують для розтирання під час лихоманки, щоб знизити температуру тіла недужого. Етанол подразнює шкірний покрив, тому спиртовий компрес сприяє розширенню судин і забезпечує приплив крові в області запалення (*поміркуйте й поясніть, чому ці медичні маніпуляції можна виконувати лише за призначенням лікаря або лікарки*).

Етанол – ефективний консервант не лише для рослинної сировини, у ньому зберігають найрізноманітніші біологічні препарати. Як консервант біологічних препаратів використовують і гліцерол. Ця речовина дуже гігроскопічна, інтенсивно вбирає вологу. Тому гліцерол глибоко проникає всередину тканин і запобігає їхньому висиханню. Показник заломлення гліцеролу такий, що біологічні препарати виглядають дуже прозорими – це поліпшує наочність зразків (рис. 33.3).



Рис. 33.3. Біологічні препарати, законсервовані з використанням етанолу (1) і гліцеролу (2), вирізняються наочністю

Прозорість властива й тим сортам туалетного мила, у яких масова частка гліцеролу становить 8–15 % (рис. 33.4). Таке мило та інші косметичні засоби з гліцеролом добре зволожують шкіру. Побутує думка, що через гігроскопічність гліцерол може спричинити зневоднення й висушування шкірного покриву. Однак це стосується лише препаратів з масовою часткою гліцеролу понад 40 %. Гліцерол є важливим складником зубних паст, медичних і парфумерних мазей, гелів, кремів для взуття тощо – запобігає їхньому висиханню.



Рис. 33.4. Мило з гліцеролом: милує око, зм'якшує шкіру

Здатність гліцеролу розчиняти різноманітні речовини дуже важлива. Його використовують для виготовлення висококонцентрованих медичних розчинів, вибавлення плям від чаю, кави, молока, чорнила. Нетоксичність, солодкий смак ($\gamma\lambda\upsilon\kappa\upsilon\varsigma$ – грец. *солодкий*), висока в'язкість, здатність утримувати вологу зумовили використання гліцеролу у виробництві лікерів, шоколаду, морозива, желе, гірчиці, хлібобулочних і макаронних виробів, екстрактів кави, чаю, імбиру тощо.

Отруйність етанолу, його згубна дія на організм людини вам відома з курсу основ здоров'я та біології. Розгляньмо це питання докладніше. Смертельна доза етанолу становить від 4 до 12 г на кілограм маси тіла людини. Проте небезпечність уживання етанолу, алкогольних напоїв і їхніх сурогатів важко переоцінити. Унаслідок гострої алкогольної інтоксикації пригнічується діяльність центральної нервової системи (ви вивчали це в курсі біології у 8 класі), зокрема дихального центру.

Хронічне отруєння організму алкоголем, ефект звикання до цього наркотику – складна медична та соціальна проблема. В організмі людини немає жодного органа, який би не потерпав від алкогольної інтоксикації, однак найсильніше етанол уражає мозок. Зламані долі, зруйновані родини, деградація особистості, соціальне сирітство (рис. 33.5), смерті й каліцтва в автомобільних аваріях та на виробництві, вроджені вади розвитку в дітей...



Рис. 33.5. В усі часи вживання алкогольних напоїв призводило до прикрих наслідків. 1. Картина Марії Приймаченко «П'яниця. Сам п'ю, сам гуляю, сам стелюся, сам лягаю. Прогнав жінку і діток – сам голодний, як бузок». 1992 р. Фото О. Васковської. 2. Картина Пабло Пікассо «П'яниця, яка спить». 1902 р.

Сумний перелік наслідків уживання алкогольних напоїв задовгий для одного параграфа підручника. Кожен з вас не лише має усвідомити негативний вплив уживання як міцних, так і слабоалкогольних напоїв на здоров'я людини. Найголовніше – знайти в собі сили, виявити характер, щоб рішуче відмовитися від небезпечних пропозицій, не спокуситися скуштувати алкогольні напої. Необхідно зробити свідомий вибір на користь здорового способу життя, міцної родини, здорового й щасливого сьогодення та майбуття.

На прикладі етанолу ви пересвідчилися, що корисність чи шкідливість речовин залежить насамперед від того, для чого й у який спосіб їх використовує людина. Підтвердження цього ви зможете знайти в наступних параграфах підручника.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Метанол та етанол – вогненебезпечні отруйні речовини.
- Хронічне отруєння організму алкоголем, ефект звикання до нього – складна медична та соціальна проблема.
- Корисність чи шкідливість речовин залежить насамперед від того, для чого й у який спосіб їх використовує людина.



Перевірте себе

1. Які галузі застосування метанолу? Етанолу? Гліцеролу? 2. Чим небезпечне вживання алкогольних напоїв?



Застосуйте свої знання й уміння

3. Обґрунтуйте застосування метанолу, етанолу та гліцеролу їхніми властивостями. 4. Дізнайтеся, які речовини використовують як харчові добавки Е 422 та Е 1510. Поясніть, які їхні властивості зумовили це. 5. Дев'ятикласник Роман стверджував, що етанол – один з продуктів обміну речовин в організмі людини, а тому ця речовина нешкідлива. Його однокласниця Людмила заперечувала – етанол є легальним наркотичним засобом. А як вважаєте ви? Обґрунтуйте свою позицію. 6. З віком уміст вологи в епідермісі зменшується. Природна мінеральна вода «Юзя» з трускавецького курорту містить гліцерол. Як ви вважаєте, чи мають підстави легенди про «омолоджувальну» дію цієї води? Чому? 7. Батько Сергія й Аліни – біолог, вивчає плазунів. Підлітки не змогли дійти згоди, що саме подарувати татові на день народження. Олег стверджував, що найліпший подарунок для справжнього чоловіка – міцний напій, приміром – сувенірна пляшка із заспиритованою змією або саламандрою. Аліна заперечувала: радше подарувати фотоальбом із зображеннями цих тварин у природних умовах. Які аргументи, на вашу думку, мала б навести Аліна, щоб переконати брата в хибності його пропозиції? 8. Прочитайте уривок з літературного твору: «На військовому кладовищі на одному з білих хрестів є напис: “Ласло Гаргань”. Там спить вічним сном гонвед, який під час грабування гімназійних колекцій випив увесь денатурат з посудини, де були заспиритовані різні плазуни. Світова війна винищувала людське покоління навіть настоянкою з гадів» (Ярослав Гашек. Пригоди бравого вояка Швейка). Поясніть, що таке денатурат. Назвіть причини, які могли призвести до безславної загибелі піхотинця угорської армії. 9. Порівняйте властивості метанолу й етанолу й висловіть припущення: а) чому етанол, денатурований метанолом, важко відрізнити від чистого етанолу і до чого це може призвести; б) чому етанол використовують як антидот (протиотруту) у випадках отруєння метанолом. 10. З огляду на вивчені вами властивості метанолу складіть список гіпотетичних недоліків, притаманних «Економіці метанолу», про яку йшлося в параграфі.



Теорча майстерня

11. а) Етанол – це шкідлива чи корисна речовина? Розробіть рекламу та антирекламу для цього спирту; б) дізнайтеся з додаткових джерел інформації, що таке інфографіка. Створіть одну з інфографік – «Спирти», «Метанол», «Етанол», «Гліцерол», «Алкоголізм», «Пиятика». Презентуйте плоди своєї праці перед однокласниками й однокласницями, молодшими школярами та школярками, батьками тощо.



Дізнайтеся більше

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0>

<http://infographer.ru/vsyo-taki-chto-zhe-takoe-infografika/>

<https://www.youtube.com/watch?v=T1BHCeAf35c>

<https://www.youtube.com/watch?v=RnIBtMTwdE>

<https://www.youtube.com/watch?v=kln-9c79eSs>

<https://www.youtube.com/watch?v=DpFDYLEHtl8>

§ 34. Етанова кислота

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- називати етанову кислоту, розрізняти її за складом;
- характеризувати склад, фізичні та деякі хімічні властивості етанової кислоти;
- складати молекулярну й структурну формулу етанової кислоти, рівняння реакцій горіння, електролітичної дисоціації, взаємодії з металами, лугами, солями, визначати її дослідним шляхом.

Карбонові кислоти, так само як і спирти, є **оксигеновмісними органічними сполуками**. Розгляньмо докладно властивості етанової (оцтової) кислоти – другого члена гомологічного ряду насичених одноосновних карбонових кислот. Ця речовина добре відома вам з повсякденного життя як складник оцту – смакової приправи (рис. 34.1).

Молекулярну й структурну формули етанової кислоти ви зможете скласти самостійно (**зробіть це**) після того, як розглянете кулестержневу модель молекули цієї речовини (рис. 34.2).

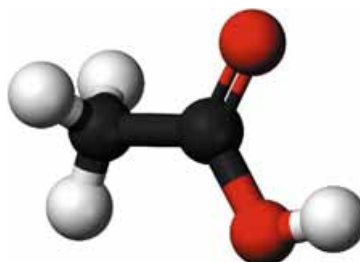


Рис. 34.1. 1. Франсуа Буше. «Продавець оцту». 2. Оцет – смакова приправа

Рис. 34.2. Кулестержнева модель молекули етанової кислоти

У молекулі етанової кислоти два атоми Оксигену. Один з них – у гідроксильній групі **–ОН**. Другий атом Оксигену сполучений подвійним зв'язком з тим самим атомом Карбону, до якого приєднана гідроксильна група (рис. 34.2).

Оцтову кислоту CH_3COOH можна розглядати як похідну етану. Тому за систематичною номенклатурою її назва – *етанова кислота*.

Фізичні властивості етанової кислоти повною мірою науковці змогли дослідити лише після того, як виокремили цю речовину з її водного розчину (*пояснить чому*). З'ясували, що оцтова кислота – безбарвна, прозора, гігроскопічна рідина, яка необмежено розчиняється у воді. Етанова кислота змішується з багатьма розчинниками, у ній розчиняється чимало органічних речовин.



За рисунком 34.3 поясніть, які зв'язки утворюються між молекулами води та етанової кислоти. Чи розчинятимуться в оцтовій кислоті леткі сполуки галогенів з Гідроеном? Обґрунтуйте свою думку.

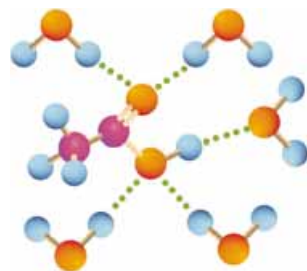


Рис. 34.3. Зв'язки між молекулами води та етанової кислоти

Цікаво і пізнавально

Температура плавлення оцтової кислоти $16,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, замерзла вона нагадує лід, тому її кристали називають *льодяною* оцтовою кислотою. Уперше її добув російсько-німецький хімік і фармацевт Товій Ловіц, виокремивши з водного розчину виморожуванням.

Густина етанової кислоти за температури $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ становить $1,05\text{ кг/м}^3$. Температура кипіння цієї сполуки сягає $118,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, адже між молекулами оцтової кислоти утворюються водневі зв'язки (рис. 34.4).

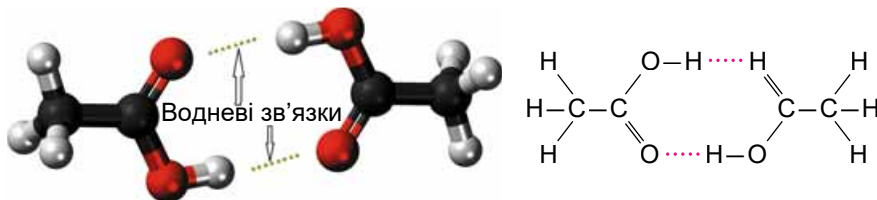


Рис. 34.4. Молекули етанової кислоти сполучені попарно завдяки водневим зв'язкам

Характерний кислий смак і різкий запах оцтової кислоти відомі із сивої давнини. Етанол, який є в пиві чи вині, унаслідок життєдіяльності оцтовокислих бактерій перетворюється на оцтову кислоту. Приміром, у Давньому Вавилоні за 5000 років до н. е. оцет виготовляли з фініків, а в Китаї він відомий з III ст. до н. е.

Участь бактерій у перетворенні спирту на оцет довів Луї Пастер у 1864 р. (рис. 34.5). Нині у країнах Євросоюзу харчовим є лише оцет, добутий оцтовокислим бродинням з харчової спиртовмісної сировини.

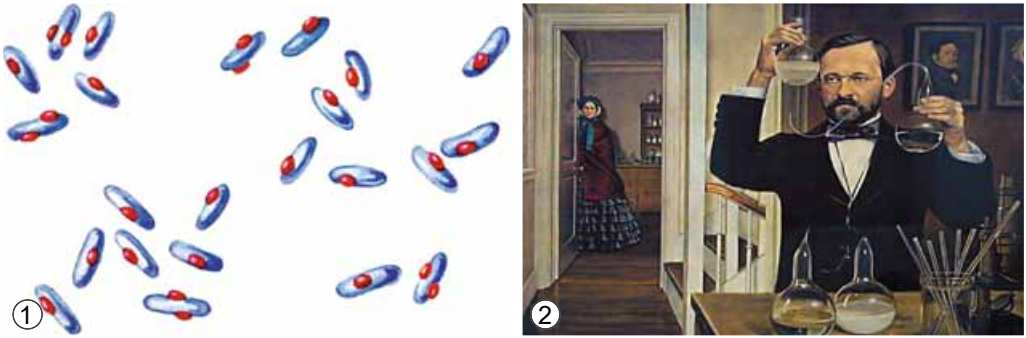


Рис. 34.5. 1. Оцтовокислі бактерії. 2. **Луї Пастер** (1822–1895) – видатний французький мікробіолог і хімік. Довів мікробіологічну сутність бродіння та багатьох хвороб людини, заклад основ мікробіології та імунології. Створив технологію пастеризації, згодом названу на його честь

Хімічні властивості етанової кислоти зумовлені складом і будовою цієї речовини. Оцтова кислота одноосновна, тобто в її молекулі лише один атом Гідрогену (за *рисунком 34.6 визначте, який саме*) здатен заміщуватися на атоми металічних елементів і відщеплюватися під час електролітичної дисоціації.

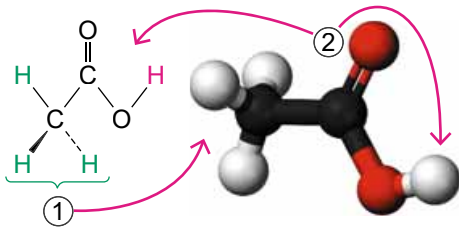
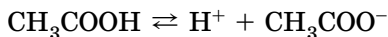


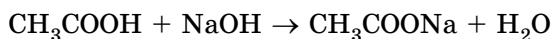
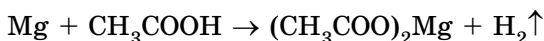
Рис. 34.6. 1. Атоми Гідрогену у складі метильної $-\text{CH}_3$ групи. 2. Атом Гідрогену групи $-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$

Оцтова кислота – слабкий електроліт, у водному розчині лише незначна частка її молекул розпадається на катіони Гідрогену й ацетат-аніони (етаноат-аніони):



Тому в повних і скорочених йонних рівняннях реакцій хімічну формулу етанової кислоти записують у молекулярній формі, адже в її водному розчині переважно містяться молекули цієї речовини.

Тим не менше катіонів Гідрогену у водному розчині оцтової кислоти достатньо, щоб під їхньою дією змінилося забарвлення індикаторів. Метилловий оранжевий, фіолетовий лакмус й універсальний індикаторний папір набувають відтінків світло-червоного кольору. Як і неорганічні кислоти, оцтова кислота не змінює забарвлення фенолфталеїну. Взаємодія етанової кислоти з металами, лугами, солями слабших за неї кислот також доводить, що їй притаманні загальні властивості кислот:





Перетворіть схеми реакцій за участю оцтової кислоти на хімічні рівняння, запишіть їх у йонній формі. Класифікуйте ці реакції.

Пам'ятаймо, що оцтова кислота – органічна речовина, тож для неї характерна реакція горіння (повного окиснення).



1. Запишіть рівняння реакції горіння етанової кислоти. 2. Обчисліть масову частку Карбону в ній і спрогнозуйте характер її горіння.

Як визначити етанову кислоту дослідним шляхом? Також можна використати індикатор, харчову соду, крейду тощо.

Цікаво і пізнавально

Є й інший спосіб розпізнавання цієї речовини. Помістимо в пробірку три краплі розчину етанової кислоти. Нейтралізуємо її кількома краплями розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 10 %. Для контролю повноти нейтралізації використаємо індикатор. Після цього добавимо кілька крапель розчину з масовою часткою ферум(III) хлориду 1 %. Реакційна суміш набуде жовто-червоного забарвлення. Нагріємо розчин до кипіння. Утвориться червоно-бурий осад нерозчинної сполуки Феруму(III), а розчин над осадом буде безбарвним. За допомогою такої якісної реакції можна визначити етанову кислоту та її солі.

Застосування етанової кислоти зумовлене комплексом фізичних і хімічних властивостей, притаманних їй.



Проаналізуйте пункт параграфа, у якому описано фізичні властивості оцтової кислоти. Назвіть властивості, які, на вашу думку, використовують у: а) побуті; б) промисловості й органічному синтезі.

Хімічні властивості оцтової кислоти люди здавна застосовують у повсякденному житті. Досвідчені господині добавляють оцет до страв зі столового буряку й червонокочанної капусти не лише для того, щоб надати страві гостроти, а й задля привабливого червоного кольору.



Пригадайте досліди з природними індикаторами й поясніть обґрунтованість дій господинь. Висловіть припущення, чому дієтологи радять використовувати в харчуванні оцет не синтетичного, а природного походження або лимонний сік.

Якщо на шкіру потрапив розчин лугу, його змивають великою кількістю води та промивають уражене місце розбавленим водним розчином оцтової кислоти. Важливо пам'ятати, що льодяна та концентрована оцтова кислота (есенція) самі можуть спричинити хімічні опіки, пара оцтової кислоти сильно подразнює слизові оболонки, дихальні шляхи. Для полегшення стану потерпілого використовують розчин питної соди – ним обробляють обпечені ділянки шкіри та слизових оболонок. «Гасіння» питної соди оцтом потрібне й для розпушування тіста. Видалення за допомогою оцту накипу зі стінок посуду ґрунтується на реакції етанової кислоти з карбонатами Кальцію та Магнію.

У Стародавньому Римі дію оцтової кислоти на свинець використовували для виготовлення солодкого густого напою. Скисле вино наливали в свинцеві горнятка й витримували певний час. Римська аристократія істотно вкорочувала собі віку, ласуючи цим трунком. Адже солодкого смаку йому надавав так званий свинцевий цукор – отруйний плумбум(II) етаноат (ацетат), який утворювався внаслідок реакції етанової кислоти зі свинцем.

Етанову кислоту застосовують у різноманітних галузях. Це насамперед харчосмакова приправа, консервант, засіб для видалення накипу, складник косметичних засобів, сировина для органічного синтезу, розчинник, засіб для дезінфікування, один з реагентів під час виробництва ацетатного волокна тощо.

Закріпити знання про властивості етанової кислоти ви зможете під час практичної роботи.

ПРО ГОЛОВНЕ

- У складі молекул карбонових кислот є група атомів $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$.
- Формула етанової (оцтової) кислоти CH_3COOH , вона одноосновна, слабкий електроліт.
- Між молекулами оцтової кислоти утворюються водневі зв'язки.
- Оцтова кислота діє на індикатори, реагує з металами, лугами, солями, вступає в реакцію горіння.
- Застосування оцтової кислоти зумовлене комплексом фізичних і хімічних властивостей, притаманних їй.



Перевірте себе

1. Яка формула етанової кислоти? Які її фізичні властивості? 2. З якими речовинами реагує оцтова кислота? 3. Які галузі використання етанової кислоти?



Застосуйте свої знання й уміння

4. Дізнайтеся, яку речовину використовують як харчову добавку E260. Поясніть, які її властивості зумовили це.

5. Дев'ятикласник Сергій чув, що за допомогою оцтової кислоти вибавляють плями. На його магнієвій стругачці для олівців з'явилися темні плямки. Хлопець налив у пластиковий стаканчик оцту й поклав туди стругачку, щоб надати їй первісного вигляду. Наступного дня Сергій зазирнув до стаканчика й дуже здивувався... Висловіть припущення, що так уразило хлопця. Як би ви пояснили Сергію його помилку?

6. Поясніть, чому шкаралупа зануреного в оцет яйця стає м'якою. Ілюструйте свої міркування хімічним рівнянням.

7. Сніжана насипала на дно великого хімічного стакана шар питної соди й поставила на нього запалену свічку. Потім наливала в стакан невеликі порції оцту. Висловіть припущення щодо явищ, які відбулися внаслідок її дій, опишіть і поясніть їх.

*8. Головні компоненти сплаву, з якого виготовляють деякі монети – мідь і цинк. Недосвідчені нумізмати намагаються за допомогою оцту очистити старі монети від нашарувань оксидів і карбонатів. Вони спостерігають не лише видалення цих сполук, а й появу осаду чистої міді на поверхні монети. Поясніть явища, які відбуваються. За потреби скористайтеся довідковою таблицею «Ряд активності металів».

9. Обчисліть масу (г) води і оцтової есенції (розчину з масовою часткою етанової кислоти 80 %) для приготування столового оцту (розчину з масовою часткою етанової кислоти 8 %) масою 200 г.

10. Обчисліть об'єм (л) газу (н. у.), який утвориться внаслідок: а) взаємодії натрій карбонату масою 21,6 г з етановою кислотою, взятою в надлишку; б) повного окиснення етанової кислоти кількістю речовини 4 моль; в) взаємодії магнію, взятого в надлишку, з розчином масою 216 г з масовою часткою етанової кислоти 10 %.

11. Порівняйте хімічний склад, фізичні та хімічні властивості хлоридної, сульфатної та оцтової (етанової) кислот. Результат порівняння оформіть як таблицю.



Творча майстерня

12. Дізнайтеся про різновиди оцту та його використання. З'ясуйте, де є у світі музеї оцту, які мистецькі твори присвячені цій харчосмаковій приправі. Зніміть міні-фільм або створіть слайд-шоу «Як моя родина використовує оцет». За результатами досліджень підготуйте презентацію.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=ZJcglyXHUjw>

<https://www.youtube.com/watch?v=4CY6bmXMGUc>

<https://www.youtube.com/watch?v=89ybQvgdfrs>

https://www.youtube.com/watch?v=_RcDQ3k2WBU

<https://www.youtube.com/watch?v=pE0Eav6rZRM>



Практична робота 4

ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ

Під час виконання цієї роботи ви застосуєте набуті знання про фізичні й хімічні властивості етанової кислоти, удосконалисте вміння складати повні й скорочені йонні рівняння, працювати за інструкцією, складати план проведення експерименту і виконувати його, описувати спостереження й робити висновки. За потреби скористайтесь таблицею «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді».

Увага! Для ліпшого спостереження використовуйте чорно-білий екран. Якщо досліди виконуєте в пробірках, беріть по 5 крапель розчинів реагентів. Якщо дослід виконуєте в заглибинах пластини, то досить узяти по 2–3 краплі розчинів речовин, що реагують.

Будьте особливо обережні під час роботи з їдкими й отруйними речовинами та скляним хімічним посудом!

Пригадайте й неухильно виконуйте

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ І РЕАКТИВАМИ



Вам видано штатив з пробірками або пластину для крапельного аналізу, скляні палички, піпетки, чорно-білий екран, пальник; ошурки магнію; кальцій карбонат; водні розчини етанової кислоти, натрій гідроксиду, натрій карбонату; індикатори – універсальний індикаторний папір, розчини фенолфталеїну та метилового оранжевого, розбавлена хлоридна кислота.

Завдання. Проробіть досліди. Опишіть і поясніть спостереження, складіть рівняння реакцій, запишіть їх у повній і (де це можливо) скороченій йонній формах.

Інструкція

Варіант 1

1. Роздивіться водний розчин етанової кислоти. *Чи має він колір? Чи прозорий?* Пригадайте, як правильно ознайомлюватися із запахом речовини. Визначте (обережно!), чи має розчин етанової кислоти запах.

2. Пригадайте кольори індикаторів у кислому, лужному й нейтральному середовищах. З'ясуйте, чи діє оцтова кислота у водному розчині на універсальний індикаторний папір та метиловий оранжевий.

До розчину лугу додайте кілька крапель розчину фенолфталеїну. *Чи відбулися зміни? Про що вони свідчать?*

Нейтралізуйте добутий розчин етановою кислотою, додаючи краплі її розчин. *Чи відбулися зміни? Про що вони свідчать?*

3. З'ясуйте, чи взаємодіє етанова кислота у водному розчині з магнієм.

4. Дослідіть дію водного розчину етанової кислоти на розчин натрій карбонату й кристалічний кальцій карбонат.

Варіант 2

Складіть план експерименту з порівняння властивостей етанової та хлоридної кислот.

Виконайте досліди.

Звіт про виконану роботу оформіть на власний розсуд.

§ 35. Поняття про вищі карбонові кислоти. Мило, його склад, мийна дія

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- називати деякі вищі карбонові кислоти, розрізняти їх за складом, описувати їхнє застосування;
- характеризувати склад мила, обґрунтовувати його мийну дію складом і будовою молекул.

Вищі карбонові кислоти деякою мірою відомі вам з повсякденного життя. Чи не кожен з вас спостерігав горіння *стеаринової й пальмітинової* кислот (рис. 35.1) і у складі косметичних засобів наносив їх на шкіру.

Компонентом живильних і зм'якшувальних кремів, засобів догляду за волоссям також є ненасичена *олеїнова* кислота.



Рис. 35.1. 1. Стеарин – суміш стеаринової та пальмітинової кислот. «Свічка нахилилась, опливаючи білим стеарином». Михайло Булгаков. «Біла гвардія». 2. Олеїнова кислота – складник чи не всіх природних тваринних жирів і олій. «Оливки – від Бога, а оливкова олія – від Майстра». Іспанське прислів'я

Склад і будову молекул деяких представників вищих карбонових кислот зображено на рисунку 35.2.



Рис. 35.2. Молекули вищих карбонових кислот: насичених пальмітинової $C_{15}H_{31}COOH$ (1) і стеаринової $C_{17}H_{35}COOH$ (2), ненасиченої олеїнової $C_{17}H_{33}COOH$ (3)

Фізичні властивості пальмітинової, стеаринової та олеїнової кислот наведено в таблиці 35.1.

Таблиця 35.1

Порівняння властивостей пальмітинової, стеаринової, олеїнової кислот

Ознаки порівняння	Кислоти		
	пальмітинова	стеаринова	олеїнова
Агрегатний стан за температури 20–25 °С, тиску 10^5 Па, колір	Безбарвні кристали		Оліїста, безбарвна рідина
Запах	Без запаху		
Густина, кг/м ³	840	940	895
Температура плавлення, °С	62,9	69,6	16,3
Розчинність у воді	Практично не розчиняється		

Ми щодня багаторазово застосовуємо похідні вищих карбонових кислот для миття й прання. Тож докладніше про цей процес з погляду науки.

Мило – чи не найдавніший продукт ужиткової хімії, ефективний засіб особистої гігієни (рис. 35.3). Як стверджував німецький хімік Юстус фон Лібіх, «рівень культури нації вимірюється кількістю споживаного нею мила».



Рис. 35.3. Милю милом щоки, шию І водою добре мию. Грицько Бойко. Здоровим будь!

Цікаво і пізнавально

Археологи поблизу річок Тигр та Єфрат знайшли один з перших рецептів мила, датований 2500 р. до н. е. Він був записаний клинописом на глиняних табличках. Шумери використовували мило як засіб для укладання волосся, як антисептик для лікування ран та для очищення шкір перед їхнім фарбуванням.

Мила – солі, утворені аніонами залишків вищих карбонових кислот і катіонами лужних елементів – Натрію, Калію¹.

Мийна дія мила – здатність очищати поверхні твердих тіл від забруднень. Процеси миття та прання (рис. 35.4) ґрунтуються на видаленні неполярних речовин-забруднювачів з твердої поверхні та переміщенні їх у полярну водну фазу.

Найпоширеніші забруднення – жирові плівки, що містять частинки пилу, сажі тощо (*пригадайте, чи вдалими були ваші спроби відмити жирний посуд без застосування мийних засобів*). Як вам уже відомо, вода –



Рис. 35.4. 1. Олександр Мурашко. «Праля» (1914 р., с. Лучки на Полтавщині). Національний художній музей України. 2. Вінтажна листівка – реклама мила (США, 1869 р.)

¹Натрієве мило тверде, калієве – рідке.

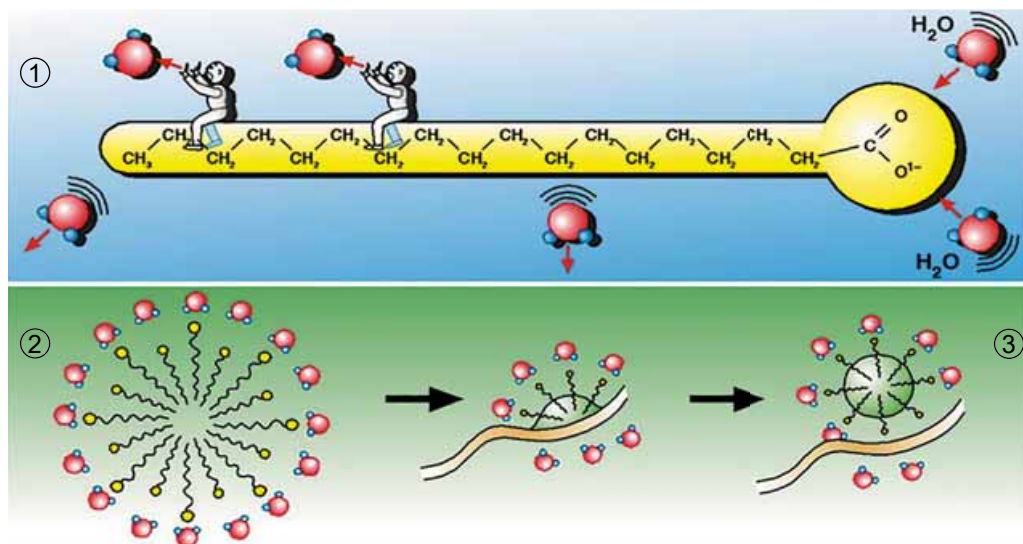


Рис. 35.5. Мийна дія мила. 1. Вуглеводнева група в складі мила неполярна, група атомів COO^- – полярна. 2. Неполярна частинка бруду, оточена частинками мила, які зорієнтовані до неї неполярними вуглеводневими групами, а до молекули води – полярними групами COO^- . 3. Унаслідок взаємодії з частинками мила частинка бруду відокремлюється від поверхні тканини й, оточена частинками мила, у вигляді емульсії чи суспензії потрапляє в розчин

полярний розчинник, тому неполярні речовини, наприклад жири, у ній не розчиняються. Мило відіграє роль своєрідного «містка» між взаємонерозчинними полярними і неполярними речовинами. Як мило миє, легко зрозуміти з рисунка 35.5.

З давніх-давен мило одержували внаслідок хімічних реакцій, які відбувалися під час кип'ятіння жирів із содою (натрій карбонатом), поташем (калій карбонатом), лугами тощо. Саме про жири – інші, не менш важливі похідні вищих карбонових кислот, – ітиметься в наступному параграфі.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Найвідоміші з-поміж вищих карбонових кислот – пальмітинова $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, стеаринова $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$, олеїнова $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$.
- Мила – солі, утворені аніонами залишків вищих карбонових кислот і катіонами лужних елементів – Натрію, Калію.
- Процеси миття та прання ґрунтуються на видаленні неполярних речовин-забруднювачів з твердої поверхні та переміщенні їх в полярну водну фазу.



Перевірте себе

1. Які формули та назви найвідоміших вищих карбонових кислот? 2. Де вищі карбонові кислоти трапляються в повсякденному житті? 3. Чим подібні і чим відрізняються за складом і властивостями пальмітинова, стеаринова та олеїнова кислоти? 4. Який склад мила? У чому полягає його мийна дія?

**Застосуйте свої знання й уміння**

5. Поясніть: а) які фізичні властивості стеаринової й пальмітинової кислот зумовили використання письменником порівняння «мов стеаринова». А побіч бліда, мов стеаринова, стоїть непорушно його красуня невістка. Улас Самчук. «Волинь»; б) чому зі стеаринової свічки можна виготовити мило, а з парафінової – ні.

6. Поясніть з погляду хімії українське прислів'я «Було сало, милом стало».

*7. Запишіть рівняння реакцій повного окиснення вищих карбонових кислот, про які йшлося в параграфі.

**Теорча майстерня**

8. За рисунком 35.5 складіть діалог між молекулами води, частинками бруду і частинками мила. Підготуйте для учнів і учениць молодших класів сценку, яка б наочно пояснила їм мийну дію мила.

9. Дізнайтеся, де у світі є музеї мила і підготуйте презентацію за результатами дослідження.

**Дізнайтеся більше**

<https://www.youtube.com/watch?v=TXZahx1EDI4>

https://www.youtube.com/watch?v=QQmRJv_8-cg

<https://www.youtube.com/watch?v=RElzsazCql>

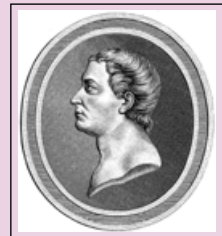
§ 36. Жири: склад, фізичні властивості, значення, застосування**Після опрацювання параграфа ви зможете:**

- розрізняти жири за складом;
- характеризувати склад та фізичні властивості жирів, їхнє знаходження в природі; обґрунтовувати біологічну роль жирів.

Жири – природна сировина, з якої шляхом хімічних перетворень уперше добули вищі карбонові кислоти – насичені й ненасичені. Перші припущення щодо наявності в жирах «прихованої кислоти» зроблені ще в XVII ст. Адже здавна мила – натрієві й калієві солі вищих карбонових кислот – виготовляли кип'ятінням жирів з лугом. У 1741 р. французький хімік Клод Жозеф Жоффруа (1685–1752) дією сильної неорганічної кислоти на мило добув масну на дотик суміш. Він припустив, що добута маса є жиром. Дослідження її властивостей не підтвердило гіпотезу науковця. Які ж були подальші кроки на шляху з'ясування хімічної природи жирів?

У 1779 р. шведський хімік Карл Вільгельм Шеєле (рис. 36.1) встановив: один з продуктів розкладання жирів під дією води за присутності лугів – солодка оліїста рідина.

Рис. 36.1. Шеєле Карл Вільгельм (1742–1786). Шведський хімік і фармацевт. Член Шведської королівської АН. Хімію вивчав самотужки. Уперше добув багато неорганічних і органічних речовин. Прибічник теорії флогістону



У 1817 р. його співвітчизник Шеврьоль (рис. 36.2) добув із жирів не лише відому «солодку олію Шеєле», яку назвав гліцеролом. Він одержав також вищі карбонові кислоти – стеаринову, пальмітинову, олеїнову.



Рис. 36.2. Шеврьоль Мішель Ежен (1786–1889). Французький хімік-органік, іноземний член-кореспондент Петербурзької АН (1853). Одним з перших дослідив будову рослинних і тваринних жирів, пояснив їхнє омилення, виділив холестерол із тканин тварин, цукор із сечі хворих на діабет, низку рослинних пігментів, добув деякі жирні кислоти, сумісно з Ж.Л. Гей-Люссаком 1825 р. взяв патент на виготовлення стеаринових свічок

За результатами *аналізу* продуктів взаємодії жирів з водою Шеврьоль зміг зробити певні висновки про склад жирів. Сорок років потому Марселен Бертло (рис. 22.5) встановив структуру гліцеролу. З нього та вищих карбонових кислот Бертло *синтезував* жир. Отже, склад і структуру природних жирів було доведено експериментально. Вони є продуктами взаємодії триатомного спирту гліцеролу й вищих карбонових кислот (рис. 36.3).

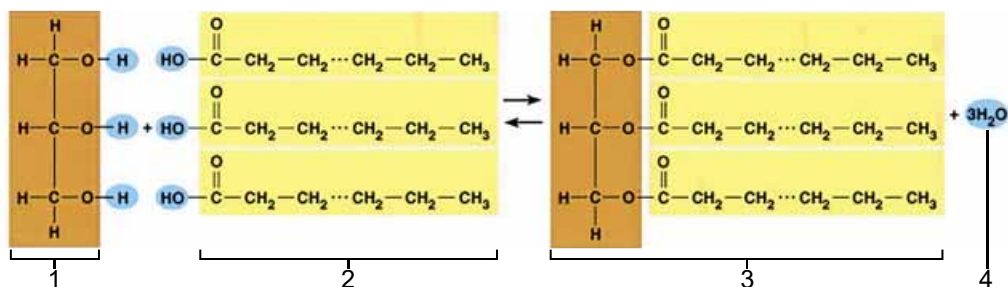


Рис. 36.3. Синтез тригліцериду. 1. Фрагмент молекули гліцеролу. 2. Фрагменти трьох молекул вищих карбонових кислот. 3. Жир. 4. Три молекули води

Фізичні властивості жирів значною мірою залежать від того, похідними яких саме вищих карбонових кислот вони є – насичених чи ненасичених. До складу молекули жиру можуть водночас входити фрагменти різних карбонових кислот.

Це впливає на агрегатний стан і властивості жирів. Ті з них, що містять залишки насичених кислот, – тверді: свинячий і баранячий жир, масло какао, пальмове тощо. Залежно від складу вони плавляться за різних температур. Жири з коротшими карбоновими ланцюгами, а також ненасичені жири м'якші. Жири рослинного походження ненасичені, тому поміж них переважають рідини. Такі жири називають оліями (рис. 36.4).

Рис. 36.4. Сало й рослинні олії – джерела постачання організму вітамінами F і E. 1. «Пропало, пропало, коти з'їли сало!» 2. «Із мішка – на забаву, а з пляшки – на приправу». Українські прислів'я



Цікаво і пізнавально

27 серпня в Україні відзначають День сала. Музей-ресторан «Сало» – перший у світі музей славнозвісного українського продукту.

Перший в Україні інтерактивний музей історії олії відкрили 2014 р. в с. Мачухи Полтавського району Полтавської області. У ньому відвідувачі можуть не лише дізнатися про історію виготовлення олії, а й взяти участь у самому процесі. Музеї та виставки, присвячені виробництву оливкової олії, є в Італії, в Греції та інших країнах. Але найцікавіший з них – в ізраїльському місті Хайфа.

Довгі гнучкі насичені карбонові ланцюги – причина того, що під час утворення кристалів молекули жирів щільно упаковуються одна відносно одної. У разі ненасичених ланцюгів щільне впакування молекул і кристалізація утруднені. Це легко зрозуміти з рисунка 36.5.

Густини жирів менші за густину води. Жири не розчиняються у воді – вони гідрофобні. Значно ліпше жири розчинні в неполярних органічних розчинниках, зокрема в бензині. Чимало біологічно активних речовин, приміром деякі вітаміни (наведіть приклади), – жиророзчинні. Теплопровідність жирів низька.

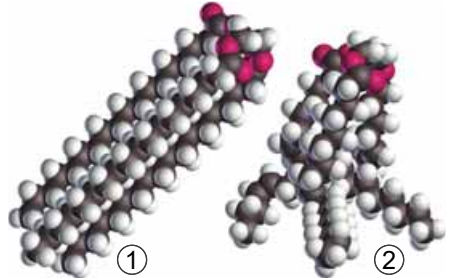


Рис. 36.5. 1. Моделі молекул жирів: насиченого (1) і ненасиченого (2)



Пригадайте, як тварини в дикій природі пристосовуються до умов існування. Поясніть роль жирів у пристосованості до довкілля ведмедів, пінгвінів, лебедів. Чим небезпечне розлиття нафти для водоплавних птахів?

Жири – харчові продукти, без яких неможливо уявити життя людини. Не вщухають дискусії про корисність і шкідливість жирів. Науковці досліджують, а пересічні громадяни та громадянки на інтернет-форумах жваво обговорюють доцільність споживання свинячого сала й маргарину. Засоби масової інформації час від часу повідомляють про всюдисущі й небезпечні для здоров'я *транс-жири* та панацею від усіх негараздів – *ω-кислоти*. Про що йдеться? Чи насправді ці проблеми заслуговують на те, щоб їм приділяти стільки уваги? Висновки ви зробите самостійно, а інформацію до роздумів знайдете в додаткових джерелах, зокрема, у науково-популярних фільмах, посилання на які наведено в рубриці «Дізнайтеся більше» (зробіть це).

Значення жирів важко переоцінити. Хибно вважати їх лише джерелом енергії. Як ви пересвідчилися, вони виконують й інші важливі функції, входять до складу клітинних компонентів, у тому числі мембран, є основою синтезу простагландинів – речовин, які беруть участь чи не в усіх біологічних процесах. Якщо в їжі недостатньо жирів, порушується діяльність центральної нервової системи, послаблюється імунітет. Жири роблять шкіру гладкою й еластичною, волосся – здоровішим та блискучим. Вони – головний будівельний матеріал для дитячого мозку, який

Цікаво і пізнавально

Українська національна кухня має свої характерні риси, які істотно відрізняють її від інших кухонь. Зокрема, характерним є широке вживання свинини та сала. Сало вживають як самостійну їжу, здебільшого сире, запечене, у вигляді шкварок, або як різноманітну приправу та жирову основу різних страв (рис. 36.6). Таке ставлення до свинини споріднює українську кухню із західнослов'янською, угорською, російською та білоруською кухнями.



Рис. 36.6. 1. «Без хліба – не обід, без сала – не борщ». 2. «За шматок ковбаси чортів душу продаси». 3. «Казали-бо батьки наші, що до шкварок треба каші». Українські прислів'я

розвивається. Докладніше про значення жирів та їхні біологічні функції ви дізнаєтеся на уроках біології.

Застосування жирів наведено на рисунку 36.7.

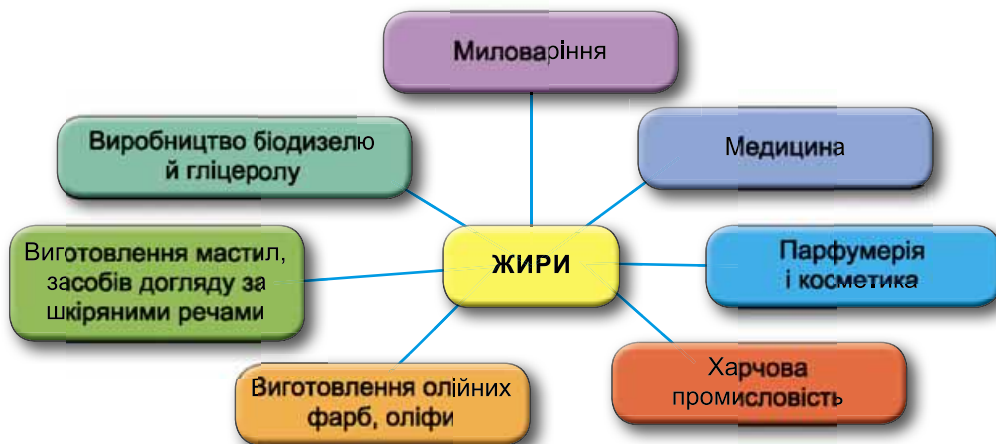


Рис. 36.7. Застосування жирів. Близько третини отриманих жирів використовують як технічні, решту – у харчуванні

ПРО ГОЛОВНЕ

- Жири – продукти взаємодії гліцеролу та вищих карбонових кислот.
- Тверді жири – насичені. Олії – ненасичені жири рослинного походження.
- Густина жирів менша за густину води, у якій вони не розчиняються.
- Жири розчинні в неполярних органічних розчинниках.
- Теплопровідність жирів низька.

- Жири не лише джерело енергії, вони виконують в організмі чимало інших важливих функцій.



Перевірте себе

1. Як установили склад молекул жирів? 2. Як з жирів добувають мила і гліцерол?
3. Які фізичні властивості жирів? Від чого вони залежать? 4. Чим олії відрізняються від твердих жирів? 5. Де застосовують жири? 6. Яке біологічне значення жирів?



Застосуйте свої знання й уміння

7. Поясніть, чому: а) Шеєле назвав відкритий ним гліцерол «солодким началом жирів»; б) жир плаває на поверхні води; в) у міру проростання насіння в ньому зменшується частка жирів і зростає вміст вищих карбонових кислот; г) деякі вітаміни виробляють у капсулах у вигляді олійних розчинів.
8. Обґрунтуйте, якими розчинниками – полярними чи неполярними – потрібно виважувати жири з плями.
9. Дев'ятикласниці й дев'ятикласники посперечалися. Одні, щоб набути стрункости, вирішили повністю вилучити зі свого раціону жири. Інші застерігали їх від цього. Яка ваша позиція із цього питання? Уявіть себе на їхньому місці і наведіть по три найвагоміші, як на вашу думку, аргументи, щоб переконати опонентів і опоненток.



Теорча майстерня

10. На свій розсуд виконайте одне із завдань: а) проаналізуйте зміст етикеток харчових продуктів, косметичних і побутових засобів; з'ясуйте, чи містять вони жири; б) підготуйте презентацію із загальною назвою «Жири: користь і шкода».



Дізнайтеся більше

https://www.youtube.com/watch?v=QQmRJv_8-cg
<https://www.youtube.com/watch?v=qBTlqpN4ANQ>
<https://www.youtube.com/watch?v=rCsjqnpyBT0>
<https://www.youtube.com/watch?v=xZHv5kqPujo>
https://www.youtube.com/watch?v=yQ2_oLBytfc
<https://www.youtube.com/watch?v=1zpv2eR1cfs>
https://www.youtube.com/watch?v=XLw_meQrsCc

§ 37. Поняття про вуглеводи. Глюкоза і сахароза

Після опрацювання параграфу ви зможете:

- називати глюкозу, сахарозу, розрізняти їх за складом, характеризувати їхні фізичні властивості;
- обґрунтовувати роль глюкози і сахарози в живій природі, складати їхні молекулярні формули;
- визначати дослідним шляхом глюкозу;
- висловлювати судження щодо значення глюкози й сахарози в суспільному господарстві, побуті, харчуванні, охороні здоров'я тощо.

Назва **вуглеводи** вказує на якісний і кількісний склад багатьох представників цих сполук. У 1844 р. професор Дерптського (нині Тартуського) університету К. Шмідт уперше запропонував цей термін для сполук із загальною формулою $C_m(H_2O)_n$. Такий підхід був тоді цілком слушним. Адже встановлено, що співвідношення кількості атомів Гідрогену й Оксигену

в молекулах відомих на той час вуглеводів – 2 : 1 (так само, як у молекулі води), а третім елементом є Карбон (тоді його називали *вуглецем*).

Згодом виявили вуглеводи з іншим кількісним співвідношенням Гідрогену й Оксигену, наприклад дезоксирибозу (про її значення ви дізналися на уроках біології). Існують також речовини, які не належать до вуглеводів, однак їхній склад відповідає формулі $C_m(H_2O)_n$. Попри це назва *вуглеводи* залишається загальноновживаною. Класифікацію вуглеводів за складом і приклади найважливіших їхніх представників наведено на рисунку 37.1.

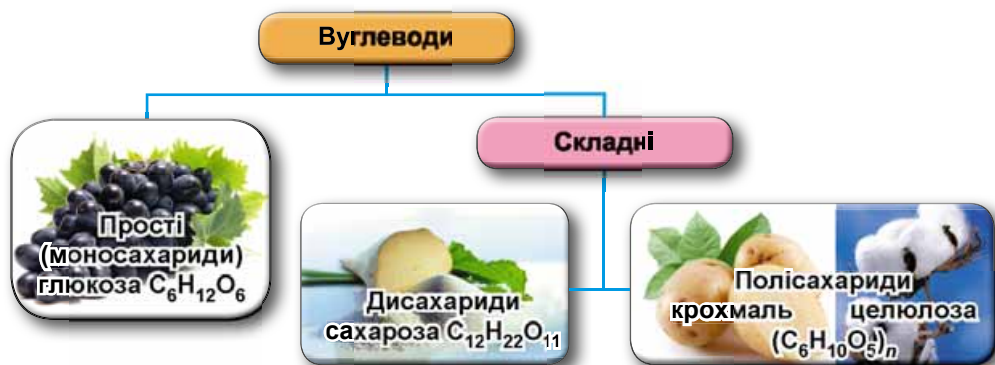


Рис. 37.1. Класифікація вуглеводів

Значення вуглеводів можна описати одним реченням: речовини, без яких життя на планеті Земля не було б таким солодким. І не лише тому, що інша назва цих речовин – *цукри*. Судіть самі: вуглеводи допомагають нам розв'язати безліч проблем. Вони живлять, одягають, лікують, зігрівають, забезпечують рух, зберігають сталість внутрішнього середовища організму, беруть участь у збереженні й відтворенні спадкової інформації тощо. Тож розгляньмо докладніше окремих представників вуглеводів.

Глюкозу добув 1802 р. Ж.Л. Пруст (рис. 37.2) з винограду, тому її дотепер часто називають виноградним цукром. Молекулярна формула глюкози $C_6H_{12}O_6$.



Рис. 37.2. Пруст Жозеф Луї (1754–1826). Французький хімік, член Паризької академії наук. Відкрив закон сталості складу хімічних сполук. Відкрив гідроксиди металічних елементів, виявив катіони Аргентуму(I) у морській воді тощо. Виділив глюкозу з винограду

У природі глюкоза трапляється не лише у виноградному соку, а й у соках багатьох інших фруктів і ягід та чи не в усіх органах зелених рослин. Це не дивно, адже саме в рослинах відбувається фотосинтез за участю зеленого пігменту хлорофілу:



Бджолиний мед також містить глюкозу. Особливо багаті на глюкозу виноград, черешні, вишні, малина, суниця, сливи, кавуни. З овочів найбільший уміст глюкози в гарбузі, білоголової капусті та моркві.

Глюкоза – білий кристалічний порошок, добре розчинний у воді. Це зумовлено наявністю в молекулі глюкози п'ятьох гідроксильних груп. Переконаймося в цьому під час виконання лабораторного досліду 12.



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД

Пригадайте й неухильно виконуйте

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ І РЕАКТИВАМИ

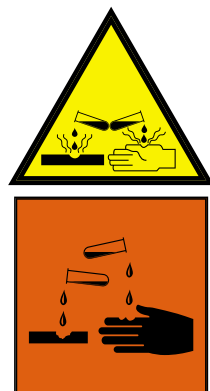
12. Взаємодія глюкози з купрум(II) гідроксидом

Завдання. З'ясуйте, чи взаємодіє глюкоза з купрум(II) гідроксидом.

Обладнання: штатив з пробіркою або пластина із заглибинами. **Реактиви:** розчини купрум(II) сульфату, натрій гідроксиду, глюкози.

Інструкція

Добудьте реакцією обміну в розчині між сіллю Купруму(II) і лугом (у надлишку) купрум(II) гідроксид. *Що спостерігаєте?* Добавте краплями, за перемішування, розчин глюкози до появи змін. *Що спостерігаєте?* Порівняйте ознаки перебігу цієї реакції з ознаками якісної реакції на гліцерол. Нагрійте вміст пробірки. *Що спостерігаєте?*



Глюкоза в організмі людини й тварин – головне й найбільш універсальне джерело енергії для забезпечення обмінних процесів (*запишіть рівняння реакції повного окиснення глюкози*). Збереження стабільного рівня глюкози в крові дуже важливе для нормальної життєдіяльності організмів. Тому в людини й багатьох тварин існує складна система гормональної регуляції вуглеводного обміну. Його порушення є причиною виникнення важких хвороб, насамперед цукрового діабету. Тож важливо не лише збалансувати вживання вуглеводів, а й перевіряти рівень глюкози в крові. Для цього використовують спеціальні датчики.

Цікаво і пізнавально

Наразі розроблено новий тип біологічних датчиків, які можна вживляти до тіла людини. Новий датчик призначений для постійного контролю над рівнем цукру в крові. Його дія ґрунтується на властивості нанотрубок відповідати флуоресценцією на опромінення в інфрачервоному спектрі. Для визначення рівня глюкози тепер не потрібно щоразу брати пробу крові, а досить посвітити на датчик лазерним променем і зареєструвати флуоресцентний відгук.

Здатність засвоювати глюкозу притаманна всім клітинам тваринних організмів. Ця сполука – універсальна поживна речовина й протиотрута водночас. Тому її використовують для ін'єкцій під час харчових отруєнь,



Рис. 37.3. Муха на кристалах сахарози (світлина)

інфекційних захворювань тощо, зокрема шлунково-кишкових. Глюкоза є в багатьох фізіологічних рідинах організму – спинномозковій, сечі тощо, але найбільше її в крові й лімфі.

Глюкоза – один з двох продуктів, який утворюється внаслідок взаємодії *сахарози* з водою. Тому розгляньмо дисахарид сахарозу докладніше.

Сахароза – $C_{12}H_{22}O_{11}$ – речовина, відома вам у побуті як цукор – висококалорійна смакова добавка, компонент багатьох страв. Тож ви добре знаєте, що сахароза – прозорі безбарвні кристали, солодкі на смак (рис. 37.3).

Під час нагрівання сахароза плавиться й *карамелізується*. Цю властивість використовують у кулінарії й кондитерській промисловості. Сахароза добре розчиняється у воді, особливо гарячій. Цукровий сироп – чудовий консервант для ягід і фруктів.



З огляду на повсякденний досвід поясніть, як у побуті використовують цю властивість сахарози.

Сахароза в природі досить поширена. Вона трапляється в багатьох плодах і фруктах. Найбагатші на сахарозу цукрова тростина й цукровий буряк (рис. 37.4). Саме ці культури використовують для промислового виробництва цукру.



Рис. 37.4. 1. Цукрова тростина. 2. Цукрові буряки – елемент композиції натюрморта Катерини Білокур «Привіт урожаю» (1946)

Рафінований (очищений від домішок) цукор приваблює білосніжним кольором. Однак він – не найкорисніший, бо позбавлений багатьох біологічно активних речовин, які видаляють під час рафінування. Сучасні дієтологи радять уживати так званий *коричневий цукор*. Це сприятиме запобіганню порушенням вуглеводного обміну та виникненню карієсу. Проте вибір залишається за вами. Хоч який цукор ви оберете – у шлунково-кишковому тракті він прореагує з водою. Продукти цієї реакції – глюкоза й фруктоза – усмокчуться у кров і забезпечать організм енергією.

Цікаво і пізнавально

Значущі постаті в історії України – цукрозаводчики, меценати, благодійники – династії Бродських, Симиренків, Терещенків, Харитоненків, брати Яхненки (рис. 37.5).



Рис. 37.5. 1. Династія Бродських. 2. Симиренки на марці України. 3. Родина Терещенків на пам'ятній монеті України. 4. І.Г. Харитоненко. 5. С.М. Яхненко

Цукор стратегічно важливий для кожної держави, тож резервний запас цього продукту накопичують на складах. Натомість у живих організмах запасати сахарозу й глюкозу досить важко (*поміркуйте чому*). Мудра Природа знайшла вихід у перетворенні моносахаридів на полімери. Наприклад, із залишків глюкози побудовані природні полімери – *крохмаль* і *целюлоза*. Про них ітиметься в наступному параграфі.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Склад більшості вуглеводів описує загальна формула $C_m(H_2O)_n$.
- Вуглеводи класифікують на моносахариди (глюкоза), дисахариди (сахароза) та полісахариди (крохмаль, целюлоза).
- Унаслідок реакції глюкози з купрум(II) гідроксидом утворюється прозорий синій розчин. Якщо цю реакцію проводити за нагрівання, спочатку утворюється жовтий осад купрум(II) гідроксиду, а потім з нього – цегляно-червоний купрум(II) оксид.
- Молекулярна формула глюкози $C_6H_{12}O_6$.
- Сахароза – $C_{12}H_{22}O_{11}$ – добре відома в побуті як цукор.



Перевірте себе

1. Поясніть походження назви «вуглеводи». 2. Пригадайте походження назви «гліцерол» й висловіть припущення щодо походження назви «глюкоза». 3. Яка молекуляр-

на формула та фізичні властивості глюкози? Сахарози? 4. За допомогою якого реактиву можна довести, що глюкоза виявляє властивості багатоатомного спирту? 5. Для чого застосовують глюкозу? Сахарозу?



Застосуйте свої знання й уміння

- Запишіть рівняння реакції повного окиснення: а) глюкози; б) сахарози.
- Обґрунтуйте застосування глюкози та сахарози їхніми властивостями.



Творча майстерня

8. Підготуйте презентацію із загальною назвою «Користь і шкода». Об'єкт дослідження виберіть самостійно з-поміж наведених: «Глюкоза», «Сахароза».



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=8aScB4CpsQk>
<https://www.youtube.com/watch?v=Mfd5GcTri08>
<https://www.youtube.com/watch?v=qX95dhNtvAU>
<https://www.youtube.com/watch?v=geUfwNbO40w>
<https://www.youtube.com/watch?v=llr1foG5BZch>
<https://www.youtube.com/watch?v=1P7amB158DY>
<https://www.youtube.com/watch?v=9yBnmbtO3As>
<https://www.youtube.com/watch?v=8Aumf8Oaldk>
<https://www.youtube.com/watch?v=UHH5TtB4A-o>
<https://www.youtube.com/watch?v=qX95dhNtvAU>

§ 38. Крохмаль і целюлоза – природні полімери

Після опрацювання параграфу ви зможете:

- називати крохмаль і целюлозу, розрізняти їх за складом та порівнювати, характеризувати їхній склад, фізичні властивості, обґрунтовувати роль у живій природі;
- складати молекулярні формули крохмалю та целюлози;
- визначати дослідним шляхом крохмаль;
- висловлювати судження щодо значення крохмалю й целюлози в суспільному господарстві, побуті, харчуванні, охороні здоров'я тощо.

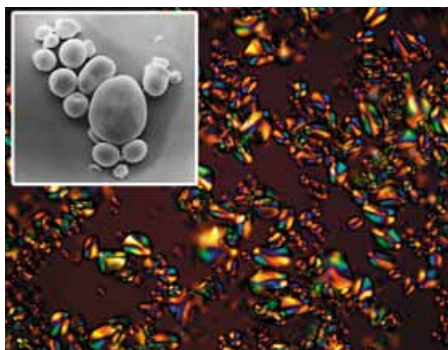


Рис. 38.1. Завдяки збільшувальним приладам і цифровим технологіям можна побачити зерна крохмалю, зокрема й у поляризованому світлі

Крохмаль ви споживаєте чи не щодня: хліб і картопля, каші й макаронні вироби, пиріжки, тістечка, киселі, майонез, кетчупи... Усі ці страви містять унікальний **біополімер**, структурною ланкою якого є залишок глюкози. Молекулярна формула крохмалю $(-C_6H_{10}O_5-)_n$. Його **макромолекули** неоднакові за розміром. Кількість **структурних ланок** n у полімерному ланцюзі крохмалю становить від кількох сотень до кількох тисяч. До того ж молекули крохмалю мають як **лінійну**, так і **розгалужену** структуру. Цим пояснюють зернистість цієї сполуки (рис. 38.1).

Цікаво і пізнавально

Крохмаль не індивідуальна речовина, а суміш двох полімерів складу $(C_6H_{10}O_5)_n$ – амілози (частка в крохмалі 10–20 %) та амілопектину (80–90 %). Для амілози $n = 200\text{--}1000$, а для амілопектину – $6000\text{--}40000$.

Крохмаль – продукт фотосинтезу в зелених рослинах за участю хлорофілу – зеленого пігменту рослин. Утворена під час фотосинтезу глюкоза є «сировиною», з якої рослини в кілька стадій продукують крохмаль – високомолекулярну сполуку:



Крохмаль накопичується переважно в насінні, цибулинах, бульбах, кореневищах, листках і стеблах. Наприклад, у бульбах картоплі масова частка крохмалю сягає 24 %, у насінні пшениці – 64 %, рису – 75 %, кукурудзи – 70 %.

Фізичні властивості крохмалю та якісна реакція на цю сполуку (рис. 38.2) добре відомі вам з повсякденного життя та курсів природознавства й біології.

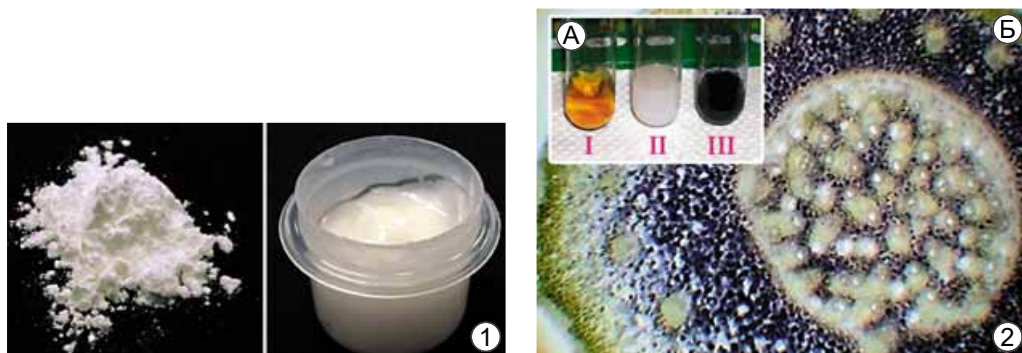


Рис. 38.2. 1. Білий порошок крохмалю не має смаку й запаху. У гарячій воді він набухає – утворюється клейстер. 2. Якісна реакція на крохмаль: на просте око (А) і під мікроскопом (Б): І. Спиртовий розчин йоду. ІІ. Крохмальний клейстер. ІІІ. Поява синього забарвлення – ознака взаємодії крохмалю з йодом

Щоб пригадати ці відомості, виконайте лабораторні досліді 13 і 14.

**ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДИ**

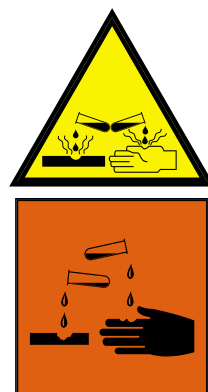
**Пригадайте й неухильно виконуйте
ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ
І РЕАКТИВАМИ**

13, 14. Відношення крохмалю до води.**Взаємодія крохмалю з йодом**

Завдання. Дослідіть найважливіші фізичні властивості крохмалю та якісну реакцію на цей полісахарид.

Обладнання: штатив з пробірками, пробіркотримач, нагрівальний прилад, скляна лопатка, паперова серветка.

Реактиви: крохмаль, спиртовий розчин йоду.



Інструкція

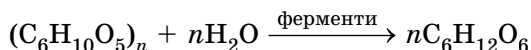
Визначте колір крохмалю, відчуйте його характерний хрускіт під час розтирання між пальцями. У пробірку з водою помістіть скляною лопаткою трохи крохмалю. Уміст пробірки збовтайте. *Чи розчинився крохмаль у воді?*

Увага! Для розчинення в гарячій воді не нагрівайте отриману в попередньому досліді суміш крохмалю з водою, оскільки щільний шар крохмального осаду на дні пробірки спричиняє перегрівання скла, і пробірка може тріснути. Підігрійте в іншій пробірці воду об'ємом 5 мл і, перемішуючи, влийте в гарячу воду вміст першої пробірки. Спостерігайте утворення крохмального клейстеру.

У пробірку з крохмальним клейстером додайте краплю спиртового розчину йоду. *Що спостерігаєте?*

За допомогою якісної реакції можна виявити крохмаль у багатьох харчових продуктах і не лише в них. Тому доцільно докладніше з'ясувати, на яких властивостях крохмалю ґрунтується його широке використання.

Хімічна взаємодія крохмалю з водою – реакція, перебіг якої в живих організмах має непересічне значення. У насінні, що проростає, та розпуклих бруньках крохмаль (як запасна речовина) під дією ферментів перетворюється на глюкозу:



Картопля, наприклад, за температури 1–2 °С набуває солодкого смаку. Причиною є те, що за низької температури в бульбах пришвидшується взаємодія крохмалю з водою й пригнічується процес дихання. Тому в картоплинах накопичується глюкоза й інші моносахариди – про це свідчить поява незвичного солодкого смаку.

У тваринних організмах крохмаль, який надходить з їжею, також реагує з водою. Однак перетравлювання крохмалю, що є в сирих продуктах, ускладнене. Адже його зерна перебувають усередині рослинних клітин з міцними стінками. У гарячій воді, як ви пересвідчилися на досліді, крохмаль набрякає, клітинні стінки розриваються. Далі відбувається реакція крохмалю з водою за участю травних ферментів.

Реакцію крохмалю з водою використовують у виробництві багатьох харчових продуктів – меляси, глюкози, хлібобулочних виробів, етанолу тощо.

Проміжними продуктами взаємодії крохмалю з водою є менш складні полісахариди – декстрини. Вони, зокрема, утворюються під час прасування накрохмаленої білизни й у процесі випікання борошняних виробів. Декстрини використовують у складі клеїв для паперу, шпалер тощо.

Цікаво і пізнавально

Причина блиску та «хрусткості» накрохмаленої й випрасуваної білизни та рум'яних булочок одна й та сама. Декстрини – клейкі речовини – за високої температури утворюють тонку щільну плівку.

Останнім часом широкого застосування набули так звані *модифіковані крохмалі*. Їх одержують хімічним обробленням природного крохмалю,

біосинтезом тощо. Унаслідок зміни складу й структури полімерні молекули набувають нових властивостей, які й зумовлюють застосування модифікованих крохмалів у харчовій, паперовій промисловості, під час бурильних робіт та очищення побутових і промислових стоків. На основі модифікованого крохмалю виготовляють харчові продукти для дітей, хворих на фенілкетонурію. Пресований крохмаль – матеріал для виготовлення одноразового посуду. Уведення модифікованих крохмалів до складу пластмас уможливило їхнє *біоруйнування* в довкіллі.

Існують природні полісахариди, які, на відміну від крохмалю, не перетравлюються в організмі людини й багатьох тварин, а отже, не засвоюються.

Целюлоза (клітковина) – найвідоміший і чи не найважливіший представник полісахаридів. Вона – основний компонент і будівельний матеріал клітинних стінок рослин (рис. 38.3) і деяких мікроорганізмів.

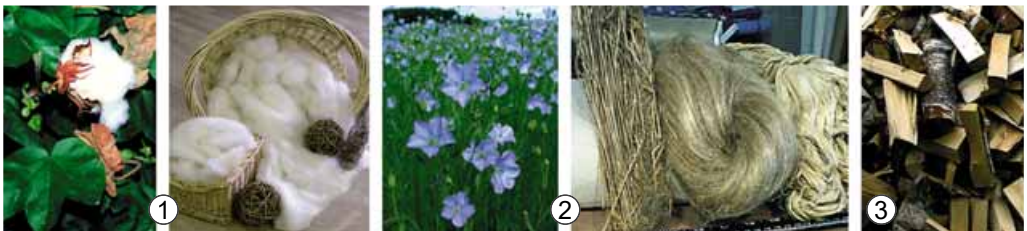


Рис. 38.3. Целюлоза у природі.

1. Бавовник. 2. Льон. 3. Деревина. **Завдання.** Поясніть, до яких наслідків може призвести неконтрольоване вирубування лісів задля забезпечення сировиною целюлозно-паперової та деревообробної промисловості

Коли ви гортаєте сторінки підручника, то торкаєтеся матеріалу, виготовленого на основі целюлози. У вашому гардеробі обов'язково є бавовняний або льняний одяг (*назвіть його переваги над виробами із синтетичних волокон*). Скатертини, серветки, рушники, білизна, меблі, медичні перев'язувальні засоби, висівковий хліб... Не злічити об'єктів домашнього вжитку, які містять волокна целюлози.

Хімічний склад целюлози описує молекулярна формула $(-C_6H_{10}O_5-)_n$ (*порівняйте з молекулярною формулою крохмалю*). Молекули целюлози побудовані з тих самих мономерних ланок, що й крохмаль, однак сполучені ці ланки в інший спосіб. Докладно про це ви зможете дізнатися у старшій школі, обравши відповідний профіль навчання. Наразі ж констатуємо – зміна будови істотно впливає на властивості целюлози порівняно з крохмалем. Целюлоза – біла волокниста речовина. Кількість *структурних ланок n* у полімерному ланцюзі цієї високомолекулярної сполуки може сягати від кількох сотень до 10–14 тисяч. Молекули целюлози мають *лінійну* структуру. Текстильні волокна целюлози 20 мм завдовжки, а ті, з яких виготовляють папір і картон, не довщі за 3 мм.

Хоча в організмі людини целюлоза (клітковина) не перетравлюється, її споживання в складі круп, овочів, висівкового хліба – необхідна умова здорового харчування (*поясніть чому*).

Целюлоза не розчиняється у воді й не набухає в ній. Горіння целюлози – екзотермічна реакція зі значним тепловим ефектом, тому деревину, солову тощо здавна використовували як паливо.

Реакцією целюлози з водою в кислому середовищі добувають глюкозу, яку переробляють на етанол. Термічним розкладанням целюлози без доступу повітря добувають багато оксигеновмісних речовин.

Згодом ви дізнаєтеся, на яких хімічних реакціях ґрунтується переробка целюлози на папір, ацетатний шовк, віскозу, лаки, емалі, целофан, бездимний порошок, фотоплівку, мийні засоби тощо. Принаймні на етикетках багатьох споживчих товарів ви знайдете назви речовин – похідних целюлози.

Цікаво і пізнавально

В університеті штату Техас у США вивели штам ціанобактерій, які продукують целюлозу. Як джерело енергії вони використовують сонячне світло. Добуту целюлозу переробляють на етанол та інші види біопалива. Ці бактерії можуть бути вирощені без використання сільськогосподарських земель, за допомогою солоної води, яка непридатна для споживання людьми або поливання зернових культур.

Добування целюлози *біосинтезом* належить до новітніх технологій. Біосинтез інших речовин відомий досить давно. Зокрема, біосинтез поза організмами широко застосовують як спосіб (іноді єдино можливий) промислового виробництва біологічно важливих речовин – вітамінів, деяких гормонів, антибіотиків, амінокислот, білків тощо. Про амінокислоти та білки, особливості їхнього біосинтезу, зокрема, ви дізнаєтеся з наступних параграфів.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Крохмаль – біополімер, структурною ланкою якого є залишок глюкози.
- Крохмаль – кінцевий продукт фотосинтезу.
- Крохмаль – білий хрусткий порошок без запаху й смаку, не розчиняється в холодній воді, у гарячій набухає – утворюється клейстер.
- Спиртовий розчин йоду – реактив на крохмаль, і навпаки.
- Целюлоза (клітковина) – основний компонент і будівельний матеріал клітинних стінок рослин і деяких мікроорганізмів.
- Сировина для добування целюлози – бавовник, льон, деревина.
- Горіння целюлози – екзотермічна реакція зі значним тепловим ефектом.
- Целюлоза в кислому середовищі реагує з водою, продукт реакції – глюкоза.
- Целюлозу переробляють на папір, ацетатний шовк, віскозу, лаки, емалі, целофан, бездимний порошок, фотоплівку, мийні засоби тощо.



Перевірте себе

1. Яка хімічна формула крохмалю? Целюлози? 2. Які фізичні властивості крохмалю? Целюлози? 3. Які природні джерела крохмалю? Целюлози? 4. Що є реагентом на крохмаль? 5. Для чого застосовують крохмаль? Целюлозу? 6. З якої сировини виготовляють: а) вату; б) папір?

**Застосуйте свої знання й уміння**

7. Складіть таблицю «Порівняння хімічного складу, будови й властивостей крохмалю та целюлози».

8. Поясніть, чому: а) якщо довго жувати шматочок хліба, то відчуватиметься солодкий смак; б) борошністий смак насіння під час проростання змінюється на солодкуватий.

9. Запропонуйте кілька варіантів того, як розрізнити порошки крейди та крохмалю, використавши речовини повсякденного вжитку.

10. Учнівство 9 класу посперечалося. Одні стверджували, що треба обов'язково крохмалити постільну білизну – адже після прасування вона набуває привабливого вигляду. Інші заперечували – гігієнічні властивості такої білизни незадовільні. А яка ваша думка? Долучіться до дискусії й обґрунтуйте свою позицію.

11. У промисловості реакцію крохмалю з водою здійснюють нагріванням з розбавленим водним розчином сульфатної кислоти. Висловіть припущення, для чого після закінчення гідролізу до розчину додавають надлишок крейди, підтвердьте свої міркування рівнянням реакції.

12. Топінамбур (земляна груша) не містить крохмалю, хоча страви з нього зовні й на смак нагадують картоплі. Запропонуйте, як хімічним шляхом розрізнити варені бульбу й топінамбур.

13. Поясніть, чому потрібно ретельно очищати зуби від залишків їжі, яка містить цукор і крохмаль.

14. Китайський імператор Цин Шихуанді (249–206 р. до н. е.) використовував для своїх таємних листів густий рисовий відвар, який після висихання написаних ієрогліфів не залишав ніяких видимих слідів. Якщо такий лист злегка змочували відваром водоростей, то проявлялися сині написи. Застосуйте знання про хімічний склад водоростей та рисових зерен, одержані на уроках біології, і поясніть цей факт.

15. Дізнайтеся, яку речовину використовують як харчову добавку Е 460. Поясніть, які її властивості зумовили це.

**Творча майстерня**

16. Виготовте в домашніх умовах крохмаль.

Інструкція. Кілька картоплин ретельно помийте, почистіть і натріть на тертушці або подрібніть в електром'ясорубці чи блендері, щоб звільнити зерна крохмалю від клітинних оболонок. Утворену суміш ретельно перемішайте з подвійним об'ємом води й процідіть крізь тонке сито або марлю. Крохмальні зерна у вигляді «крохмального молока» відокремлюються від клітинних оболонок та інших речовин. Залишок на ситі або в марлі багаторазово промийте водою.

З «крохмального молока» за годину відстоюється крохмаль. Декантуйте, тобто обережно злийте з осаду, суспензію крохмалю. Добутий крохмаль двічі промийте чистою водою, щоразу перемішуючи. Домішки, які залишаються у крохмалі, темніють на повітрі й надають продукту непривабливого вигляду, тож промивати треба ретельно.

Нарешті відокремте крохмаль від води (декантацією або фільтруванням) і висушіть на повітрі. Перевірте його на хрускіт, розтираючи між пальцями, виготовте крохмальний клейстер та випробуйте розчином йоду.

17. Проаналізуйте зміст етикеток споживчих товарів, щоб з'ясувати, які з них містять целюлозу або її похідні, і створіть колекцію (віртуальну або реальну) «Як моя родина використовує целюлозу та продукти її перероблення».

18. Роздивіться дослід, зображений на рисунку 38.4. Порадьтеся з учителем або вчителькою хімії, проведіть цей експеримент і поясніть його результати. За результатами досліджень підготуйте презентації.



Рис. 38.4

**Дізнайтеся більше**

<https://www.youtube.com/watch?v=uhwHO2GRwUo>
https://www.youtube.com/watch?v=k_VZO2grsf8

<https://www.youtube.com/watch?v=jWJJfUvQSjU>

<https://www.youtube.com/watch?v=PI0VcfZrkIs>

<https://www.youtube.com/watch?v=0pDMOu770SQ>

https://www.youtube.com/watch?v=a8vjPy_g4_0

<https://www.youtube.com/watch?v=bYht20dKFGU>

<https://www.youtube.com/watch?v=EEjRS-dKZPQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=DFBHGHS4ME>

§ 39. Білки: склад і будова. Біологічна роль амінокислот і білків

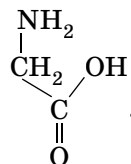
Після опрацювання параграфа ви зможете:

- розрізняти за складом білки, характеризувати склад та фізичні властивості білків;
- обґрунтовувати роль білків у живій природі;
- висловлювати судження щодо значення білків у суспільному господарстві, побуті, харчуванні, охороні здоров'я тощо.

Цього навчального року ви вивчили на уроках біології будову, властивості та функції білків. Тож, напевно, пам'ятаєте, що назва **білки** походить від відомого з давніх-давен яєчного білка (лат. *albumen*), який унаслідок нагрівання перетворюється на білу нерозчинну масу. Згідно з описами Плінія Старшого, уже у Стародавньому Римі яєчний білок застосовували як лікувальний засіб. Однак справжня історія білкових речовин розпочалася тоді, коли з'явилися перші відомості про хімічні властивості білків. Найважливіша з-поміж них – взаємодія з водою.

Реакція білків з водою відбувається в кислому або лужному середовищі. Також вона можлива за участю ферментів. Продукти цієї реакції – амінокислоти, із залишків яких складається молекула білка. Саме в

такий спосіб відкрито найпростішу з амінокислот – аміноетанову



Виявлення амінокислот у продуктах взаємодії білків з водою мало вирі-

пальне значення для розуміння хімічної природи білкових *біополімерів* (пригадайте, ви вже вивчали їх на уроках біології).

Склад і будову білків науковці намагалися визначити чи не з XVIII ст. Крок за кроком просувалися вони до мети – створення *теорії* будови білка. Зокрема, думку про амінокислотний склад білків висловлював І.Я. Горбачевський (рис. 39.1). Він одним з перших виділив у чистому вигляді амінокислоти й показав, що їхні залишки є «будівельними цеглинками» білків.

Рис. 39.1. 1. Горбачевський Іван (Ян) Якович (1854–1942). Видатний український хімік, біохімік, гігієніст та епідеміолог, громадсько-політичний діяч. Академік НАН України. Синтезував і дослідив сечову кислоту, добув її штучно і встановив роль сечової кислоти в живих організмах. Одним з перших висловив думку про амінокислотний склад білків. Праці з гігієни, епідеміології та судової медицини. Удосконалив українські хімічну та медичну термінології. Видав українською та чеською мовами підручники з хімії. 2. Пам'ятник у місті Тернополі біля морфологічного корпусу Тернопільського державного медичного університету імені І. Горбачевського



За ним у 1902 р. Е. Фішер (рис. 39.2) сформулював *пептидну гіпотезу*, згідно з якою білки побудовані з амінокислотних залишків. Науковець експериментально довів, що амінокислоти сполучаються між собою в резу-

льтаті взаємодії груп атомів, формули яких $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ і $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{N} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, з виділенням води та утворенням *поліпептидів*. Він започаткував синтез поліпептидів і одержав білкову речовину з відносно молекулярною масою 1213 – першу синтетичну сполуку, подібну до найпростіших білків. Отже, *пептидну гіпотезу* Е. Фішера повністю підтверджено *аналізом* білків і *синтезом* їх з амінокислот. Тож подальше вивчення будови білків дістало міцне *теоретичне* підґрунтя.

Рис. 39.2. 1. Фішер Еміль Герман (1852–1919). Німецький хімік-органік, творець наукової школи, основоположник хімії природних сполук, іноземний член-кореспондент і іноземний почесний член Петербурзької АН. Запровадив номенклатуру, створив раціональну класифікацію й здійснив синтез багатьох вуглеводів. Відкрив специфічність дії ферментів, ґрунтовно досліджував хімію білків. Лауреат Нобелівської премії (1902). 2. Пам'ятник Емілю Герману Фішеру в Берліні



Цікаво і пізнавально

У відділі структури та функцій білка Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України досліджують механізми полімеризації фібрину та побудови тривимірної сітки фібрину, яка є основою тромбу. Створено імунодіагностичні тест-системи для ранньої діагностики загрози тромбоутворення та контролю ефективності протитромботичної терапії, розроблено високоефективні кровоспинні засоби.



Одним з основних напрямів діяльності Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України є хімія біологічно активних пептидів, білків, нуклеїнових кислот та їхніх компонентів. Науковими досягненнями світового рівня є розроблення методів синтезу структурних аналогів природних амінокислот, пептидів, дослідження механізмів функціонування тромбіну, ліпоксигеназ та інших ферментів, білків та пептидів, вивчення антигенної будови капсидних білків вірусів рослин.

У живих організмах амінокислотний склад білків визначається генетичним кодом. Із двадцяти α -амінокислот (у їхніх молекулах групи – NH_2 і – COOH сполучені з одним і тим самим атомом Карбону) утворюються поліпептидні ланцюги найрізноманітнішого складу й будови.

Кількість амінокислотних залишків у молекулах окремих білків різна. Наприклад, в інсуліні їх 51, у міоглобіні – близько 140 (*пригадайте з курсу біології властивості цих білків*). Тому й відносна молекулярна маса білків коливається в дуже широких межах. Наприклад, в інсуліну вона становить близько 6500, а у білка вірусу грипу – 320 000 000.

Цікаво і пізнавально

До складу різних білків входять найрізноманітніші амінокислоти. Набір усіх двадцятьох видів амінокислот є в казеїні молока, міозині м'язів і альбуміні яйця. У білку-ферменті рибонуклеазі – залишки дев'ятнадцятьох амінокислот, в інсуліні – вісімнадцятьох.

Розчинність білків залежить від їхньої будови. У молекулах *глобулярних* білків поліпептидні ланцюги згорнуті в щільні кулясті структури – глобули. До глобулярних білків належать ферменти, антитіла, деякі гормони тощо.

Чимало глобулярних білків – водорозчинні, зокрема альбуміни – прості глобулярні білки, які є в яєчному білку, сироватці крові, молоці й насінні рослин.

Білки, що входять до складу покривних тканин і похідних шкіри – *фібрилярні* (ниткоподібні). Вони погано розчинні або нерозчинні у воді. Це білки м'язових тканин, шкірних покривів, волосся, рогових покривів, вовни й пір'я тощо.

Осадження білків відбувається під впливом різноманітних органічних і неорганічних речовин – етанолу, солей, концентрованих кислот. Щоб пересвідчитися в цьому, виконаймо досліди.

У пробірці з водним розчином альбуміну додаммо насичені водні розчини солей лужних і лужноземельних елементів, наприклад, натрій хлориду й магній сульфату. Унаслідок цього відбувається руйнування гідратної оболонки частинок білка й утворюється осад, який знов можна розчинити у воді. Важливо, що за такого осаження й розчинення властивості білків відновлюються, вони не втрачають, наприклад, ферментативної активності. У такий спосіб очищають білки, одержують їх у кристалічному вигляді.

Органічні розчинники, наприклад етанол, також спричиняють дегідратацію білкових макромолекул, руйнують їхні водні оболонки. Осадження білків спиртом *оборотне*, якщо процес проводили без нагрівання й вплив реагенту був короточасним. Тривалий контакт білка зі спиртом веде до *необоротного* осаження, *денатурації*.

Денатурація білка пов'язана із глибокими внутрішньомолекулярними змінами його будови. Це призводить до втрати білком розчинності, біологічної активності тощо. Чинники, які зумовлюють денатурацію білків, наведено в таблиці 39.1.

Таблиця 39.1

Чинники, які зумовлюють денатурацію білків	
Хімічні	Фізичні
Концентровані розчини кислот і лугів Сполуки важких металічних елементів Органічні розчинники Отрути рослинного й тваринного походження Сечовина у високих концентраціях	Високі температури Ультрафіолетове опромінення Рентгенівське й радіоактивне опромінення Механічний вплив (наприклад, вібрація)

Наприклад, денатурація білків відбувається в сильноокислому середовищі шлунка. Це сприяє ферментативному розщепленню білків під час перетравлювання їжі.

Хімічні опіки шкіри й слизових оболонок також зумовлені денатурацією білків під впливом їдких речовин. Термічні опіки – приклад денатурації білків під впливом високої температури.

Денатурацію білків застосовують для лікування отруєння сполуками важких металічних елементів: Купруму, Плюмбуму тощо. Хворому дають молоко або сирі яйця. Токсичні сполуки денатурують білки молока або яєць і поглинаються їхньою поверхнею.

Чи оборотна денатурація? У пробірці (*in vitro*) денатурація, найчастіше, – необоротний процес. Якщо ж денатурований білок помістити в умови, близькі до природних, то він може відновити свої властивості, але дуже повільно (це властиве не всім білкам).

Біологічна роль амінокислот і білків дуже важлива. Білки – необхідні складники всіх живих організмів, вони беруть участь у кожному

внутрішньому процесі клітини. Це важлива складова харчування людини і тварин, оскільки їхні організми не можуть синтезувати всі необхідні амінокислоти й частина з них надходить з білковою їжею.

Під час травлення ферменти руйнують спожиті білки до амінокислот, які організм використовує для біосинтезу властивих йому білків або для одержання енергії. Чимало біологічно активних сполук – речовини білкової природи.

Функції білків і значення амінокислот у життєдіяльності організмів докладніше ви вивчали на уроках біології.

Цікаво і пізнавально

Майже половина необхідних нам білків, вуглеводів, 70–80 вітамінів, значна кількість мінеральних солей, амінокислот і інших поживних елементів міститься в хлібі. Американські науковці виділили з рослини (родина Пентадипландові), що росте в Західній Африці, білок, який солодший за цукор у 2000 разів. Цей шостий відомий науці солодкий білок, названий *браззеїном*, міститься у плодах, які охоче поїдають місцеві мавпи. Будову молекул солодкого білка розшифровано, у кожній з них – 54 амінокислотних залишки.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Білки – високомолекулярні органічні сполуки, які складаються зі сполучених у ланцюг амінокислотних залишків.
- Глобулярні білки здебільшого розчинні, фібрилярні – ні.
- Білки – необхідні складники всіх живих організмів, вони беруть участь у кожному внутрішньому процесі клітини. Денатурація білка пов'язана з глибокими внутрішньомолекулярними змінами.
- Під час травлення ферменти руйнують спожиті білки до амінокислот, які організм використовує для біосинтезу властивих йому білків або для одержання енергії.
- Чимало біологічно активних сполук – речовини білкової природи.



Перевірте себе

1. Які біополімери вам відомі? 2. Із чого складаються молекули білків? 3. Які білки розчинні у воді, а які – ні? 4. Що відбувається з білками їжі під час травлення?



Застосуйте свої знання й уміння

5. Поясніть, чому альбумін розчиняється у воді, а колаген – ні.
6. З огляду на вивчене поясніть згубну дію алкоголю та радіоактивного опромінення на здоров'я.
7. Поясніть, чому інколи молоко під час кип'ятіння зсідается. Звідки в молоці з'являються речовини, які спричиняють це явище?
8. Поміркуйте, чому досвідчені господарині для одержання смачного бульйону м'ясо кладуть у холодну воду, а для приготування смачного м'яса – в окріп. Здійсніть експериментальну перевірку власних міркувань, опишіть методику проведення експерименту й спостереження. Чи підтвердилися ваші гіпотези щодо причин такого підходу до приготування страв?
9. Схарактеризуйте значення білків у суспільному господарстві, побуті, охороні здоров'я тощо.

**Теорча майстерня**

10. Складіть сенкан «Білки».

11. Скористайтесь додатковими джерелами інформації і складіть ілюстровану хронологічну таблицю «Історія вивчення білків», за результатами дослідження підготуйте презентацію.

**Дізнайтеся більше**

Використайте додаткові джерела інформації й укладіть добірку цікавих фактів про білки.

<https://www.youtube.com/watch?v=9slwpelinYg>
<https://www.youtube.com/watch?v=ITQlp9FXAtA>
<https://www.youtube.com/watch?v=Axq6zuS0LhE>
<https://www.youtube.com/watch?v=uSGW9o2MjIE>
<https://www.youtube.com/watch?v=2zAGAmTkZNY>
<https://www.youtube.com/watch?v=QW9ySZqKJRc>
<https://www.youtube.com/watch?v=Gtfpxdyuu-Q>

§ 40. Природні й синтетичні органічні сполуки

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- наводити приклади природних і синтетичних речовин;
- оцінювати вплив продуктів синтетичної хімії на навколишнє середовище в разі неправильного використання їх;

Природні й синтетичні органічні сполуки – невідокремна складова нашого життя. Вони всюди – у їжі та одязі, косметичних засобах і будівельних матеріалах, спортивному й туристському спорядженні, в автомобілях і літаках, комп'ютерах і лікувальних препаратах, засобах захисту рослин і мобільних телефонах... Цей список практично нескінченний – адже щодня науковці в лабораторіях синтезують або видобувають з природних об'єктів усе нові й нові органічні речовини, досліджують їх.



Наведіть кілька прикладів природних і синтетичних органічних сполук, відомих вам з повсякденного життя.

За якою ознакою численні органічні сполуки класифікують на природні й синтетичні? Насамперед за джерелами їхнього видобування. Цю класифікацію спрощено відображає схема на рисунку 40.1.

З природних джерел органічні речовини виділяють переважно в готовому вигляді або завдяки переробленню природної сировини. Наприклад, вивчаючи вуглеводні, ви дізналися, що метан і його гомологи видобувають з природного газу, нафти, кам'яного вугілля. Тому ці речовини можна класифікувати як *природні* органічні сполуки. Натомість етилен і ацетилен через високу реакційну здатність у природі майже не трапляються. Тому в лабораторних умовах і промисловості їх *синтезують* з інших речовин.

Органічний синтез – розділ хімії, що вивчає різні способи, методики, засоби визначення, апаратуру тощо для одержання органічних сполук і матеріалів, а також сам процес їхнього одержання в лабораторних умовах

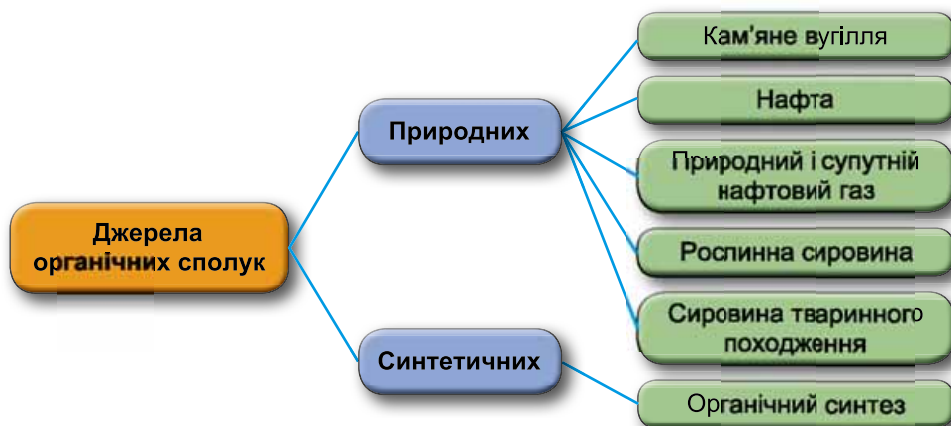


Рис. 40.1

чи промисловості. За допомогою органічного синтезу добувають безліч різноманітних органічних речовин. Ця галузь хімії почала стрімко розвиватися лише з розвитком капіталістичного виробництва, аби задовольнити зростаючий попит на паливо, мастила, барвники тощо. Вагомий внесок у розвиток синтетичної органічної хімії зробили й українські науковці: П.П. Алексєєв, О.В. Богатський, М.А. Валяшко, А.І. Кипріянов, О.В. Кірсанов, С.М. Реформатський, В.П. Яворський та ін.



Поміркуйте й висловіть припущення, для добування яких речовин доцільно використовувати органічний синтез.

Які переваги органічного синтезу? Насамперед це спосіб добування сполук з унікальними властивостями, які не трапляються у природі. Найпростіший приклад такої речовини з-поміж вивчених вами цього року – поліетилен, без якого важко уявити сучасне життя.



Пригадайте, які екологічні проблеми зумовлені тим, що поліетилен – синтетична органічна речовина.

Органічним синтезом добувають барвники, лікарські препарати, каучуки, гуму та інші полімерні матеріали. До того ж органічний синтез сприяє зменшенню використання цінної харчової сировини для технічних потреб.



Рис. 40.2. Лауреати Нобелівської премії з хімії за 2008 рік: Осама Сімомура, Мартін Чалфі й Роджер Цянь

Природні органічні сполуки та реакції за їхньою участю – основа життєво важливих процесів, які вивчає біологічна хімія й молекулярна біологія. Дослідження в цьому напрямі дають змогу глибше осягнути сутність явищ живої природи. Тому, незважаючи на успіхи синтетичної

органічної хімії, природна сировина була й залишається безцінним джерелом речовин з фантастичними властивостями. Наприклад, Нобелівську премію з хімії в 2008 р. одержали науковці (рис. 40.2), які з морських медуз роду *Aequorea* виділили й дослідили білок GFP. Зелений флуоресцентний білок дав змогу спостерігати чимало прихованих процесів і структур, наприклад ріст і характер зв'язків нейронів, поширення ракових клітин в організмах лабораторних тварин тощо.

Цікаво і пізнавально

Світного kota на ймення Містер Зелені гени виведено в Одьобонівському центрі дослідження зникаючих видів у Новому Орлеані (США). Якщо в темряві спрямувати на нього ультрафіолетові промені, котячі очі, ясна та язик світитимуться зеленим. Зелене світіння – це лише маркер, який сигналізує, що потрібний ген потрапив до генетичного апарату kota й працює там. Для цього використовують білок GFP. Його з'єднують з іншим геном і за світінням визначають, де і як досліджуваний ген працює. Генетичні апарати людини й kota дуже схожі, тому на цих тваринах можна вивчати багато генетичних хвороб людини.

Природні органічні сполуки вирізняються розмаїттям фізичних і хімічних властивостей. Поміж них трапляються порівняно прості за складом леткі рідини, наприклад, мурашина кислота. Чимало є твердих кристалічних сполук, які істотно різняться температурою плавлення й розчинністю. Так, температура плавлення ментолу, який виділяють з м'ятної олії, не перевищує 50 °С. Природні високомолекулярні сполуки найчастіше аморфні, як-от крохмаль. Знання про фізичні й хімічні властивості сполук необхідні під час їхнього добування з природної сировини. Щоб виділити потрібну речовину й очистити її від домішок, хімікам і хімікиням потрібно виявити винахідливість, вибрати раціональні прийоми роботи. Досліджуючи новий продукт, доводиться щоразу шукати кращі умови одержання індивідуальної речовини.

Природні чи синтетичні? І природні, і синтетичні! Перші синтези органічних сполук дали підстави О.М. Бутлерову наголосити на можливості добування синтезом будь-якої органічної речовини. Реалії сьогодення перевершили найоптимістичніші прогнози. Чи не для кожної природної органічної речовини існують синтетичні аналоги, наприклад: жири, білки, вуглеводи, вітаміни, гормони тощо.

Синтетичне волокно капрон за своєю хімічною природою подібне до шерсті й шовку. Синтетичні каучуки й гума – аналоги природного каучуку (рис. 40.3), утім, за низкою споживчих властивостей перевершують його.

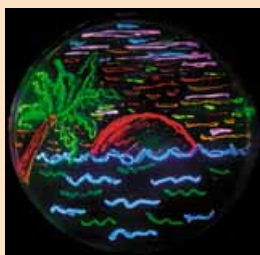


Рис. 40.3. Вироби з матеріалів на основі природних і синтетичних органічних речовин

Синтетичні лікарські препарати виявляють швидший і потужніший терапевтичний ефект порівняно з природними прототипами.

Розвиток *біотехнології* створив умови для добування життєво важливих органічних речовин з вуглеводневої сировини. Приміром, кормові білки за допомогою дріжджів можна синтезувати з вуглеводнів нафти. На уроках біології ви докладніше дізнаєтеся про застосування методів *генної інженерії* для синтезу біологічно активних сполук білкової природи – інсуліну, інтерферону. Синтетична органічна хімія, на здобутках якої ґрунтуються дослідження *хімії живого*, стає мистецтвом в усіх значеннях цього слова.

Цікаво і пізнавально



Пейзаж із заходом сонця в Сан-Дієго «написали» колонії бактерій, висаджені в поживне середовище в чашці Петрі (рис. 40.4). У різних колоніях синтезуються флуоресцентні білки різного кольору, одержані на основі зеленого флуоресцентного білка медузи *Aequorea*. Художник – Натан Шейнер, співробітник лабораторії Роджера Цяня, фотограф – Піл Штейнбах.

Рис. 40.4

Використання продуктів синтетичної органічної хімії пов'язане з неабиякими ризиками. Про деякі з них уже йшлося в попередніх параграфах. Приміром, розвиток злочинної підпільної індустрії синтетичних наркотичних речовин сприяє стрімкому поширенню наркоманії, особливо поміж молоді. Тепер важко спрогнозувати й неупереджено оцінити найближчі й віддалені наслідки збагачення раціону людини й сільськогосподарських тварин найрізноманітнішими синтетичними харчовими добавками.

Проблема негативного впливу на довкілля промислових і побутових відходів, які містять синтетичні органічні сполуки, залишається чи не найактуальнішою. Про особливо небезпечні *стійкі органічні забруднювачі* та захист довкілля від них буде в наступному параграфі.

Чи безпечні природні органічні речовини? Міркуйте самі: сьомий том багатотомного видання «Шкідливі хімічні речовини» має назву «Природні органічні сполуки». Не вдаючись до подробиць, зауважимо, що найсильніші природні отрути мають органічне походження. Водночас вони є об'єктом пильної уваги фахівців і фахівчинь у галузі органічної хімії, адже шляхом органічного синтезу отруйні сполуки можна перетворити на дотепер невідомі лікувальні засоби.

Дотримання правил безпечного поводження з продуктами органічної хімії – природного чи синтетичного походження – умова збереження здоров'я кожної людини. Почніть з азів – візьміть за правило уважно вивчати зміст етикеток споживчих товарів та інструкцій з їхнього використання. Неухильно виконуйте правила користування побутовими хімікатами і горючими газами!

Ви легко зможете продовжити цей перелік порад, адже багато про що дізналися на уроках з основ здоров'я.

Цікаво і пізнавально

На думку українського академіка В.П. Кухара, уже найближчими роками хімічне виробництво органічних матеріалів ґрунтуватиметься на трьох сировинних базах: вуглеводнях, вуглеводах і продуктах метаболізму рослин. Вуглеводні з нафти, газу і синтез-газ залишатимуться основною сировиною для виробництва органічних хімікатів, розчинників і полімерних матеріалів. Водночас стрімко зростатиме обсяг органічних хімікатів, вироблених ферментативною технологією з біомаси в поєднанні з додатковими каталітичними і синтетичними процесами. Рослини використовуватимуть як джерело екологічно безпечних пестицидів і барвників, лікарських засобів тощо. Поява на ринку значного обсягу доступних хімікатів з біомаси буде важливим стимулом для розширення сфери їхнього застосування та створення нових проміжних і кінцевих продуктів.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Органічні сполуки класифікують на природні й синтетичні.
- Органічний синтез – розділ хімії, що вивчає різні способи, методи, засоби визначення, апаратуру тощо для одержання органічних сполук і матеріалів, а також сам процес їхнього одержання в лабораторних умовах чи промисловості.
- Використання органічного синтезу сприяє зменшенню витрат цінної харчової сировини для технічних потреб.
- Природні органічні сполуки та реакції за їхньою участю – основа життєво важливих процесів.
- Потрібно неухильно дотримуватися правил безпечного поводження з продуктами органічної хімії природного чи синтетичного походження.

**Перевірте себе**

1. Як класифікують органічні сполуки? 2. Що таке органічний синтез? Яке значення його та природних органічних сполук? 3. Для чого потрібно знати властивості природних органічних речовин? 4. Чому важливо дотримуватися правил безпечного поводження з продуктами органічної хімії?

**Застосуйте свої знання й уміння**

5. Класифікуйте органічні речовини на природні й синтетичні: пропан, поліетилен, сахароза, целюлоза, гума, гемоглобін.

6. Опишіть, як потрібно використовувати синтетичні мийні засоби, щоб не завдати шкоди здоров'ю та довкіллю.

7. Доведіть необхідність уважного ознайомлення з маркуванням споживчих товарів та інструкціями до них.

8. Дізнайтеся, що означають літери PE, PS, PP на денцях одноразового пластикового посуду та як правильно використовувати його.

9. Кожний номер журналу «Природні органічні сполуки та їхні синтетичні аналоги» містить близько 250 рефератів, анотацій та бібліографічних описів. Поясніть, про що це свідчить.

10. Проблематикою вітчизняного періодичного видання «Журнал органічної та фармацевтичної хімії» є, зокрема, синтез аналогів природних сполук. Обґрунтуйте актуальність цього напрямку наукових досліджень.



Творча майстерня

11. Нобелівську премію в галузі хімії присуджують щорічно. Дізнайтеся, використовуючи різноманітні джерела інформації, за яке відкриття вона була присвоєна цього року.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=tPyOWMV5Eq0>

<https://www.youtube.com/watch?v=mZ7kbJkLwoQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=6ILGCzSpbeM>

<https://www.youtube.com/watch?v=kFe1V2n8C68>

<http://www.barva.com.ua/ua/>

<http://ioch.kiev.ua/uk/institut-2/naukovi-pidrozdili/doslidne-virobnictvo>



Практична робота 5

ВИЯВЛЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Під час виконання роботи ви застосуєте набуті знання про властивості органічних сполук та якісні реакції, за допомогою яких їх визначають, вдосконалисте вміння складати план експерименту й проводити його, робити висновки, розв'язувати експериментальні задачі.

Увага! Для ліпшого спостереження використовуйте чорно-білий екран. Якщо досліди виконуєте у пробірках, беріть по 5 крапель розчинів реагентів. Якщо дослід виконуєте в заглибинах пластини, то досить узяти по 2–3 краплі розчинів речовин, які реагують.

Будьте особливо обережні під час роботи з їдкими й отруйними речовинами та скляним хімічним посудом!

Пригадайте й неухильно виконуйте

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ І РЕАКТИВАМИ



Вам видано штатив з пробірками або пластину для крапельного аналізу, скляні палички, піпетки, товкачик, паперові серветки, чорно-білий екран.

Реактиви, потрібні для роботи, доберіть самостійно з-поміж тих, які вам видасть учитель.

Завдання. Виконайте досліди за порадою вчителя або вчительки. Опишіть і поясніть спостереження, складіть (там, де це можливо) рівняння реакцій.

1. Доведіть експериментально, що:

а) у білому хлібі, картоплі, макаронних виробах, нестиглому яблуці тощо є крохмаль;

б) столовий оцет містить оцтову кислоту;

в) у соняшниковому насінні, ядрі волоського горіха, шоколаді є жири;

г) у виноградному соку та соку стиглого яблука є глюкоза.

2. Перевірте, чи є крохмаль у виданих вам зразках харчових продуктів – меді, йогурті, сметані, вареній ковбасі тощо.

3. Розрізніть хімічним шляхом: а) шматочки картоплі і топінамбура (він не містить крохмалю); б) розчини крохмального клейстеру й гліцеролу; в) порошки крохмалю та крейди.

** Чи можна розрізнити розчини крохмального клейстеру та гліцеролу без використання хімічних реактивів? Яке обладнання для цього знадобиться?*

§ 41. Захист довкілля від стійких органічних забруднювачів

Після опрацювання параграфа ви зможете висловлювати судження щодо захисту довкілля від стійких органічних забруднювачів.

Стійкі органічні забруднювачі (СОЗ) – це отруйні хімічні речовини, що негативно впливають на здоров'я людей і довкілля. Вони поширюються повітрям і водою, тож можуть впливати на людей і живу природу на значній відстані від того місця, де їх використовували і звідки вони потрапили в навколишнє середовище. Стійкі органічні забруднювачі довго не розкладаються і можуть накопичуватися та передаватися харчовим ланцюгом.

Навіть за припинення виробництва СОЗ у країні її жителі можуть зазнавати впливу цих речовин, оскільки в атмосфері трапляються ненавмисно вироблені СОЗ або вони перенесені вітром чи водою з іншої місцевості. Ситуація по країнах різниться: у той час як більшість розвинутих країн строго контролюють СОЗ, багато які лише почали обмежувати їхнє виробництво, використання й викидання в довкілля.

Стійкі органічні забруднювачі широко використовували під час підйому промисловості після Другої світової війни, коли з комерційною метою почали виробляти тисячі видів синтетичних хімічних речовин. Деякі з них виявилися ефективними в боротьбі зі шкідниками та хворобами, у рослинництві та промисловості. Однак їхній вплив на здоров'я людей і навколишнє середовище виявився несприятливим. Дуже небезпечними СОЗ є ПХБ (поліхлоробіфеніли), що використовували, зокрема, в електричних трансформаторах і великих конденсаторах як гідралічні рідини, теплоносії, добавки до барвників і мастил тощо. ДДТ (дихлоридифенілтрихлоретан, або дуст) – один з найбільш відомих пестицидів, які коли-небудь виробляли. За оцінками фахівців з 1940 р. в усьому світі



Рис. 41.1. Дезинфікування будинків розчином ДДТ у Південній Африці

вироблено й використано понад 1,8 млрд тонн цього недорогого й ефективного засобу (рис. 41.1). Його дотепер використовують у деяких країнах для боротьби з комарами – переносниками малярії.

Діоксини виділяються під час низки виробничих процесів і згорянні комунально-побутових і медичних відходів. Вони досить стабільні й починають розкладатися лише за температури близько 700 °С, у природі руйнуються протягом багатьох років.

Як виявилось пізніше, речовини, що входили до складу цієї суміші, спричиняли мутації та необоротні зміни в організмі людей, які контактували з хімікатами. 2012 р. вперше після закінчення війни у В'єтнамі в 1975 р. США почали реалізовувати проект допомоги в ліквідації наслідків дії токсичного хімікату Agent Orange.

Цікаво і пізнавально



«Агент Оранж» (англ. *Agent Orange*) – назва суміші синтетично синтезованих дефоліантів та гербіцидів¹. Широко використовувалась американськими військами під час війни у В'єтнамі для опадання листя у непролазних джунглях цієї країни (рис. 41.2).

Рис. 41.2. Розпилювання гербіцидів американським військовим гелікоптером під час війни у В'єтнамі

Для розв'язання проблеми стійких органічних забруднювачів у травні 2001 р. в Стокгольмі підписано Стокгольмську конвенцію про СОЗ. Це договір про скорочення або припинення виробництва, використання та викидання в атмосферу дванадцятиох основних стійких органічних забруднювачів. До того ж конвенція визначила метод наукового аналізу, що дав змогу віднести інші СОЗ до небезпечних речовин.

Головною причиною появи Стокгольмської конвенції було виявлення стійких органічних забруднювачів у практично незайманих людиною арктичних областях – за тисячі кілометрів від будь-яких джерел забруднень. Відстежити переміщення СОЗ у навколишньому середовищі склад-

¹Гербіциди – хімічні препарати (або їхні композиції), які використовують для боротьби з небажаною рослинністю. Дефоліанти (від лат. *de-* – від, повернення та *folium* – листок) – хімічні сполуки, які спричиняють опадання листя з рослин. На відміну від гербіцидів дефоліанти не знищують рослину, а пригнічують її через утрату листків, у яких відбувається фотосинтез.

но, оскільки вони можуть існувати в різних формах і переходити з одного компонента довкілля в інший. Так, деякі стійкі органічні забруднювачі переміщуються на значні відстані, коли випаровуються з поверхні води або ґрунту, поглинаються частинками пилу. Потім вони повертаються на земну поверхню з пилом, снігом, дощем або туманом. Стійкі органічні забруднювачі можуть переноситися навіть тваринами, які мігрують.

Вплив СОЗ на людей і живу природу вкрай небезпечний. Він зумовлює скорочення популяцій, поширення захворювань і аномалій у багатьох видів тварин. Стійкі органічні забруднювачі небезпечні для репродуктивної, нервової, ендокринної та імунної систем людини, її розвитку та поведінки.

Особливу небезпеку стійкі органічні забруднювачі становлять для народів, до чийого раціону харчування входить велика кількість риби, молюсків або диких рослин і тварин з високим вмістом жирової тканини. Адже СОЗ передаються ланцюгом живлення внаслідок накопичення в жировій тканині живих організмів і підвищення концентрації в кожній новій ланці. Це означає, що навіть невеликий обсяг викидів стійких органічних забруднювачів може мати прикрі наслідки.

Десятиліття наукових досліджень стійких органічних забруднювачів суттєво підвищили поінформованість про їхній негативний вплив на людей і живу природу. Подальше вивчення СОЗ дасть змогу більше розповісти про загрози, пов'язані з ними, та вберегтися від них.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Різні СОЗ мають різний ступінь небезпечності.
- Усі СОЗ високотоксичні, стійкі до розкладання й не втрачають токсичності протягом десятиліть, здатні мігрувати в довкіллі на великі відстані, передаються через їжу як дорослим, так і дітям.
- У кінці ланцюга живлення концентрація СОЗ у багато тисяч разів перевищує фоновий рівень і вражає людей майже так, як хімічна зброя.



Перевірте себе

1. Що таке стійкі органічні забруднювачі? Чим вони небезпечні? 2. Які заходи захисту довкілля від впливу стійких органічних забруднювачів?



Застосуйте свої знання й уміння

3. Складіть інструкцію з безпечного використання отрутохімікатів у побуті.
4. Дізнайтеся з додаткових джерел інформації, чи є нагальною для України, зокрема для місцевості, де ви мешкаєте, проблема стійких органічних забруднювачів. Розробіть з однодумцями план привертання громадської уваги та місцевої влади до розв'язання цієї проблеми та втілюйте його в життя.



Творча майстерня

5. Складіть сенкан «Стійкі органічні забруднювачі» або нарисуйте агітаційний плакат, який пояснює небезпеку СОЗ і закликає захищати довкілля від їхнього впливу.

**Дізнайтеся більше**

http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/995_a07
<https://www.youtube.com/watch?v=dZGQxBwSiZA>
<http://vidpovidalni.org/2016/04/04/vidpovidalnist-vyklyk-vid-vego-mama-86/>
https://www.youtube.com/watch?v=Fp2Sd_dbhhM
<https://www.youtube.com/watch?v=-OjtH2DOvsk>
<http://ntn.ua/uk/video/news/2012/07/05/7449>
<https://www.youtube.com/watch?v=1y5uB00zHrl>



Завдання-оповідання до теми «Початкові поняття про органічні сполуки»

Уважно прочитайте й проаналізуйте уривки навчальних і науково-популярних текстів. Визначте, про які органічні речовини та реакції за їхньою участю йдеться. Запишіть рівняння цих реакцій. Класифікуйте реакції за різними ознаками. Запишіть результати класифікування та відповіді на запитання до таблиці за зразком:

№ уривка	Рівняння реакцій, відповіді на запитання	Типи реакцій



1. «Гори все синім полум'ям. Та хай все пропадом» – так кажуть, коли втратили останню надію влаштувати якусь справу й вирішили повністю відмовитися від неї. У всіх областях України поширені перекази про блукаючі болотяні вогники – душі мертвонароджених або померлих дітей, які просять у зустрічних похрещення. Насправді ж синім полум'ям горить газ, який утворюється внаслідок гниття органічних решток без доступу кисню. Зазвичай це явище спостерігали на болотах (недарма цей газ називають болотяним). Удень розгледіти його полум'я майже неможливо, а от уночі вогонь синюватого відтінку добре помітний.

- ▶ Яка хімічна назва і формула цього газу? Яка його відносна густина за воднем? Киснем?
- ▶ Які продукти повного окиснення цього газу? Відповідь підтвердьте хімічним рівнянням.
- ▶ Які речовини подібні до нього за хімічним складом?
- ▶ Які природні джерела цього газу, окрім зазначених в уривку?
- ▶ Де застосовують цей газ?



2. На двоє сотворено богом вино: Розумним на радість, на згубу дурному... Іван Франко.

- ▶ Яка речовина у складі алкогольних напоїв зумовлює описану в поетичних рядках дію цих трунків? Яка її хімічна формула? Відносна молекулярна маса? Фізичні властивості?
- ▶ Які продукти повного окиснення цієї речовини? Відповідь підтвердьте хімічним рівнянням.
- ▶ Які медичні та соціальні проблеми пов'язані зі зловживанням алкогольними напоями?

- Унаслідок спиртового бродіння якого складника виноградного соку утворюється етанол? Яка хімічна формула цього складника, які його фізичні й хімічні властивості, фізіологічна дія?



3. Із цього сала, обробивши його содою чи вапном, треба було виділити одну з його складових частин – гліцерин. І в першому, і в другому випадках колоністи дістали б мило й необхідний Сайресові Сміту вже згаданий гліцерин. Як нам відомо, вапна їм не бракувало, але обробка жиру вапном могла б дати лише нерозчинне, а отже, непотрібне колоністам мило, у той час як обробка содою дала б розчинне мило, що знадобилося б у побуті. Як людина практична, Сайрес Сміт мав спочатку знайти спосіб, як добути соду. Чи складно це? Ні, бо на морському узбережжі було вдосталь необхідних водоростей: плакун-трави, фукоїдів, морського моху тощо. Колоністи назбирали купи отих водоростей, висушили їх і спалили у відкритих ямах. Згорання тривало кілька днів і підтримувалося за такої високої температури, що зола розплавилася, унаслідок чого утворилася суцільна сірувата маса, яку віддавна називають природною содою. Одержавши

її, інженер піддав сало обробці содою і дістав, по-перше, розчинне мило, а по-друге, – таку нейтральну речовину, як гліцерин. *Жуль Верн. «Таємничий острів».*

Опишіть хімічний склад та фізичні властивості речовин, назви яких зазначено в уривку.



4. Фокусник і фокусниця готувалися до вистави. З одного аркуша паперу вони вирізали літери, які помістили на великий аркуш фільтрувального паперу так, щоб утворився напис «Чудеса? Ні – хімія!». Потім з пульверизатора обприскали фільтрувальний папір і вирізані літери на ньому рідким крохмальним клейстером. Прибрали паперові букви і дали крохмальному клейстеру висохти. Напису на аркуші не було видно. Під час вистави вони з пульверизатора розпорошили змішану з водою аптечну йодну настойку на підготовлений аркуш фільтрувального паперу.

- Докладно опишіть, що побачили здивовані глядачі, і поясніть секрет фокуса.
 ► Опишіть приготування крохмального клейстеру.
 ► Рідкий крохмальний клейстер – це істинний чи колоїдний розчин? Поясніть, як це можна перевірити.



5. Пам'ятні банкноти на честь 160-річчя Івана Франка введено до обігу з 1 вересня 2016 р. Папір для них вироблено з добавлянням українського льону, що дало змогу зменшити витрати на виготовлення банкноти та додати їй міцності.

► Яка речовина в складі лляного волокна надає йому міцності?

- Яка її хімічна формула і властивості?
 ► Чим вона відрізняється від крохмалю за складом і властивостями?
 ► Як ваша родина використовує цю речовину?



Тестовий контроль знань з теми «Початкові поняття про органічні сполуки»

1. Установіть відповідність між назвами речовин і моделями їхніх молекул.

Назва речовини

Модель молекули

1 Метан

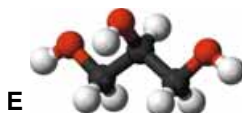
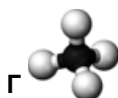
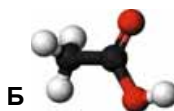
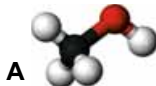
2 Етен

3 Етин

4 Етанол

5 Гліцерол

6 Етанова кислота



2. Однакова молекулярна формула в

А глюкози й сахарози

В глюкози й целюлози

Б крохмалю й целюлози

Г сахарози й крохмалю

3. Установіть відповідність між назвами і хімічними формулами гомологів метану.

Назва речовини

Хімічна формула

1 Етан

А C_5H_{12}

2 Пентан

Б C_6H_{14}

3 Гексан

В C_2H_6

4 Пропан

Г C_4H_{10}

Д C_3H_8

4. Назви речовин, які необмежено розчиняються у воді, записано в рядку

А глюкоза, сахароза, крохмаль

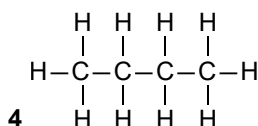
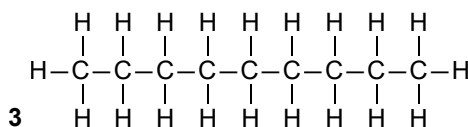
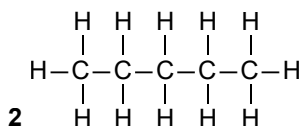
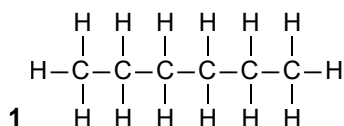
Б етанол, гліцерол, етанова кислота

В етанова кислота, целюлоза, метан

Г глюкоза, сахароза, гліцерол

5. Установіть відповідність між структурними формулами та назвами гомологів метану.

Структурна формула



Назва

А Бутан

Б Гексан

В Пентан

Г Нонан

Д Октан

6. Назви біополімерів записано в рядку

А білок, крохмаль, целюлоза

Б мило, крохмаль, жир

В білок, целюлоза, поліетилен

Г мило, жир, поліетилен

7. Продуктами повного окиснення вуглеводнів є

А вуглець і вода

В карбон(IV) оксид і водень

Б карбон(IV) оксид і вода

Г вуглець і водень

8. Щоб довести, що в картоплі є крохмаль, потрібно використати

А свіжодобутий купрум(II) гідроксид

Б водний розчин ферум(III) хлориду

В водно-спиртовий розчин йоду

Г універсальний індикаторний папірець

9. Щоб розрізнити водні розчини етанолу й етанової кислоти, потрібно використати

А кристалічний натрій карбонат

Б водний розчин купрум(II) сульфату

В водно-спиртовий розчин йоду

Г кристалічний натрій хлорид

10. Етанова кислота є

А слабкою, нелеткою, одноосновною

Б сильною, нелеткою, триосновною

В слабкою, леткою, одноосновною

Г сильною, леткою, триосновною

11. 3 магнієм кількістю речовини 1 моль повністю прореагує етанова кислота

кількістю речовини (моль)

А 0,5 Б 1 В 1,5 Г 2

12. Унаслідок реакції натрій карбонату кількістю речовини 2 моль з етановою кислотою, узятою в надлишку, утворився карбон(IV) оксид кількістю речовини (моль)

А 0,5 Б 1 В 1,5 Г 2

13. Унаслідок повного окиснення етану об'ємом 6 л утворився карбон(IV) оксид об'ємом (л, об'єми газів виміряно за однакових умов)

А 3 Б 6 В 12 Г 18

14. На повне окиснення пропану об'ємом 4 л витрачено кисень об'ємом (л, об'єми газів виміряно за однакових умов)

А 5 Б 10 В 15 Г 20

15. Проаналізуйте твердження.

I. Мила – солі, утворені аніонами залишків вищих карбонових кислот і катіонами лужних елементів – Натрію, Калію.

II. Насичені жири – рідкі.

Чи є поміж них правильні?

А правильне лише I В обидва правильні
Б правильне лише II Г правильних немає

16. Проаналізуйте твердження.

I. Глюкоза і фруктоза – дисахариди.

II. Крохмаль і целюлоза – полісахариди.

Чи є поміж них правильні?

А правильне лише I В обидва правильні
Б правильне лише II Г правильних немає

17. Проаналізуйте твердження.

I. Молекули крохмалю мають як лінійну, так і розгалужену структуру.

II. Крохмаль – кінцевий продукт фотосинтезу.

Чи є поміж них правильні?

А правильне лише I В обидва правильні
Б правильне лише II Г правильних немає

18. Проаналізуйте твердження.

I. Молекули целюлози побудовані з тих самих мономерних ланок, що й крохмаль.

II. Молекули целюлози мають лінійну структуру.

Чи є поміж них правильні?

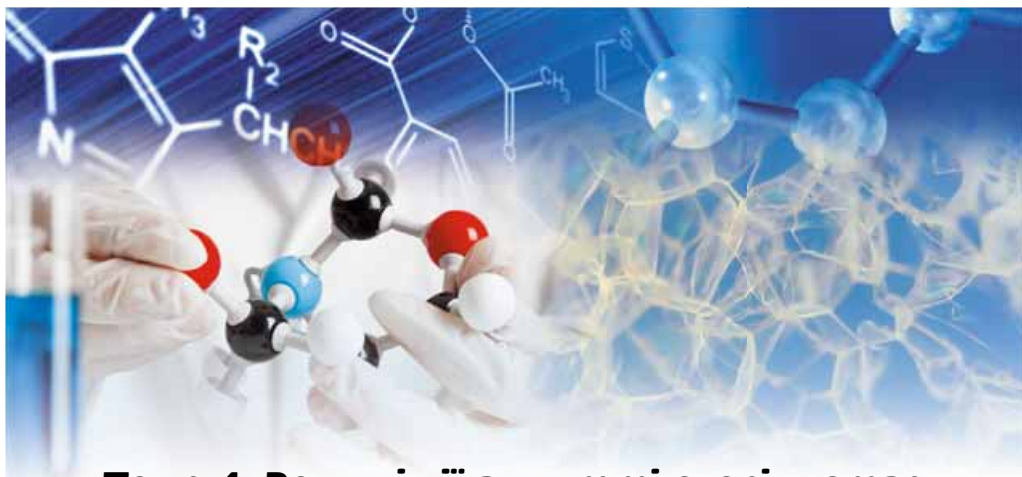
А правильне лише I В обидва правильні
Б правильне лише II Г правильних немає

19. Розташуйте назви речовин за збільшенням їхніх температур кипіння.

А етанол Б пропан В гліцерол Г пентан

20. Розташуйте назви речовин за збільшенням довжини їхніх молекул.

А крохмаль Б пропан В стеаринова кислота Г целюлоза



Тема 4. Роль хімії в житті суспільства

§ 42. Багатоманітність речовин та хімічних реакцій. Взаємозв'язки між речовинами та їхні взаємоперетворення. Значення хімічної науки для забезпечення сталого розвитку людства

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- наводити приклади взаємозв'язків між речовинами;
- обґрунтовувати роль хімії у пізнанні хімічних процесів.

Будова речовин перестала бути для вас тер-ра інкогніта¹. Адже ви достеменно знаєте, що атоми, молекули, йони – «цеглинки», з яких побудовані речовини. Також ви неодноразово пересвідчувалися, що властивості речовин залежать від їхнього складу та будови. Наприклад, у кисню й озону однаковий якісний, але різний кількісний склад, тому властивості цих речовин різні. Так само відрізняються властивості води та гідроген пероксиду (рис. 42.1).

У залежності властивостей речовин від складу та будови їхніх молекул ви остаточно переконалися під час вивчення органічних речовин (*підтвердьте це прикладами*). Ви також дізналися, що природа частинок у вузлах кристалічних ґраток та сили взаємодії між частинками визначають тип ґраток: йонні, атомні, молекулярні (*наведіть приклади речовин з різними типами кристалічних ґраток, порівняйте їхні властивості*).

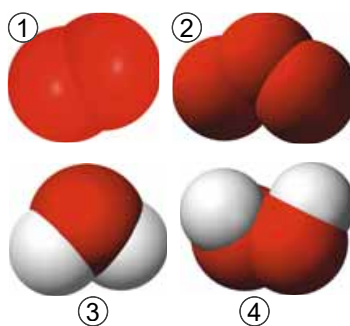


Рис. 42.1. Моделі молекул кисню (1), озону (2), води (3) і гідроген пероксиду (4)

¹Від лат *Terra incognita* – невідома, незвідана земля. У переносному значенні: невідомі, недосліджені речі, щось невідоме, неопрацьована галузь знання.

Багатоманітність речовин і хімічних реакцій – наслідок різного комбінування та перекомбінування атомів та йонів понад 100 хімічних елементів. Без розуміння змісту двох найважливіших понять хімії – *речовина* і *хімічна реакція* – неможливо повною мірою осягнути значення хімічних процесів у природі. Адже природні й синтетичні органічні та неорганічні речовини – будівельний матеріал, з якого створено навколишній дивосвіт у його величі й мінливому розмаїтті. Щосекунди і навіть за менші проміжки часу відбувається безліч *хімічних реакцій*, унаслідок яких *одні речовини перетворюються на інші*.

Взаємозв'язки між речовинами та їхні взаємоперетворення. Яскравим прикладом цього є колообіг біогенних елементів у природі. Органічні речовини можуть взаємодіяти з неорганічними. Їх можна синтезувати з неорганічних і перетворювати на них.

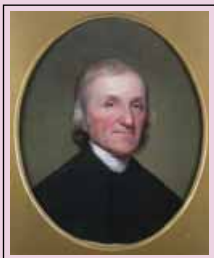
Надзвичайно важливі процеси, які істотно впливають на властивості навколишнього світу й способи і форми співіснування живого та неживого на планеті Земля, – це *горіння, дихання, фотосинтез*. Пригадайте, про них ішлося на уроках природознавства, фізики, хімії, біології, географії тощо. З їхнім перебігом тісно пов'язані біогеохімічні процеси, характерні для біосфери й зумовлені діяльністю організмів.

«Велика французька революція в хімії» – саме так характеризують науковці утвердження в хімії *кисневої теорії горіння* А.Л. Лавуазьє (рис. 26.1). Вона відкрила шлях до правильного розуміння всіх окиснювальних процесів за участю кисню – горіння, дихання, гниття.

Ж.Б. Дюма, відзначаючи заслуги Дж. Прістлі (рис. 42.2) як першовідкривача кисню, зауважував, що завдяки цим процесам і змінюється поверхня земної кулі.



Рис. 42.2. 1. Дюма Жан Батист (1800–1884). Видатний французький хімік, член-кореспондент Петербурзької АН. Запропонував методи визначення густини пари речовин, які розкладаються, та Нітрогену в органічних сполуках. Створив теорію типів (1840), згідно з якою усі речовини побудовані подібно до деяких неорганічних сполук (типів). Вивчав дію хлору на органічні речовини



2. Прістлі Джозеф (1733–1804). Англійський хімік, філософ, член Лондонського королівського товариства. Його праці стосуються хімії газів. Відкрив кисень («дефлогістоване повітря») під час нагрівання оксидів Меркурію(II) або Плюмбуму(II). Проводив експерименти з повітрям, забрудненим різними газами. Показав, що «повітря, зіпсоване горінням або диханням», стає придатним для дихання під дією зелених частин рослин, що внаслідок цього утворюється кисень

Киснева теорія стала сполучним містком між живою й неживою природою. І дотепер, за образним висловом Лавуазьє, «...бродіння, гниття й горіння постійно повертають атмосфері й мінеральному царству ті елементи, які рослини й тварини з нього запозичили».

Одна з характерних рис усього живого – постійна потреба в енергії. Організми одержують енергію за допомогою *дихання* – низки процесів, у ході яких органічні речовини складної будови окиснюються з утворенням вуглекислого газу й води.

Ви вже знаєте, що окиснення й відновлення – дві сторони єдиного окисно-відновного процесу. У масштабах планети Земля окиснення внаслідок *горіння* та *дихання* «зрівноважується» відновленням під час *фотосинтезу*. «Дрова горять, тварини горять, людина горить, а тим часом не згорає. Спляють ліси, а рослинність не знищується; зникають покоління, а людство живе. Якби все тільки горіло, то на поверхні Землі давно не було б ні рослин, ні тварин, лишилися б тільки вуглекислота та вода. Тепер лише ми спроможні цілком оцінити значення процесів, що відбуваються у хлорофіловій зернині під впливом світла» – так оцінив значення фотосинтезу К.А. Тимірязев (рис. 42.3).

Рис. 42.3. Тимірязев Климент Аркадійович (1843–1920). Російський природодослідник, член-кореспондент Петербурзької АН (з 1890), основоположник школи фізіологів рослин. Основна наукова заслуга полягає в експериментальному й теоретичному розробленні проблеми фотосинтезу рослин



Взаємозв'язок між неорганічними та органічними речовинами виявляється також у тому, що в результаті їхніх взаємоперетворень у довкілля потрапляють шкідливі речовини, відбувається його теплове забруднення.

Роль хімії в забезпеченні сталого розвитку людства. Стосунки людини та природи – це стосунки частини й цілого. Вони мають складний характер і потребують ретельного й повного вивчення. Людство як частина природи може існувати лише в постійній взаємодії з нею і, як наслідок, одержувати все необхідне для життя.

Наразі вплив діяльності людини на біосферу набув глобальних масштабів. Унаслідок цього істотно змінюється колообіг хімічних елементів і речовин. Створення синтетичних матеріалів, синтез штучних радіонуклідів зумовили появу нових токсичних джерел забруднення довкілля, що, зрештою, створює неабияку загрозу для існування життя на Землі.

Успіхи людства у споживанні природних ресурсів залежать від пізнання законів природи й умілого їхнього використання. З огляду на це безцінного значення набуває науковий доробок видатного українського науковця В.І. Вернадського (рис. 42.4). Його геніальні ідеї щодо геологічної вічності життя, планетарної ролі людини й людства залишаються актуальними донині. Вони спонукають усіх нас перейнятися проблемою місця й ролі людини в природі та суспільстві, замислитися над одвічним питанням: хто ми є й чого хочемо досягнути для себе й своїх нащадків.

Поміркуйте над цим і ви, адже перехід до старшої школи передбачає і вибір професії, і життєвої стежини. Чи пов'яжете своє життя з хімією або

іншими природничими науками – вирішувати вам. Не виключено, що вивчення матеріалу наступного параграфа допоможе вам досягнути неперерічну роль хімії в житті суспільства та зробити правильний вибір.

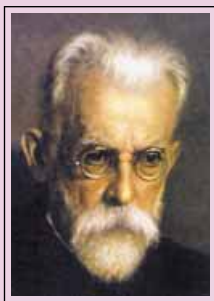


Рис. 42.4. Вернадський Володимир Іванович (1863–1945). Видатний український природодослідник, мислитель і суспільний діяч. Основоположник комплексу сучасних наук про Землю. Творець багатьох наукових шкіл. Перший президент АН України. Ідеї Вернадського відіграли значну роль у становленні сучасної наукової картини світу. Розробив цілісне вчення про біосферу, живу речовину й еволюцію біосфери в ноосферу, у якій людський розум і діяльність, наукова думка стають визначальними чинниками розвитку, потужною силою, зрівняною за своїм впливом на природу з геологічними процесами. Учення Вернадського про стосунки природи й суспільства вплинуло на формування сучасної екологічної свідомості

ПРО ГОЛОВНЕ

- Атоми, молекули, йони – «цеглинки», з яких побудовані речовини.
- Властивості речовин залежать від їхнього складу та будови.
- Багатоманітність речовин і хімічних реакцій – наслідок різного комбінування та перекомбінування атомів та йонів.
- Успіхи людства у споживанні природних ресурсів залежать від пізнання законів природи й умілого їхнього використання.



Перевірте себе

1. З яких частинок побудовані речовини? 2. Від чого залежать властивості речовин? 3. Чим зумовлена багатоманітність речовин і хімічних реакцій? 4. Який зв'язок між хімією та екологією?



Застосуйте свої знання й уміння

5. Схарактеризуйте хімічну суть і значення процесів горіння, дихання, фотосинтезу.
6. Оцініть вплив хімічних сполук на довкілля, наведіть конкретні приклади такого впливу.
7. Наведіть приклади соціально відповідальної поведінки пересічної людини, небайдужої до проблем довкілля.



Творча майстерня

8. Скористайтесь різноманітними джерелами інформації й підготуйте презентацію «Хімія та екологія».



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=zTjff3m5LEA>
<https://www.youtube.com/watch?v=AXW3OaWkHoo>
<https://www.youtube.com/watch?v=R5cBDttijKg&spfreload=10>
<https://www.youtube.com/watch?v=05AYIk-G97Mh>
<https://www.youtube.com/watch?v=d70iDxBtnas>
https://www.youtube.com/watch?v=SlvV1_8c_k
<https://www.youtube.com/watch?v=pEy246nouhg>

<https://www.youtube.com/watch?v=w8D6YvOMIng>
<https://www.youtube.com/watch?v=As1FRhHK6Ms>
<https://www.youtube.com/watch?v=NkNwzWXhD84>
<https://www.youtube.com/watch?v=cBlnSkHzla4>

§ 43. Місце хімії серед наук про природу, її значення для розуміння наукової картини світу

Після опрацювання параграфу ви зможете оцінити роль хімічних знань у пізнанні природи та їхнє значення як складової загальної культури людини.

Місце хімії серед наук про природу зумовлене предметом її вивчення й тісними зв'язками з іншими науками. Під час опанування в основній школі азів цієї дивовижної науки ви неодноразово пересвідчувалися: **хімія вивчає склад, властивості й перетворення речовин, а також явища**, які супроводжують ці перетворення.

Ви вже маєте елементарні уявлення про будову атома, типи хімічних зв'язків, окисно-відновні реакції, тому усвідомлюєте обґрунтованість визначення: хімія – наука про перетворення речовин, зумовлені зміною електронного оточення атомних ядер.

Як пов'язана хімія з іншими науками? Хімія забезпечує їх речовинами, матеріалами та сучасними технологіями і водночас використовує здобутки математики, фізики, біології, екології для власного подальшого розвитку. Тож хімія є центральною, фундаментальною наукою (рис. 43.1).

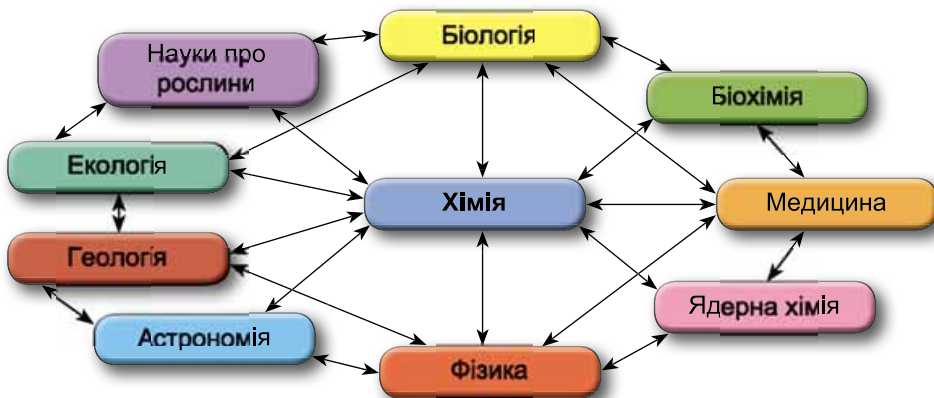


Рис. 43.1. Місце хімії серед наук про природу

На рисунку 43.1 наведено приклади зв'язків між природничими науками (*пояснить, якими ще зв'язками доцільно було б доповнити її*). Проте жодну природничу науку – фізику, хімію, біологію, геологію тощо – наразі не можна назвати лідером. Система наукових знань про природу й система методів кожної з наук перебувають у процесі безперервного взаємозбагачення. Особливо яскраво це виявляється в наш час.

Дедалі більше стираються межі між хімією й іншими *природничими* науками. На межі досліджень фізичних і хімічних явищ виникли *фізична хімія* та *хімічна фізика*. *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 у клітині й в організмі. *Геохімія* – наука про поширеність і міграцію хімічних елементів на Землі.

Межі між хімією й суміжними науками ніколи не були чіткими, адже природа, яку вони вивчають, єдина у своєму розмаїтті. Тому не дивина, що часом Нобелівські премії з хімії одержували фізики, а хіміки здобували цю почесну нагороду за дослідження в галузі молекулярної біології.

Чи тільки з природничими й точними науками пов'язана хімія? Яке її значення в пізнанні природи й формуванні наукової картини світу?

Роль хімічних знань у пізнанні природи важко переоцінити. Сучасна хімія представлена безліччю різних напрямів розвитку знань про природу, речовини й способи їх перетворення. Однак вона не є простою сумою знань про речовини, накопиченою завдяки копіткій праці багатьох поколінь науковців-хіміків. Сучасна хімія – *високовпорядкована система знань*, що стрімко й цілеспрямовано розвивається у взаємодії із системами знань інших наук.

Ідеї, методи, специфічні знання хімії мають непересічне значення у становленні фундаментальних знань про мікроструктурні частинки речовини – *атоми, молекули, йони* тощо та їхні функції. З'ясовано *закономірності перебігу численних хімічних реакцій* – від найпростіших до найскладніших, пов'язаних з процесами в живих організмах. Визначення *структури й функцій* макромолекул біологічно активних речовин і систем *біосинтезу* ґрунтується на хімічному *аналізі та синтезі*.

Під час спостереження дослідів, виконуваних учителем або вчителькою, і самостійного проведення хімічних перетворень ви пересвідчилися: *хімічний експеримент* – ефективний метод одержання знань, засіб перетворення їх у переконання, невичерпне джерело розвитку наукового світогляду. *Моделювання* хімічних структур і процесів – важливий спосіб пізнання природи. Комп'ютерні технології істотно розширили можливості його використання в хімії.

Вагомий внесок зробили хіміки в розвиток високих технологій. Ці здобутки є водночас і продуктом *пізнання природи за допомогою хімії*, і засобом подальшого поступу в цьому напрямі.

Хімія як елемент загальнолюдської культури одвіку мала виражену гуманітарну спрямованість. Окремі теоретичні положення хімічних знань становили певну частину *натурфілософії*, що витлумачувала явища природи в їхній цілісності. Тож хімія, так само як фізика, біологія, астрономія, географія й інші природничі науки, – *засіб формування світогляду*.

Пригадаймо, яке значення для пізнання природи мало відкриття Д.І. Менделєєвим *нового закону природи*. Замість розрізнених, не пов'язаних між собою речовин перед наукою постала єдина струнка система, що об'єднала в єдине ціле всі елементи Всесвіту. На основі *періодичного закону* були розвинуті найважливіші хімічні поняття, встановлено чіткий взаємозв'язок між ними. Відкриття періодичного закону мало величезне значення для розвитку хімії та пізнання таємниць природи.

Показово, що творець *періодичного закону і періодичної системи хімічних елементів* Д.І. Менделєєв (рис. 43.2) уважав науку й мистецтво двома підхо-

дами до гармонійного пізнання світу, які доповнюють одне одного. Про це йшлося в його статті «Перед картиною А.І. Куїнджі» (1880, газета «Голос»).

У ній Менделєєв обґрунтував збіг у часі виникнення пейзажу як жанру і розквіт природничих наук. Неможливо поза природою пізнати людину – її частину. Тому пейзажний живопис і природознавство розвивалися синхронно. Наприкінці статті Менделєєв пророкував, що найближчим часом відбудеться значний поступ і у природознавстві, і в жанрі пейзажу.



①



②

Рис. 43.2. «Портрет Д.І. Менделєєва у традиційному одязі докторів Единбурзького університету». І.Ю. Рєпін 2. Пейзаж «Місячна ніч на Дніпрі». А.І. Куїнджі

Передбачення вченого блискуче підтвердилися: відкриття *явища радіоактивності*, нових хімічних елементів, моделювання *будови атома* тощо збіглися з розквітом таланту І.І. Левітана та художників-імпресіоністів.

Розвитку творчого потенціалу та інтуїції, які необхідні для розв'язання наукових завдань, сприяє залучення до мистецтва – живопису, музики, літератури тощо. Підтвердженням цього є численні приклади з життя видатних представників і представниць наукової спільноти, які захоплювалися літературою та мистецтвом настільки, що хобі перетворювалося на другу професію.

М.В. Ломоносов (рис. 43.3), відомий вам насамперед як один з відкривачів *закону збереження маси та енергії*, виявив себе як талановитий поет і художник-мозаїст.

Рис. 43.3. Ломоносов Михайло Васильович (1711–1765). Російський учений-енциклопедист. Засновник Московського університету. Розробляв атомістичну теорію, відкрив закон збереження маси. Талановитий поет і художник-мозаїст, автор творів «Слово про користь хімії», «Лист про користь скла», мозаїчного панно «Полтавська битва»



О.П. Бородин, автор опери «Князь Ігор», тривалий час очолював кафедру хімії у Військово-медичній академії та зробив вагомий внесок у розвиток *хімічного синтезу*.

Марселен Бертло професійно займався не лише хімією, а й політикою. Лауреат Нобелівської премії з хімії В. Оствальд уважав свій внесок у колорознавство та колористику важливішим за здобутки в галузі хімії.

Слідом за Менделєєвим сучасні хіміки та хімікині власним прикладом доводять: люди, фанатично віддані хімії водночас вирізняються широтою своїх поглядів і відкритим ставленням до навколишніх подій. Пояснення просте: чи не все наше сучасне матеріальне оточення – продукція **промислового хімічного синтезу**.

Однак не синтезом єдиним... Порятунком людства від глобальних криз сьогодення й запобігання їм у майбутньому – у розвитку високої духовності. Мистецтво підносить будь-яку людину, сприяє зростанню творчих сил у професійній діяльності. Троянди й виноград для справжніх природодослідників і природодослідниць – не лише сировина для видобутку запашної олії та глюкози, а, насамперед, джерело натхнення на тернистій стежині наукового пошуку.

Цікаво і пізнавально



Рис. 43.4. Фіалков Юрій Якович (1931–2002). Український учений-хімік, доктор хімічних наук, почесний професор Київського політехнічного інституту, фахівець у галузі фізичної хімії розчинів, активний популяризатор наукових знань. Лауреат Державної премії СРСР, заслужений діяч науки і техніки України. Український письменник. Літературні твори писав під

своїм ім'ям і псевдонімами Фелікс Квадрігін та Юрій Цветков. Його перу належать понад 10 книжок для дітей, перша з яких вийшла в 1960 р. і називалася «Оповідання з хімії»

ПРО ГОЛОВНЕ

- Місце хімії серед наук про природу зумовлене предметом її вивчення й тісними зв'язками з іншими науками.
- Хімія є центральною, фундаментальною наукою.
- Сучасна хімія – високовпорядкована система знань, що стрімко й цілеспрямовано розвивається у взаємодії із системами знань інших наук.
- Хімія, так само як й інші природничі науки, – засіб формування світогляду.
- Порятунком людства від глобальних криз сьогодення й запобігання їм у майбутньому – у розвитку високої духовності.



Перевірте себе

1. Яке місце посідає хімія поміж наук про природу? 2. Як пов'язана хімія з іншими науками? 3. Яка роль хімічних знань у пізнанні природи? 4. Чому хімія є елементом загальнолюдської культури?



Застосуйте свої знання й уміння

5. Важливим завданням виховання Михайло Ломоносов уважав залучення дітей і юнацтва до праці. Наука, праця й освіта, на його думку, – головні джерела добробуту

(«Слово про користь хімії»). Чи згодні ви з науковцем? Аргументуйте свою думку конкретними прикладами.



Творча майстерня

6. Дізнайтеся, використовуючи різноманітні джерела інформації, про:
- хіміків і хімікинь, які здобули Нобелівську премію з інших галузей науки;
 - хобі видатних хіміків і хімікинь.
- За результатами дослідження підготуйте презентацію.



Дізнайтеся більше

http://elkniga.info/book_364.html
<http://him.1september.ru/article.php?ID=199901501>
http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/3cda87c1-7f29-6419-ad5a-07a0b50fa166/12-14_09_2005.pdf
<http://www.popmech.ru/technologies/8224-khimiya-v-podlinnikе-iskusstvo-bez-obmana/>
<https://www.youtube.com/watch?v=YvkJ8tEV0E>
https://www.youtube.com/watch?v=Lm12q_S03y0
<https://www.youtube.com/watch?v=ZtgmntKCu70>
<https://www.youtube.com/watch?v=X-m1w6fbXGw>
<https://www.youtube.com/watch?v=NmahFiQZ88>

§ 44. Хімічна наука і виробництво в Україні. Видатні вчені – творці й творчині хімічної науки. Роль хімії в житті суспільства

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- назвати імена видатних вітчизняних і зарубіжних представників і представниць наукової хімічної спільноти та найважливіші хімічні виробництва в Україні;
- оцінити значення хімічних знань у суспільному виробництві та роль хімії в житті суспільства.

Розвиток хімічної науки в Україні багато в чому пов'язаний з розвитком фармації.

Цікаво і пізнавально

На українських землях жінки завжди відігравали важливу роль у царині фармацевтичних наук. Науковий трактат «Мазі» («*Alimma*», 30-ті роки XII ст.) вважають першою науковою працею, яку написала жінка. У його основу покладено власні спостереження княжни Євпраксії (1108–1172), онучки Володи-мира Мономаха, і дані тогочасних наукових рукописів грецької та східної медицини, зокрема Галена й Авіценни.

Справжня наука неможлива без спостережень, висування гіпотез, перевіряння їх експериментально, формулювання висновків, виведення теоретичних закономірностей тощо. Це потребувало не лише постійної копіткої праці, а й обговорення проблем з іншими дослідниками. Тому дискусія на шпальтах наукових журналів і в наукових центрах – університетах – була рушієм розвитку наукової думки. Значну роль у розвитку хімічних наук в Україні відігравали природознавчі наукові товариства,

які існували в Харкові, Києві та Одесі. Математично-природописно-лікарська секція НТШ у Львові з 1897 р. видавала збірки, у яких були статті з хімії та української хімічної термінології.

Зауважимо, що Вищу державну наукову організацію України – Національну академію наук, яка об'єднує наукових співробітників різних галузей, упродовж багатьох років очолювали найвидатніші вчені-хіміки.

Цікаво і пізнавально

Вища освіта в університетах Європи не завжди була доступною для жінок. Право навчатися на фармацевтичному відділенні й на рівні із чоловіками здійснювати фармацевтичну діяльність надано розпорядженням Міністерства освіти Австро-Угорської імперії в 1900 р. Уже в 1905 р. науковий ступінь магістра фармації у Львівському університеті здобула перша жінка на теренах Австро-Угорської імперії Софія Рейх.

27 листопада 1918 р. відбулися установчі Загальні збори Української академії наук, на яких першим її президентом обрано видатного вченого-геолога і геохіміка зі світовим ім'ям В.І. Вернадського. Протягом 1946–1962 рр. президентом Академії був видатний біохімік О.В. Палладін (рис. 44.1).



Рис. 44.1. 1. Палладін Олександр Володимирович (1885–1972). Учений-біохімік, засновник української школи біохіміків, президент АН УРСР (1946–1962), академік АН СРСР (1942), академік АМН СРСР (1944), академік АН УРСР (1942), академік АН БРСР (1933). Заслужений діяч науки України (1935), Герой Соціалістичної Праці (1955), лауреат премії ім. В.І. Леніна (1929). Напрями наукових досліджень: біохімія нервової системи і м'язової діяльності, біохімія вітамінів і живлення. 2. Меморіальна дошка на будинку 9 по вулиці М. Леонтовича, де жив і працював О.В. Палладін

Заслужений діяч науки України (1935), Герой Соціалістичної Праці (1955), лауреат премії ім. В.І. Леніна (1929). Напрями наукових досліджень: біохімія нервової системи і м'язової діяльності, біохімія вітамінів і живлення. 2. Меморіальна дошка на будинку 9 по вулиці М. Леонтовича, де жив і працював О.В. Палладін

В Академії сформувалося чимало наукових шкіл. Поміж їхніх засновників – хіміки Л.В. Писаржевський, О.І. Бродський, А.В. Думанський, О.В. Кірсанов та ін.

Найважливіші хімічні виробництва в Україні, наведені на схемі (рис. 44.2), ви вже вивчали цього року на уроках географії.

Тож мали нагоду пересвідчитися: у нашій країні є потужний комплекс хімічних виробництв. Він – одна з найважливіших виробничих галузей, оскільки забезпечує глибоку комплексну переробку природних ресурсів, задовольняє потреби інших галузей суспільного господарства у традиційних і новітніх хімічних матеріалах. Докладніше про деякі хімічні підприємства в Україні та їхню продукцію ви зможете дізнатися з додаткових джерел інформації (зробіть це).

Роль хімії в житті суспільства можна вичерпно схарактеризувати одним реченням: на засіданні Виконкому ЮНЕСКО, що відбулося у квітні 2008 р., одноголосно прийнято резолюцію про підтримання пропозиції IUPAC щодо проголошення 2011 року Міжнародним роком хімії.



Рис. 44.2. Хімічні виробництва в Україні

Того самого року минуло століття від присудження Нобелівської премії з хімії Марії Склодовській-Кюрі (рис. 44.3).

Рис. 44.3. Склодовська-Кюрі Марія (1867–1934). Французький фізик і хімік, одна з творців учення про радіоактивність. За походженням – полька, з 1891 р. мешкала у Франції. Виявила радіоактивність Торію (1898). Разом із чоловіком – П. Кюрі – відкрила (1898) Полоній і Радій. Увела термін «радіоактивність». Нобелівська премія з фізики за дослідження радіоактивності (1903, разом з П. Кюрі й А.А. Беккерелем). Добула (1910, разом з А. Деберном) радій, досліджувала його властивості (Нобелівська премія з хімії, 1911). Розробила методи радіоактивних вимірів, уперше застосувала радіоактивне випромінювання в медицині



Це дало змогу особливо відзначити *внесок жінок у розвиток хімічної науки*.

За всю історію існування Нобелівської премії лише 49 разів її присуджували жінкам, її лауреатами стали 48 жінок. Одну жінку – Марію Склодовську-Кюрі – двічі удостоєно цієї престижної нагороди: 1903 р. в галузі фізики та 1911 р. у галузі хімії. Марія Склодовська-Кюрі стала також першою жінкою, якій присуджено Нобелівську премію. Крім неї, Нобелівську премію з хімії присуджено ще трьом жінкам (рис. 44.4).



①



②



③

Рис. 44.4. Жінки – лауреатки Нобелівської премії в галузі хімії. 1. **Ірен Жоліо-Кюрі** (1897–1956). Французька вчена, лауреатка Нобелівської премії з хімії 1935 р. за виконаний синтез нових радіоактивних елементів (спільно з Фредеріком Жоліо). 2. **Дороти Кроуфут Ходжкін** (1910–1994). Британська біохімік. У 1964 р. отримала Нобелівську премію з хімії за визначення за допомогою рентгенівських променів структур біологічно активних речовин. 3. **Аїді Йонат** (нар. 1939). Ізраїльська вчена-кристалограф, лауреатка Нобелівської премії з хімії за 2009 р. спільно з Венкатраману Рамакрішнаном і Томасом Стейцем за дослідження структури та функцій рибосоми

Організація Об'єднаних Націй, яка проголосила 2005–2014 рр. десятиріччям просвіти задля *сталого розвитку*, упродовж Міжнародного року хімії переконливо продемонструвала важливість хімічних знань для всіх галузей сучасного життя, привернула увагу громадянського суспільства до глобальних проблем зміни клімату, спонукала замислитися над відповідальністю науки за проблеми економічного зростання.

Формування позитивних образів хімічної промисловості й науковця-хіміка – одне з-поміж завдань, розв'язанню якого сприяло проголошення 2011 р. Міжнародним роком хімії. То чим «завинили» перед суспільством хімічна промисловість і хімія, якщо в XXI ст. виникла потреба в їхній «реабілітації»? Ви самі можете відповісти на це запитання, пригадавши екологічні проблеми (*наведіть приклади*), пов'язані з розвитком промисловості й сільського господарства в цілому та хімічної промисловості зокрема.

Куди наразі торують нам шлях сучасна хімічна наука й хімічна технологія? У благополучне стале майбутнє чи навпростець до екологічної катастрофи всесвітнього масштабу? Матеріальна природа нашого світу базується на хімії. У сучасному техногенному суспільстві неможливо обійтися без продукції хімічної промисловості, як неможливо собі уявити без неї ані сьогодні, ані майбуття. Усе залежить від того, як саме ми використовуватимемо здобутки хімічної науки й технологій, чи зможемо мінімізувати їхній вплив на довкілля.

Суспільству в цілому й кожному з нас особисто потрібно усвідомити, наскільки важливим є подальший розвиток хімії для зростання добробуту людей, для боротьби з бідністю й хворобами, для підтримки екологічного балансу на планеті Земля.

Не менш важливим є те, що такі зміни у свідомості сприятимуть залученню до опанування хімічних й суміжних спеціальностей нового покоління талановитої молоді.

Хто з видатних хіміків минулого й сьогодення є взірцем для науковців-початківців? Можна навести чимало прикладів зарубіжних і вітчизняних учених, чиє віддане служіння науці й людству вражає й викликає щире захоплення. До цієї плеяди належать М.В. Ломоносов, Д.І. Менделєєв, М. Склодовська-Кюрі, О.М. Бутлеров та ін. Під час роботи з підручником вам траплялося чимало інших прізвищ славетних лицарів хімії, її вірних синів і доньок. Не можна оминати увагою видатних українських хіміків минулого – М.А. Бунге, В.І. Вернадського, І.Я. Горбачевського, Л.В. Писаржевського, А.І. Кипріанова, О.В. Кірсанова, А.М. Голуба та багатьох інших. Їхню справу гідно продовжують сучасні вчені у провідних університетах і науково-дослідних інститутах НАН України.

Проте підручника, а тим паче одного його параграфа, замало, щоб назвати всіх науковців, які зробили безцінний внесок у скарбницю хімічних знань. Зауважимо лишень, що багатьом з них були властиві не тільки природна допитливість і потяг до знань. Вони стали справжніми модернізаторами у своїй професійній сфері. На думку сучасних соціологів, такому типу людей притаманні громадська активність, підприємницький хист, працелюбність, життєва енергія, відчуття поточного моменту та економічної кон'юнктури. Масштабність мислення, прагнення освіти, сприйняття культури, мистецтва, професіоналізм, розмаїтість інтересів і захоплень – ці особисті риси варто розвивати в собі людині будь-якої професії. Замисліться над цим, щоб під час сходження на новий освітній щабель (ним стане для вас старша школа) правильно обрати життєвий шлях.

Хай щастить вам, юнаки та юнки!

ПРО ГОЛОВНЕ

- Українські хіміки та хімікині зробили великий внесок у розвиток вітчизняної і світової науки.
- В Україні є потужний комплекс хімічних виробництв.
- Подальший розвиток хімії є дуже важливим для підвищення якості життя людей та підтримання екологічного балансу на планеті Земля.



Перевірте себе

1. Яких видатних вітчизняних і зарубіжних представників і представниць наукової хімічної спільноти ви знаєте? Який їхній внесок у розвиток хімії?
2. Назвіть кілька виробничих галузей хімічної промисловості України та продукцію, яку вони виробляють, підготуйте стисле інформаційне повідомлення про одне з хімічних виробництв України. За потреби скористайтеся підручником географії та іншими джерелами інформації.
3. Наведіть приклади найважливіших хімічних виробництв у вашому місті чи регіоні.



Застосуйте свої знання та вміння

4. Оцініть роль хімічних знань у суспільному виробництві.
5. Висловіть припущення, чому у XXI ст. почали стрімко розвиватися біо- і нанотехнології.
6. Ореста та Мирослав розповіли однокласникам і однокласницям, що чули про існування так званої зеленої хімії. Ті не йняли їм віри й кепкували: «А білої хімії часом

немає?» Хто з них має рацію? Використайте різноманітні джерела інформації, щоб аргументувати свою думку.

7. Наталя та Андрій посперечалися. Наталя вирішила обрати професію хіміка. Андрій стверджував, що хімія – царина діяльності для справжніх чоловіків і жінкам там не місце. А як вважаєте ви? Уявіть себе на їхніх місцях і наведіть аргументи, щоб обсто- яти їхні позиції.



Творча майстерня

8. Підготуйте презентацію «Хімія: користь і шкода».

9. Уявіть, що берете участь у телевізійному проєкті «Хімік і хімікня століття». Вам доручено представляти одного з номінантів і номінанток. Оберіть з-поміж вітчизняних і зарубіжних представників і представниць хімічної наукової спільноти особу, яка, на вашу думку, заслуговує на це звання. Підготуйте презентацію її наукового доробку та характеристики як особистості, щоб переконати однокласників і однокласниць у пра- вильності вашого вибору. Сформулюйте три найвагоміші аргументи на підтвердження своєї позиції.



Дізнайтеся більше

http://inter.ua/uk/video/episode/faces_utro/2015/03/23/sklodowska-curie

<https://www.youtube.com/watch?v=y55GSSPitl0>

<https://www.youtube.com/watch?v=v3oCZ5OOvjE>

<https://www.youtube.com/watch?v=46RO44x4FGA>

<https://www.youtube.com/watch?v=TokpiN4EFbQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=nbjxyZDkpM>

http://www.videoclip.bg/watch/335584_Doroti-Hodjkin-e-britanski-himik-Dorothy-Hodgkin



Домашній експеримент

1. Виготовлення колоїдних розчинів.

1. Вам знадобиться: надувна повітряна кулька, харчовий желатин масою 50 г, лійка, харчовий барвник, ножиці, тарілка.

Желатин висипте в надувну кульку за допомогою лійки. Додайте декілька крапель харчового барвника. Далі кульку натягніть на кран з гарячою водою. Будьте обережні, не обпечіться! Наповніть кульку з желатином до потрібного розміру (не перестарайтеся, бо гума може розірватися!). Витисніть повітря з кульки і зав'яжіть її горловинку у вузол. Дві години зачекайте, поки желатин добре набрякне в кульці, періодично його мніть і крутіть, струшуйте. Покладіть кульку в холодильник до повного застигання, ліпше на всю ніч. Дістаньте кульку з холодильника і занурте в гарячу воду на 10 секунд, щоб желатин трохи підтанув і легко вислизнув з оболонки. Потім покладіть кульку на пласку поверхню, відтягніть горловинку з вузликом якомога сильніше і відріжте її ножицями. Желе вислизне з кульки. Грайтеся довго!



2. Вам знадобиться: харчовий желатин масою 50 г, харчові барвники, дві каструлі різного розміру, вода або фруктовий сироп, кулінарні формочки, кулінарний термометр.

У меншу каструлю налейте холодну воду або рідкий цукровий сироп об'ємом 250 см³, додайте трохи барвника, сухий желатин масою 50 г. Зачекайте, доки желатин добре набрякне. Потім налейте в більшу каструлю воду, помістіть у неї меншу каструлю та нагрійте на кухонній плиті. Температура суміші в меншій каструлі має бути близько 50 °С, нагрівайте до повного розчинення желатину. Вилийте розчин у формочки й дайте йому застигнути. Щоб вийняти готові вироби, занурте ненадовго формочки з желе в теплу воду так, щоб вода не потрапила на желатин.

Поміркуйте, чому досвідчені кулінари для застигання желе поміщають його в холодильник, а не в морозильну камеру холодильника. Якщо не змогли відповісти відразу, проекспериментуйте – помістіть на добу посудину із застигаючим желе в морозильник.

2. Порівняння мийної дії мила і синтетичних мийних засобів

Виготовте тверду воду (пригадайте, вона містить катіони Магнію і Кальцію). Для цього розчиніть у водопровідній воді трохи натуральної морської солі або гіркої солі «Барбара». Воду, збагачену катіонами Кальцію, можна одержати дією оцту на яєчну шкаралупу або крейду. Змішавши одержані розчини, матимете тверду воду.

Розчиніть у теплій воді мильну стружку. У такий спосіб виготовте розчин прального порошку. У пляшечку налейте трохи розчину мила, закоркуйте і добре струсіть. *Чи виникла піна?* Додайте твердої води і знову струсіть. *Опишіть спостережувані зміни.*

Такі самі маніпуляції проробіть з розчином синтетичного мийного засобу.

Порівняйте мийну здатність у твердій воді мила і СМЗ.

*Використайте універсальний індикаторний папір або водно-спиртовий розчин фенолфталеїну («Фенолфталеїн» – лікарський препарат, послаблювальний засіб; синоніми: «Лаксатол», «Лаксоїн», «Феналоїн», «Пургил», «Пурген» тощо) й визначте реакцію середовища у водних розчинах мил і синтетичних мийних засобів, якими ви користуєтеся в побуті.

3. Виявлення крохмалю в харчових продуктах.

Подібний дослід ви вже проводили у школі під час виконання практичної роботи 4. Удома ж напишіть членам своєї родини таємні листи з теплими побажаннями. Для цього зваріть із чистого крохмалю рідкий клейстер або використайте рисовий чи вівсяний відвар. На щільному паперовому рушникові або серветці дерев'яною паличкою, умоченою в клейстер, напишіть своє послання і напис висушіть. Розбавте аптечну йодну настоянку одеколоном. Нанесіть одержаний розчин на папір пензликом або розпорошіть пульверизатором. Не лейте розчину надто багато, щоб літери не розпливалися.

Поміркуйте, чому для досліду потрібно брати папір лише певного виду. Якщо не змогли відповісти відразу, проекспериментуйте зі звичайним папером.

4. Виявлення жирів у харчових продуктах.

Виявіть жири у складі шоколаду, картопляних чіпсів, соняшникового насіння, ядер волоських горіхів тощо. Однакові за масою невеличкі порції цих продуктів покладіть на паперові серветки і нагрійте струменем гарячого повітря. Для цього можна використати побутовий фен. Накрийте зразки паперовими серветками, покладіть на дерев'яну дощечку і розчавіть шоколад пальцями, а чіпси, насіння, горіхові ядра – молотком (подбайте, щоб не пошкодити кухонні меблі й підлогу!). Також можна використати товкачик і ступку. Залишіть досліджувані зразки під серветками впродовж п'яти хвилин. Після цього уважно роздивіться серветки. *Опишіть свої спостереження. Які висновки ви зробили із цього досліду?*

5. Виявлення білка казеїну в молоці.

Відміряйте молоко об'ємом 120 мл ($\approx 1/2$ склянки) і обережно нагрійте його до температури 21 °С. Додайте в тепле молоко 2 чайні ложки оцту і перемішуйте впродовж двох хвилин, зачекайте близько п'яти хвилин,

щоб молоко зсілося. Білий сирнистий осад, що утвориться, – казеїн. Зберіть казеїн за допомогою марлевої серветки, складеної в кілька шарів, і ретельно промийте білок під струменем холодної води. Потім віджміть його досуха.

Проробіть те саме, додавши замість оцту розтерту на порошок таблетку лікарського засобу «Ацидин-пепсин», що містить сичужний фермент (також сичужний фермент можна придбати в магазинах харчових продуктів). Порівняйте результати з результатами таких самих дослідів за 4 °C і за 70 °C.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=1CFKkE9SELS>
https://www.youtube.com/watch?v=_0FQaM7v4a8
<https://www.youtube.com/watch?v=bkVmbdK4n7E>
<https://www.youtube.com/watch?v=sC3zQMDYCK0>
http://inter.ua/uk/video/episode/zk/2010/05/20/syrky_raid



Навчальні проекти

1. Електроліти в сучасних акумуляторах.
2. Вирощування кристалів солей.
3. Виготовлення розчинів для надання домедичної допомоги.
4. Дослідження рН ґрунтів своєї місцевості.
5. Дослідження впливу кислотності й лужності ґрунтів на розвиток рослин.
6. Дослідження рН атмосферних опадів та їхнього впливу на різні матеріали в довкіллі.
7. Дослідження природних об'єктів як кислотно-основних індикаторів.
8. Дослідження рН середовища мінеральних вод України.
9. Ендотермічні реакції на службі людині.
10. Екзотермічні реакції в життєдіяльності живих організмів.
11. Використання полімерів – еколого-економічний аспект.
12. Альтернативні джерела енергії.
13. Екотрофологія – наука про екологічно безпечне харчування.
14. Виготовлення мила з мильної основи.
15. Дослідження хімічного складу їжі.
16. Хімічний склад жувальних гумок.
17. Хімічний склад засобів догляду за ротовою порожниною.
18. Друге життя паперу.
19. Джерела органічного забруднення території громади (мікрорайону).
20. Видатні вітчизняні хіміки та хімікині як учені й особистості.
21. Екологічна ситуація в моїй місцевості: відчуваю, думаю, дію.
22. Анкетування учнів і учениць навчального закладу щодо їхньої участі в розв'язуванні екологічних проблем місцевості.
23. Дослідження достовірності реклами з погляду хімії.

Підсумки

Цього навчального року скарбничка вашого досвіду істотно поповнилася новими уявленнями, знаннями, уміннями, переконаннями. Ви розширили й поглибили знання про світ речовин, щоразу пересвідчуючись у залежності властивостей речовин від їхнього складу та будови. Застосували набуте раніше вміння використовувати періодичну систему як важливе джерело інформації про хімічні елементи та їхні сполуки. Ви вдосконалили вміння сприймати та обробляти інформацію, оцінювати її. Виконання завдань різного формату, зокрема тестових, робота з алгоритмічними приписами, табличними даними, графіками, діаграмами сприяли формуванню ваших навчальних компетентностей.

Ваш особистий шлях до успіху був нелегким, ви переживали і злети, і падіння. Ваші зусилля не були марними: крок за кроком ви наближалися до мети. Тож настав час оцінити здобутки.

Перевірте, чи можете ви:

назвати найважливіші органічні сполуки (метан, етен, етин, етанол, гліцерол, етанова кислота, глюкоза, сахароза, крохмаль, целюлоза); імена видатних вітчизняних і зарубіжних учених-хіміків; найважливіші хімічні виробництва в Україні;

навести приклади (назви і формули) неорганічних сполук основних класів; колоїдних та істинних розчинів, розчинників, суспензій, емульсій, електролітів і неелектролітів, сильних і слабких електролітів, кристалогідратів; основних типів хімічних реакцій; відновників і окисників; перших десяти гомологів метану; природних і синтетичних речовин; взаємозв'язків між речовинами; застосування хімічних сполук у різних галузях та в повсякденному житті;

описати розчинення речовин у воді як фізико-хімічне явище; якісні реакції на хлорид-, сульфат-, карбонат-іони; виявлення в розчині гідроксид-іонів та йонів Гідрогену;

розрізнити реакції сполучення, заміщення, обміну, розкладу; окисно-відновні та реакції без зміни ступеня окиснення; екзо- та ендотермічні, оборотні й необоротні реакції; окисники і відновники; за складом метан, етен, етин, етанол, гліцерол, етанову кислоту, глюкозу, сахарозу, крохмаль, целюлозу, мило, жири, білки, поліетилен;

схарактеризувати йонний і ковалентний хімічні зв'язки; хімічні властивості основних класів неорганічних сполук; процеси окиснення, відновлення, сполучення, розкладу, заміщення, обміну; вплив різних чинників на швидкість хімічних реакцій; роль окисно-відновних процесів у довкіллі;

порівняти склад і властивості неорганічних сполук різних класів; властивості речовин атомної, молекулярної та йонної будови; склад, фізичні властивості метану, етену, етину, етанолу, гліцеролу, етанової кислоти, жирів, глюкози, сахарози, крохмалю, целюлози, білків, поліетилену; реакції горіння органічних речовин; деякі хімічні властивості етанової кислоти; значення хімії в житті суспільства, збереженні довкілля, для здоров'я людей;

класифікувати неорганічні сполуки; йонний і ковалентний хімічні зв'язки; хімічні властивості основних класів неорганічних сполук; хімічні реакції за різними ознаками;

обґрунтувати залежність властивостей речовин від їхньої будови; процеси окиснення та відновлення з погляду електронної будови атомів; роль хімії у пізнанні будови речовин та хімічних процесів;

скласти рівняння найпростіших окисно-відновних реакцій на основі електронного балансу, термохімічні рівняння; рівняння оборотних і не-оборотних реакцій; молекулярні й структурні формули перших десяти гомологів ряду метану, етену, етину, етанолу, гліцеролу, етанової кислоти; молекулярні формули глюкози, сахарози, крохмалю, целюлози; рівняння реакцій горіння (метану, етену й етину, етанолу), реакцій заміщення для метану й приєднання – для етену й етину, етанової кислоти (електролітична дисоціація, взаємодія з металами, лугами, солями); загальну схему полімеризації етену;

застосувати закон збереження маси речовин для складання рівнянь хімічних реакцій;

провести реакції між розчинами електролітів з урахуванням умов їхнього перебігу; якісні реакції на хлорид-, іони, гліцерол, глюкозу, крохмаль; виявлення в розчині гідроксид-іонів та йонів Гідрогену;

використати якісні реакції для виявлення деяких йонів у розчині;

визначити дослідним шляхом гліцерол, етанову кислоту, глюкозу, крохмаль;

обчислити масову частку і масу розчиненої речовини в розчині, виготовленому з кристалогідрату;

розв'язати розрахункові задачі за рівняннями реакцій з використанням розчинів із певною масовою часткою розчиненої речовини, задачі на обчислення об'ємних відношень газів за хімічними рівняннями та інших раніше вивчених типів на прикладі органічних сполук; критично ставитися до хімічної інформації з різних джерел;

висловити судження щодо значення розчинів у природі та житті людини, хімічних реакцій та знань про них у природі, промисловості, побуті, органічних речовин у суспільному господарстві, побуті, харчуванні, охороні здоров'я тощо; застосування знань про способи виявлення окремих йонів; важливості рН розчинів для визначення якості харчової, косметичної продукції тощо; ролі експерименту в науці; захисту довкілля від стійких органічних забруднювачів;

оцінити згубну дію алкоголю на здоров'я; вплив продуктів синтетичної хімії на навколишнє середовище в разі неправильного використання їх; значення хімічних знань як складника загальної культури людини.

дотримуватися правил безпечного поводження з горючими речовинами, побутовими хімікатами.

Якщо так, щиро вітаємо, компетентні дев'ятикласники і дев'ятикласниці! Рівень вашої загальноосвітньої підготовки з хімії відповідає державним вимогам.

Не засмучуйтесь, якщо виявили у своїх знаннях й уміння прогалини. Ліквідувати їх допоможе наполеглива робота з підручником.

Зичимо успіхів!

Тлумачний словничок

А

Алгоритм (від *algorithmi* – латинської форми написання імені великого математика IX ст. Аль Хорезмі, який сформулював правила виконання арифметичних дій) – точний набір інструкцій, які описують послідовність дій виконавця для досягнення результату, розв’язування завдання.

Аналог (від грец. ἀναλογία – відповідність, подібність) – те, у чому виявляється схожість, подібність до іншого предмета або явища.

Антифриз (від грец. ἀντι... – проти і англ. *freeze* – замерзати) – рідини, що замерзають за низьких температур, застосовувані для охолодження двигунів внутрішнього згорання й різних установок, що працюють за температур нижче від 0 °C.

Б

Бактерицидний (від бактерії й лат. *caedo* – вбиваю) – такий, що вбиває бактерії; антисептичний.

Бензен – безбарвна горюча рідина зі своєрідним запахом, яку добувають з продуктів сухої перегонки кам’яного вугілля або з нафти.

Біогаз – різновид біопалива. Газ, який утворюється внаслідок мікробіологічного розкладання метановим угрупованням біомаси чи біовідходів, побутових відходів природного походження.

Біогеохімія – наука про хімічний склад живих організмів та їхню роль у нагромадженні і міграції хімічних елементів у земній корі.

Біосфера (від грец. *bios* – життя і *sphaira* – куля) – оболонка Землі, яку заселяють живі організми.

Г

Газобетон – різновид пористого бетону; будівельний матеріал, штучний камінь з рівномірно розподіленими по всьому об’єму сферичними порами діаметром 1–3 мм.

Галуни – мінерали, подвійні водні сульфати Алюмінію (найчастіше) і катіонів Na⁺, K⁺, NH₄⁺.

Гелі (від лат. *gelo* – застигаю) – дисперсні системи з рідким або газуватим дисперсійним середовищем, які мають деякі властивості твердих тіл: здатність зберігати форму, міцність, пружність, пластичність. Ці властивості гелів зумовлені існуванням у них структурної сітки (каркаса), утвореної частинками дисперсної фази, які зв’язані між собою молекулярними силами різної природи.

Генна інженерія – комплекс технічних прийомів перенесення у структуру клітини живої істоти деяких видів генетичної інформації, якої попередньо там не було.

Гетерогенний (від грец. ἕτερος – інший і ὁμός – рівний, однаковий + γένος – рід, походження) – складений з різних за походженням і складом частин; неоднорідний.

Гігроскопічний (від грец. ὑγρός – вологий і σκοπέω – спостерігаю) – здатний легко вбирати в себе вологу.

Гідрофільний (від грец. ὕδωρ – вода і φίλια – любов) – здатність деяких речовин змочуватися водою, просочуватися нею, розчинятися у воді.

Гідрофобний (від грец. ὕδωρ – вода і грец. φόβος – боязнь, страх) – той, що має властивість не змочуватися (не просочуватися) водою або не розчинятися у воді.

Гіпотеза (від грец. ὑπόθεσις – підстава, припущення) – можливе судження про закономірні зв'язки явищ; форма розвитку науки.

Гомогенний (від давньогрец. ὁμογενής – одного походження, роду і ὁμός – рівний, однаковий + γένος – рід, походження) – однорідний за складом, походженням, властивостями.

Д

Денатурація спирту (від лат. *de...* – префікса, що означає: видалення, знищення і *natura* – природні властивості) – добавляння до етилового спирту отруйних речовин, денатурантів.

Дискусія (від лат. *discussio* – розгляд, дослідження) – обговорення будь-якого спірного питання, проблеми на зборах, у пресі, у бесіді тощо.

Дисоціація (від лат. *dissociatio* – розділення, роз'єднання) – розклад молекул і кристалів на простіші молекули, атоми, атомні групи або йони.

Дисперсія світла (від лат. *dispersio* – розсіювання) – розсіювання, розходження світла під час проходження крізь прозоре призматичне тіло.

Дифузія (лат. *diffusio* – поширення, розтікання, розсіювання, взаємодія) – процес взаємного проникнення молекул або атомів однієї речовини поміж молекул або атомів іншої, що зазвичай приводить до вирівнювання їхніх концентрацій в усьому об'ємі, який вони займають.

Діелектрична проникність – величина, що показує, у скільки разів взаємодія між зарядами в однорідному середовищі менша, ніж у вакуумі. Відносна діелектрична проникність повітря й більшості інших газів близька до одиниці. Для більшості твердих або рідких діелектриків відносна діелектрична проникність становить від 2 до 8. Діелектрична проникність води досить висока – близько 80.

Е

Екзо (від грец. ἔξω – поза, зовні) – частина складних слів, що означає: зовнішній, сторонній, що вказує на зв'язок із зовнішнім середовищем.

Експеримент (від лат. *experimentum* – проба, дослід) – метод пізнання, за допомогою якого в контрольованих і керованих умовах досліджують явища природи й суспільства.

Екстракція (від пізньолат. *extractio* – вилучення) – 1. Вилучення з водного розчину розчинених речовин розчинником, який не змішується з водою, але в якому вони розчиняються краще, ніж у воді. 2. Вимивання компонентів із твердих сумішей обробленням їх розчинниками чи розчинами.

Електрод (від грец. ἤλεκτρον – бурштин і ὁδός – шлях) – провідник електрики, яким підводять електричний струм до рідин і газів, а також полюс гальванічного елемента та акумулятора.

Електроліз (від грец. ἤλεκτρον – бурштин і λύσις – розкладання, розпад) – процеси електрохімічного окиснення-відновлення, що відбуваються

на занурених в електроліт електродах унаслідок проходження електричного струму.

Емульгатори – речовини, які сприяють утворенню і підвищенню стійкості емульсії.

Емульсія (від лат. *emulsus* – видоєний) – суміш двох незмішуваних рідин, з яких одна розподілена в іншій у вигляді дрібних краплинок.

Ендо (від грец. *ἔνδον* – усередині) – частина складних слів, що означає внутрішній, усередині.

Ерудиція (від лат. *eruditio* – ученість, пізнання) – глибокі всебічні пізнання, широка поінформованість.

Ефект Тіндаля – виникнення світлого конуса на темному тлі під час розсіювання світла в каламутному середовищі з розмірами частинок, на порядок менших за розміри довжини хвилі світла.

З

Закон – необхідне, суттєве, стійке, повторюване відношення між явищами у природі й суспільстві. Пізнання закону становить завдання науки.

Закономірність – повторюваний, суттєвий зв'язок явищ.

І

Інгібітор (від лат. *inhibeo* – зупиняю, стримую) – 1. Речовина, яка уповільнює перебіг хімічних реакцій аж до повного їхнього припинення. 2. Речовина, яка пригнічує активність ферментів.

Індикатор (від пізньолат. *indicator* – указівник) – речовина, яка після введення до розчину змінює свій колір або колір розчину й таким чином дає змогу визначити його хімічну природу.

Інсулін (від лат. *insula* – острів) – гормон підшлункової залози і мозку, що регулює вуглеводний обмін в організмі; застосовується для лікування діабету й шизофренії.

ІЮПАК (англ. і франц. IUPAC) – Міжнародний союз теоретичної (чистої) і прикладної хімії (International Union of Pure and Applied Chemistry) – організація, яка координує дослідження, що вимагають міжнародного узгодження, контролю й стандартизації, рекомендує (затверджує) хімічну термінологію, назви елементів тощо.

К

Каталізатор (від грец. *κατάλυσις* – руйнування) – речовина, що впливає на збудження або зміну швидкості хімічної реакції, але кількість і хімічний склад її при цьому не змінюються.

Катод (від грец. *κάθοδος* – рух донизу) – негативно заряджений електрод.

Класифікація (від лат. *classis* – разряд, клас і ...праця) – система розподілу предметів, явищ або понять на класи, групи тощо за спільними ознаками, властивостями.

Колоїдний розчин (від грец. *κόλλα* — клей і *εἶδος* — вид) – проміжний стан між суспензією і розчином найдрібніших, але більших, ніж молекул, частинок у рідині.

Колоїдні системи – колоїдно-дисперсні системи, колоїди, традиційні назви високодисперсних (мікрогетерогенних) систем. Частинки дисперс-

ної фази в колоїдній системі, колоїдні частинки зазвичай мають розмір від 10^{-7} до 10^{-5} см.

Компетентний (від лат. *competo* – домагаюся; відповідаю, підходжу) – той, який володіє компетенцією або компетентністю, спроможний.

Компетенція (від лат. *competo* – домагаюся; відповідаю, підходжу): – 1. Коло повноважень, наданих законом, уставом або іншим актом конкретному органу або посадовій особі. 2. Знання, досвід у тій або іншій галузі.

Консерванти (від. лат. *conservans, conservantis* – той, що зберігає) – речовини, які здатні збільшувати термін зберігання харчових та інших продуктів (наприклад, косметики) шляхом захисту їх від мікробіологічного псування.

Кристал (від грец. κρυσταλλος – лід, гірський криштал) – тверде тіло з упорядкованою внутрішньою будовою, що має вигляд багатогранника з природними плоскими гранями: упорядкованість будови полягає в певній повторюваності в просторі елементів кристала (атомів, молекул, йонів), що зумовлює виникнення кристалічних ґраток.

Л

Ладан (від грец. λήδανον, λάδανον) **росний** – смола, яка швидко твердне на повітрі, одержувана шляхом надрізів стовбура й гілок стіракового дерева. Має приємний запах, зумовлений ваніліном, коричною та (у деяких сортів) бензоатною кислотою в її складі.

М

Макро... (від грец. μάκρος – великий, довгий) – частина складних слів, що вказує на великі розміри або величину будь-чого.

Маркування – нанесені на виріб знаки, які характеризують цей виріб. До маркування належить текст, умовні позначення та малюнки на упаковці та (чи) продукції.

Маркування – процес нанесення маркування. Нанесення тексту, умовних позначень та малюнків на упаковку та (чи) продукцію.

Метод (від грец. μέθοδος – шлях дослідження, теорія, навчання) – спосіб досягнення якої-небудь мети, розв'язання конкретного завдання; сукупність прийомів або операцій практичного або теоретичного освоєння (пізнання) дійсності.

Мікро... (від грец. μικρός – малий, маленький) – 1. Складова частина складних слів, що вказує на малі розміри або малу величину будь-чого. 2. Префікс для утворення найменувань часткових одиниць, за розміром рівних одній мільйонній частці вихідних одиниць.

Моделювання (від нім. *markieren*, від франц. *marquer*, англ. *mark* – відмічати, ставити знак) – дослідження явищ, процесів або систем об'єктів шляхом побудови й вивчення їхніх моделей; використання моделей для визначення або уточнення характеристик і раціоналізації способів побудови нових об'єктів.

Модель (від лат. *modulus* – міра, зразок) – у широкому сенсі: будь-який образ, аналог (уявний або умовний: зображення, опис, схема, креслення, графік, план, карта тощо) якого-небудь об'єкта, процесу або явища («оригіналу» моделі), використовуваний як його «заступник», «представник».

Н

Нанотехнологія (від англ. *nanotechnology*) – технологія об'єктів, розміри яких порядку 1 нм (атоми, молекули). Нанотехнологія включає складання молекул з атомів, нові методи запису й зчитування інформації, місцеву стимуляцію хімічних реакцій на молекулярному рівні тощо.

Нанотрубки карбонові – видовжені циліндричні структури діаметром від одного до декількох десятків нанометрів, завдовжки до декількох сантиметрів, складаються з однієї або декількох згорнутих у трубку гексагональних графітових площин (графенів) і закінчуються звичайно напівсферичною головкою.

П

Презентація (від англ. *presentation*) – 1. Спосіб наочного подання інформації з використанням аудіовізуальних засобів. Зазвичай презентація містить у собі текст, ілюстрації до нього й витримана в єдиному графічному стилі. Використання інформаційних технологій розширює форми й методи подання матеріалу. 2. Захід, проведений з метою поширення деякої інформації й/або демонстрації деяких товарів, послуг тощо.

Р

Рециклізація – повторне використання будь-якого ресурсу після його оброблення, що робить його придатним для такого використання.

С

Сенкан дидактичний (від франц. *cinquains* – п'ять) – вірш, що складається з п'яти рядків. Схема створення дидактичного сенкану: 1. Іменник (тема). 2. Два прикметники (яке воно?). 3. Три дієслова (що воно робить?). 4. Фраза-висновок із чотирьох слів. 5. Іменник-синонім до теми або ж слово-асоціація до теми.

Спостереження – цілеспрямоване сприйняття, зумовлене завданням діяльності. Головна умова наукового спостереження – об'єктивність, тобто можливість контролю шляхом або повторного спостереження, або застосування інших методів дослідження (напр., експерименту).

Стабілізатор (від лат. *stabilis* – стійкий, сталий) – речовина, яка затримує зміну властивостей іншої речовини, дисперсної системи тощо (стабілізатори піни, пластмас).

Сталий (стійкий) розвиток (англ. *Sustainable development*) – загальна концепція стосовно необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному та здоровому довкіллі.

Сурогат (від лат. *surrogatus* – замість чогось) – замітник натурального продукту, який має лише деякі його властивості.

Суспензія (пізньюлат. *suspensio*, дослівно – підвішування, від лат. *suspendo* – підвішую) – 1. Суміш рідини або газу з твердими частинками, які перебувають у завислому стані; змучення. 2. Рідка лікарська форма, що утворюється внаслідок змішування нерозчинних речовин з водою, оліями, гліцеролом тощо.

Т

Теорія (від грец. θεωρία – дослідження) – 1. Логічне узагальнення досвіду, суспільної практики, яке ґрунтується на глибокому проникненні в суть досліджуваного явища та розкриває його закономірності. 2. Учення про певну сукупність явищ, галузь знань, створене на підставі такого узагальнення. 3. Сукупність узагальнених положень, які становлять певну науку чи розділ науки.

Термічний (від грец. θερμη – гарячий) – пов'язаний з теплою, з використанням теплової енергії; тепловий.

Технологія (від грец. τεχνη – мистецтво, майстерність, уміння) – 1. Сукупність методів оброблення, виготовлення, змінювання стану, властивостей, форми сировини, матеріалу або напівфабрикату, здійснюваних у процесі виробництва продукції. 2. Наукова дисципліна, яка вивчає закономірності технологічних процесів.

Тривіальний (від лат. *trivium* – досл. – трохпуття) – позбавлений новизни, оригінальності, звичайний, простий.

У

Ультра... (від лат. *ultra* – понад, за межами, по той бік) – частина складних слів, яка означає: за межами (за кількісними або якісними показниками), граничний.

Утилізація (від лат. *utilis* – корисний) – уживання з користю, напр. утилізація відходів.

Ф

Фломбер (від франц. *flambé* – палати, полум'яніти) – кулінарний палик.

Флуоресценція (від назви мінералу флюориту, у якого вперше було виявлено Ф., і лат. *-escent* – суфікс, що означає слабку дію) – один із двох видів люмінесценції; явище короткочасного свічення деяких речовин після припинення освітлювання їх, опромінювання рентгенівським промінням тощо.

Фундаментальний (від лат. *fundamentum*) – ґрунтовний, позитивний, солідний, головний.

Ц

Центрифуга (від лат. *centrum* – центр і *fuga* – утеча) – апарат для поділу в рідкому середовищі компонентів неоднорідної суміші на складові частини різної щільності, заснований на впливі відцентрової сили. Рідина заливається у спеціальні контейнери, які обертаються з великою швидкістю навколо центральної осі.

Ю

ЮНЕСКО (англ. UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) – Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури.

Предметний покажчик

А

Agent Orange 214

Р

pH-Метр 67

А

Алкани 137, 138, 140, 141, 149, 160, 169, 170

Алкени 143

Алкіни 143

Амінокислоти 200, 202–206

Аніон 5, 6, 8, 17, 38, 41, 50–55, 57, 59–61, 66, 67, 69, 71, 73, 78–80, 83–86, 88, 90, 105, 120, 179, 185, 186, 220

Ацетилен 130, 131, 138, 141, 143, 144, 153, 207

Б

Без зміни ступенів окиснення реакція 78, 97, 126

Білки 157, 200, 202–204, 206

Біогаз 104, 105, 149

Біополімер 206

Біохімія 204, 230

Бомбовий калориметр 108

Броунівський рух 20

В

Відновлення 97, 99–107, 110, 114, 115, 124, 148

Відновник 97, 99–103, 105, 106, 124, 125

Водневий зв'язок 27–29, 37, 39, 89, 170–172, 178, 181

Вуглеводи 191, 192, 195

Вуглеводні 133, 137, 140, 141–143, 146–150, 153, 158–162, 165–167, 169, 170, 207, 210, 211, 219

Г

Газогідрати 159

Галун 42, 43, 241

Гемоглобін 128, 132, 211

Гербіцид 214

Гетероциклічні органічні сполуки 129

Гідрат 38, 40–42, 55, 64, 75

Гідратація 38, 53, 57, 94

Гідратований 31, 37, 38, 40, 52–61, 63

Гідрофільний 242

Гідрофобний 242

Гліцерол 56, 138, 168–177, 188, 190, 191, 193, 213, 218, 220, 239, 240, 245, 255

Глобулярні білки 204, 206

Глюкоза 103, 106, 128, 132, 191, 192–196, 255

Гниття 206, 212, 216, 222

Гомологи 134–142, 150, 152, 207, 218, 219, 239, 240

Гомологічна різниця 131, 137, 140, 141

Гомологічний ряд 137, 138, 140, 141, 177

Горіння 88, 94, 99, 104, 106, 108–110, 114, 120, 122, 124, 137, 143, 144, 146–151, 168, 171, 172, 177, 180, 181, 183,

119, 135, 145, 147, 149–152, 164, 167, 200, 222–224, 240

Д

ДДТ 213, 214

Декстрини 198

Дефоліант 214

Димер 123

Динамічна рівновага 123

Диполь 27–29, 37, 52–55, 57

Дисахариди 192, 194, 195, 220

Дисперсна система 19–22, 25, 241, 243, 245

Дифузія 37, 40, 242

Дихання 103, 144, 198, 222–224

Діелектрик 156, 242

Е

Екзотермічна реакція 107–112, 116, 121, 126, 148, 150, 200, 238

Електроліз 50, 93, 107, 242

Електроліт 50, 52–55, 57, 58–66, 72–86, 94, 96, 106, 120, 122, 124, 130, 179, 181, 238–240, 243, 253, 254

Електролітична дисоціація 50, 53–55, 57–65, 72, 90, 112, 114, 122, 177, 240

Електронний баланс 100, 101, 105, 124, 148

Електростатичний 28, 29, 37, 73

Елементарна структурна ланка 196, 199, 200

Емульгатор 21, 22, 243

Емульсія 19–22, 24, 26, 160, 186, 243
 Ендотермічна реакція 107–109, 111, 121, 126, 131, 238, 239
 Енергетичний ефект хімічної реакції 105, 107, 108
 Етанова кислота 23, 30, 34, 120, 138, 169, 177–183, 218–220, 239, 240
 Етанол 30, 39, 138, 168–172, 174, 175–178, 198, 200, 205, 217–220, 239, 240
 Етен 138, 141–144, 149–155, 157, 218, 239, 240
 Етилен 131, 138, 141, 152, 155
 Етин 138, 141–144, 147, 149–151, 153, 154, 218, 239, 240
 Ефект Тіндаля 25, 26, 243

Ж

Жири 25, 111, 128, 130, 131, 152, 184, 186–191, 209, 213, 217, 219, 220, 236, 239

З

Збуджений стан атома 133, 134, 136

Й

Йон 15, 17, 24, 29, 31, 37, 38, 40, 50–65, 67, 69, 71–75, 78–80, 83–85, 88, 89, 94, 96, 97, 99, 100, 105, 221, 222, 224, 226, 239, 240, 242, 244, 253, 254
 Йонізація 52, 53, 55,
 Йонний розчин 50, 55
 Йонні рівняння 72–82, 84, 86, 88, 102, 106, 124, 179, 182, 253, 254
 Йонно-молекулярні рівняння 72

І

Ізологічні ряди 144
 Ізомери 132
 Ізомерія 132
 Інсулін 204, 243
 Істинний розчин 22, 23, 25–27, 49, 50, 217, 239

К

Кам'яне вугілля 150, 158, 159, 161, 207, 241
 Карбонова кислота 177, 181, 183–188, 190, 191, 220,
 Карбоновий ланцюг 188, 189
 Катіон 5, 6, 8, 17, 38, 41, 50–55, 57–61, 66, 67, 69, 71, 73, 75, 78–80, 83–90, 96, 98, 99, 101, 102, 105,

120, 179, 185, 186, 192, 220, 236, 241, 253, 254

Клатрати 159

Колоїдний розчин 22–26, 50, 217, 235, 239, 243

Концентрований розчин 30, 34–36, 64, 77, 120, 172, 175, 205

Криві розчинності 34–36, 257

Кристалізація 32, 33, 35–37, 39–41, 92

Кристалогідрат 41–46, 89, 240

Крохмаль 128, 132, 157, 192, 195–202, 209, 213, 217–220, 236, 239, 240, 255

Л

Льодяна оцтова кислота 178, 180

М

Макромолекула 155, 196, 205, 226

Макрорівень 32, 33, 37, 38, 80

Маркування 156, 211, 244

Металотермія 110

Метан 17, 104, 106, 109, 111, 133–141, 147, 149–151, 153, 154, 159, 160, 165, 168, 169, 173, 207, 218, 219, 239, 240

Мийна дія 183, 185–187, 236

Мило 21, 71, 128, 175, 183, 185–187, 217, 219, 220, 236, 238, 239

Мікрорівень 32, 33, 37, 40, 55, 114, 154

Модифікований крохмаль 198, 199

Молекулярний розчин 50, 55

Мономер 155

Моносахариди 192, 195, 198

Н

Набрякання крохмалю 197, 198, 200

Насичений одноатомний спирт 170, 172

Насичений розчин 30, 32–36, 137, 152, 205

Насичений триатомний спирт 169, 170, 172, 188

Насичені вуглеводні 133, 150, 151, 153, 169, 170

Насичені жири 188, 189, 220

Насичені карбонові кислоти 177, 184, 187, 190

Нафта 19, 136, 150, 158–168, 173, 189, 207, 210, 211, 241

Неелектроліт 50, 52, 54, 239

Ненасичений розчин 30, 32–36

Ненасичені вуглеводні 141, 150, 151, 153
 Ненасичені жири 188, 189, 190
 Ненасичені карбонові кислоти 183, 184, 187
 Необоротна реакція 74, 75, 79, 92, 120, 121, 122, 126, 148, 239, 240
 Нерозгалужений ланцюг 132

О

Оборотна реакція 92, 120–122, 123, 126, 133, 148, 239
 Окиснення 97, 99–112, 114, 124, 137, 144, 148–150, 172, 180, 182, 187, 193, 196, 216, 219, 220, 223, 239, 240, 242
 Окисник 97, 99–105, 124–126, 156, 239
 Окисно-відновна реакція 97, 99–105, 107, 124, 126, 148, 150, 223, 239, 240
 Оксигеновмісні органічні сполуки 161, 168, 177, 200
 Органічна хімія 129, 131, 132, 210
 Органічний синтез 130, 207, 208, 211
 Органічні сполуки 116, 128, 131, 133, 137, 140, 151, 153, 154, 158, 160, 161, 168, 172, 177, 207–212, 216, 218, 222, 239, 240
 Ординарний зв'язок 140
 Основний стан атома 133, 134
 Оцет 22, 23, 27, 34, 56, 62, 71, 177, 178, 180–182, 213, 236, 237
 Оцтова кислота 30, 34, 64, 116, 120, 128, 130, 132, 138, 169, 177–183, 213
 Оцтовокислі бактерії 178, 179

П

Пальмітинова кислота 183, 184, 186–188
 Пересичений розчин 33, 35, 39
 Піна 19, 21, 22, 24
 Повного окиснення реакція 137, 148–150, 172, 180, 187, 193, 196, 216, 219, 220
 Подвійний зв'язок 142, 143, 178
 Показник рН 66, 67, 69–71
 Поліетилен 128, 132, 154–158, 208, 211, 219, 239
 Полімер 154–158, 195, 196, 238
 Полімеризація 156, 157, 240
 Полісахариди 192, 195, 197–199, 220
 Потрійний зв'язок 143

Природний газ 88, 109, 110, 136, 144, 147, 150, 158–161
 Природний полімер 157, 195, 196
 Природні органічні сполуки 128, 133, 157, 207–211, 222
 Просторова форма молекули метану 136

Р

Реакції йонного обміну 72, 77–81, 84, 88
 Реакція заміщення 91, 92, 94–97, 105, 125, 126, 138, 150, 151, 153, 154, 239, 240
 Реакція обміну 72, 74–82, 84, 88, 91, 92–97, 120, 122, 125, 154
 Реакція розкладу 92, 93, 95–97, 105, 109, 125, 239
 Реакція сполучення 91–97, 105, 125, 126, 154, 239
 Рециклізація 157, 245
 Розбавлений розчин 34, 35, 63, 64, 87, 88, 180
 Розгалужений ланцюг 132, 156
 Розчинена речовина 23, 26, 35, 40, 47–49, 63, 64, 240, 242
 Розчинення 29, 32, 33, 35–41, 54, 55, 83, 107, 170, 198, 205, 235, 239, 255
 Розчинник 17, 23, 26–28, 30, 31, 35, 37, 38, 40, 53, 55, 63, 64, 76, 103, 151, 156, 164, 165, 170, 174, 178, 181, 186, 190, 191, 205, 211, 239, 242
 Розчинність 8, 17, 30–32, 34–36, 51, 64, 74–79, 87, 95, 135, 142, 170, 182, 184, 204, 205, 209, 253, 256, 257

С

Сахароза 37, 40, 50–52, 191, 192, 194–196, 211, 218, 219, 239, 240
 Сильний електроліт 62–66, 72–75, 239
 Синтетичні органічні сполуки 128, 133, 203, 207, 209, 211, 222, 239
 Слабкий електроліт 62–66, 74, 75, 179, 239, 253
 Спирти 29–31, 36, 39, 48, 131, 140, 168–175, 177, 178, 188, 196, 242
 Стабілізатор 21, 22, 245
 Стеаринова кислота 183, 184, 186–188, 220
 Стійкі органічні забруднювачі 210, 213–215

Структурна формула 133, 135, 136,
138, 139–143, 151, 160, 168, 169,
177, 219, 240

Ступінь електролітичної дисоціації
62–66, 72

Ступінь окиснення 5, 8, 58, 72, 78, 88,
92, 97–102, 105, 106, 123, 125, 126,
239

Супутній нафтовий газ 158, 160, 161

Суспензія 19–22, 24, 26, 48, 96, 186,
201, 239, 243, 245

Т

Тепловий ефект хімічної реакції 92,
95, 107–112, 123, 172, 200

Термітний процес 108, 117

Тестер 50, 51, 96

У

Ультрацентрифугування 24

Універсальний індикатор 6, 66, 68, 69,
71, 95, 179, 183, 219, 236, 253–255

Ф

Фібрилярні білки 204, 206

Фізична хімія 225, 226

Фітопланктон 167

Фотосинтез 103, 107, 111, 167, 192,
197, 200, 214

Х

Хімічна фізика 225, 226

Хімія живого 210

Ц

Цвітіння вод 44

Целюлоза 192, 195, 196, 218–220, 239,
240

Я

Якісна реакція 83–86

Якісна реакція на гліцерол 171, 172,
255

Якісна реакція на глюкозу 193, 195,
255

Якісна реакція на крохмаль 197, 198,
200, 255

Іменний покажчик

А

Авіценна 229
Алексєєв П.П. 208
Ар-Разі 148
Арреніус С. 53

Б

Беккерель А. 231
Бертло П. 122, 130, 131, 188, 228
Бертолле К. 75, 76, 122, 144, 147
Берцеліус Й. 129, 132
Беттгер Р. 109
Богатський О.В. 208
Боденштейн М. 122
Бойко Грицько 185
Бойль Р. 83, 169
Бородін О.П. 227
Бродський О.І. 230
Бродські 195
Броун Р. 20
Булгаков М. 45
Бунге М.А. 233
Бутлеров О.М. 130, 131, 209, 233

В

Валяшко М.А. 208
Вант-Гофф Я. 122
Велер Ф. 130, 132
Венкатраману Р. 232
Верн Ж. 217
Вернадський В.І. 54, 223, 224
Вільямсон А.В. 122
Володимир Мономах 229
Вуд Р. 41
Вюрц Ш. 44

Г

Гален 229
Гашек Я. 22, 176
Гей-Люссак Ж. 144–146
Гладстон Д.Х. 122
Гмелін Л. 130, 131
Голуб А.М. 233
Гольдшмідт Г. 110
Горбачевський І.Я. 203, 233
Губкін І.М. 159
Гумбольдт О. 144

Д

Деберн А. 231
Дебре А. 122

Деві Г. 50
Делімарський Ю.К. 54
Доброхотов М.М. 159
Думанський А.В. 24, 230
Дюма Ж. 169, 222

Ж

Жоліо Ф. 232
Жоліо-Кюрі І. 232
Жоффруа К. 187

З

Зег Я. 148

Є

Євпраксія 229

Й

Йонат А. 232

І

Ізбеков В.О. 54

К

Каблуков І.О. 53, 54
Кекуле Ф. 130, 131
Кипріанов А.І. 208, 233
Кірсанов О.В. 208, 230, 233
Кістяківський В.О. 53, 54
Кольбе А. 130
Коцюбинський М. 22, 26
Кудра О.К. 54
Куїнджі А.І. 227
Купер А. 131, 171
Кухар В.П. 211
Кюрі П. 231

Л

Лавуазьє А. 76, 144, 222
Латимер В. 29
Лермонтова Ю.В. 162
Лібіх Ю. 185
Ловіц Т. 171, 178
Ломоносов М.В. 25, 227, 228, 233
Лукаевич Г. 148

М

Малагуті Ф. 122
Марковський Л.М. 88
Мелікішвілі П. 103
Менделєєв Д.І. 53, 161, 162, 226–228, 233

Михайленко Я. І. 75, 76, 83
Мурашко О.О 185

О

Оствальд В. 64, 228

П

Палладін О.В. 204, 230
Парацельс 24
Пашинник В.Ю. 88
Пеліго Ж.М 169
Писаржевський Л.В. 103, 230, 233
Пліній-Секунд Г. 128, 202
Плотніков В.О. 54
Прістлі Дж. 10, 222
Пруст Ж. 192

Р

Рейх С. 230
Реформатський С.М. 76, 83, 208
Репін І.Ю. 227
Родебуш Р. 29
Розі Г. 122

С

Самчук У.О. 187
Сен-Жілля Л. 122
Симиренки 195
Сібрук В. 41
Сімомура О. 1208
Склодовська-Кюрі М. 231, 233
Соссюр Н.Т. де 171
Стейц Т. 232
Сьоренсен П. 67

Т

Танатар С.М. 85
Терещенки 195

Тимірязев К.А. 223
Тіндаль Дж. 25, 26, 243
Торосевич Т. 11
Туссар М. 129

Ф

Фарадей М. 25, 50, 51
Фермі Е. 54
Фіалков Ю.Я. 228
Фіалков Я.А. 54
Фішер Е. 203
Франко І. 96, 216, 217

Х

Харитоненки 195
Ходжкін Д. 232

Ц

Цин Шихуанді 201
Цянь Р. 208, 210

Ч

Чалфі М. 208
Чернобровий В.М. 68

Ш

Шеврьоль М. 188
Шеєле К. 187, 188, 191
Шмідт К. 191
Штейнбах П. 210
Шухов В.Г. 163

Я

Яворський В.П. 208
Яхненки 195

Алгоритм називання оксидів за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою

- 1) Записуємо назву хімічного елемента (у називному відмінку однини);
- 2) для елемента зі змінною валентністю зазначаємо її в дужках після його назви (не робимо пробілу між назвою хімічного елемента і записом у дужках);
- 3) записуємо слово оксид.

Алгоритм називання основ за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою

- 1) Записуємо назву металічного елемента (у називному відмінку однини);
- 2) для металічного елемента зі змінною валентністю зазначаємо її в дужках після його назви (не робимо пробілу між назвою хімічного елемента і записом у дужках);
- 3) записуємо слово гідроксид.

Назви кислот за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою

Формула кислоти	HCl	H ₂ S	HNO ₃	H ₂ CO ₃	H ₂ SiO ₃	H ₂ SO ₃	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄
Назва кислоти	хлоридна	сульфідна	нітратна	карбонатна	силікатна	сульфітна	сульфатна	ортофосфатна
Кислотний залишок і його валентність	I Cl	II S	I NO ₃	II CO ₃	II SiO ₃	II SO ₃	II SO ₄	III PO ₄

Назви кислот за сучасною науковою українською хімічною номенклатурою складаються з двох частин. Перша частина – прикметник у називному відмінку однини. Він характеризує елементний склад кислотного залишку. Друга частина назви – слово *кислота*. Наприклад, *хлоридна кислота*, *сульфатна кислота*. Назви найважливіших кислот та їхніх залишків наведено в таблиці.

Алгоритм називання середніх солей за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою

- 1) Записуємо назву металічного елемента (у називному відмінку однини);
- 2) для хімічних елементів зі змінною валентністю зазначаємо її в дужках після назви хімічного елемента (не робимо пробілу між назвою хімічного елемента і записом у дужках);
- 3) записуємо назву кислотного залишку (у називному відмінку однини).

Кольори індикаторів у різних середовищах

Назва індикатора	Колір у середовищі		
	лужному	нейтральному	кислому
Лакмус	Синій	Фіолетовий	Червоний
Метиловий оранжевий	Жовтий	Оранжевий	Рожевий
Універсальний індикаторний папір	Синій	Жовтий	Червоний
Фенолфталеїн	Малиновий	Безбарвний	Безбарвний

ЙОННІ РІВНЯННЯ

I. Алгоритм складання

Послідовність дій	Приклад
1. Складіть рівняння реакції в молекулярній формі	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{BaCl}_2 = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{BaSO}_4$
2. За допомогою таблиці розчинності визначте розчинність кожної речовини (стрілками позначте випадання осадів (↓) і виділення газів (↑))	$\begin{array}{ccccccc} \text{р.} & & \text{р.} & & \text{р.} & & \text{н.} \\ \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 & + & 3\text{BaCl}_2 & = & 2\text{AlCl}_3 & + & 3\text{BaSO}_4 \end{array}$
3. Складіть повне йонне рівняння (запишіть формули йонів, що утворилися внаслідок дисоціації, не забудьте зазначити число кожного з них і заряд)	$2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{Cl}^- =$ $= 2\text{Al}^{3+} + 6\text{Cl}^- + 3\text{BaSO}_4\downarrow$
4. Підкресліть формули однакових йонів у лівій і правій частинах рівняння реакції (ці йони не брали участі в реакції)	$\underline{2\text{Al}^{3+}} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + \underline{6\text{Cl}^-} =$ $= \underline{2\text{Al}^{3+}} + \underline{6\text{Cl}^-} + 3\text{BaSO}_4\downarrow$
5. Запишіть скорочене йонне рівняння (випишіть формули йонів або речовин, які взяли участь у реакції)	$3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} = 3\text{BaSO}_4\downarrow$
6. За потреби скоротіть коефіцієнти в скороченому йонному рівнянні	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4\downarrow$
7. Сформулюйте на підставі скороченого йонного рівняння висновок щодо того, які йони брали участь у реакції і які речовини утворилися внаслідок цього	У реакції брали участь катіони Барію і сульфат-аніони, унаслідок цього утворився нерозчинний барій сульфат

II. Правила складання

➤ Дисоціацію простих речовин, оксидів, нерозчинних кислот, основ і солей, а також слабких електролітів не враховують і записують речовини в молекулярній формі.

➤ Якщо в реакції бере участь малорозчинна речовина, то в реакцію вона вступає у вигляді йонів, її записують у дисоційованій формі.

➤ Малорозчинну речовину, що є продуктом реакції, вважаємо осадом і записуємо в молекулярній формі.

➤ Сума зарядів йонів у лівій і правій частинах рівняння мають бути рівні (перевірити в короткому йонному рівнянні).

III. Умови перебігу практично до кінця

➤ Випадання осаду.

➤ Виділення газу.

➤ Утворення малодисоціюючої речовини (наприклад, води).

Якщо жодна із цих умов не виконується, то йонна реакція між електролітами в розчині не відбувається.

Якісні реакції на деякі катіони

Катіон	Вплив або реактив	Зміни, які спостерігаємо
Li^+	Полум'я	Кармінове ¹ забарвлення
Na^+	Полум'я	Жовте забарвлення
K^+	Полум'я	Фіолетове забарвлення
Ca^{2+}	Полум'я	Цегляно-червоне забарвлення
Sr^{2+}	Полум'я	Кармінове забарвлення
Ba^{2+}	Полум'я	Жовто-зелене забарвлення
	SO_4^{2-}	Випадіння білого дрібнокристалічного осаду, що не розчиняється в кислотах: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
Cu^{2+}	OH^-	Випадіння блакитного драглистого осаду: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$
Pb^{2+}	S^{2-}	Випадіння чорного осаду: $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS} \downarrow$
Ag^+	Cl^-	Випадіння білого сирнистого осаду, що не розчиняється в нітратній кислоті: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
Al^{3+}	OH^-	Випадіння білого драглистого осаду алюміній гідроксиду, який розчиняється в надлишку лугу: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_4^-$
H^+	Лакмус	Червоне забарвлення
	Метиловий оранжевий	Рожеве забарвлення
	Універсальний індикатор	Червоне забарвлення

¹Яскраво-червоне.

Якісні реакції на деякі аніони

Аніон	Реактив	Зміни, які спостерігаємо
SO_4^{2-}	Ba^{2+}	Випадіння білого дрібнокристалічного осаду, що не розчиняється в кислотах: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$
PO_4^{3-}	Ag^+	Випадіння світло-жовтого осаду в нейтральному середовищі: $3\text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} = \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow$
S^{2-}	Pb^{2+}	Випадіння чорного осаду: $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS}\downarrow$
CO_3^{2-}	Ca^{2+}	Випадіння білого осаду, розчинного в кислотах: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3\downarrow$
SO_3^{2-}	H^+	Поява характерного запаху SO_2 : $2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2\uparrow$
F^-	Ca^{2+}	Випадіння білого осаду: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{F}^- = \text{CaF}_2$
Cl^-	Ag^+	Випадіння білого сирнистого осаду, що не розчиняється в нітратній кислоті: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$
Br^-	Ag^+	Випадіння жовтуватого сирнистого осаду, що не розчиняється в нітратній кислоті й темніє на світлі: $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- = \text{AgBr}\downarrow$
I^-	Ag^+	Випадіння жовтого осаду, що не розчиняється в нітратній кислоті й темніє на світлі: $\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI}\downarrow$
OH^-	Лакмус	Синє забарвлення
	Метиловий оранжевий	Жовте забарвлення
	Фенолфталеїн	Малинове забарвлення
	Універсальний індикатор	Синє забарвлення

Якісні реакції на деякі органічні речовини

Речовина	Реактив	Зміни, які спостерігаємо
Гліцерол $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	Свіжодобутий купрум(II) гідроксид $\text{Cu}(\text{OH})_2$	Розчинення блакитного драглистого осаду купрум(II) гідроксиду, утворення яскраво-синього розчину. За нагрівання – утворення жовтого осаду купрум(I) гідроксиду, який розкладається з утворенням цегляно-червоного купрум(I) оксиду
Глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$		
Крохмаль $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	Водно-спиртовий розчин йоду I_2	Поява синього забарвлення

Таблиця розчинності основ, кислот, амфотерних гідроксидів та солей у воді (за температури 20–25 °С)

	H ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺	
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	M	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	P	P	P	-	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	#	P	#	#	P	P	P	P	H	H	H	M	P
S ²⁻	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	#	-	H	-	H	H	H	#	M	H	H	H	#	#
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	#	#	#	#	#	#	M	#	#	M	#	#	#	#
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	#	#	H	#	H	H	H	H	H	H	#	H	#	H
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	#	H	H	H	H	#	#	H	#	#	#	#	H	H	#	#	H	#	#

P – розчинні (більше від 1 г в 100 г води);

M – малорозчинні (від 1 г до 0,001 г в 100 г води);

H – нерозчинні (менше від 0,001 г у 100 г води);

– не існують; «–» – реагують з водою з утворенням нерозчинних основних солей чи гідроксидів

Відносна електронегативність хімічних елементів

Cs	K	Ba	Na	Sr	Li	Ca	Mg	Mn	Be	Al	Zn
0,79	0,82	0,89	0,93	0,95	0,98	1,00	1,31	1,55	1,57	1,61	1,65

Cr	Fe	Co	Si	Cu	Ni	Ag	Sn	Hg	B	As
1,66	1,83	1,88	1,90	1,90	1,91	1,93	1,96	2,00	2,04	2,18

P	H	C	Se	S	I	Br	N	Cl	O	F
2,19	2,20	2,55	2,55	2,58	2,66	2,96	3,04	3,16	3,44	3,98

Ряд активності металів



РЯД АКТИВНОСТІ МЕТАЛІВ

Li, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, (H₂), Bi, Cu, Ag, Hg, Pt, Au

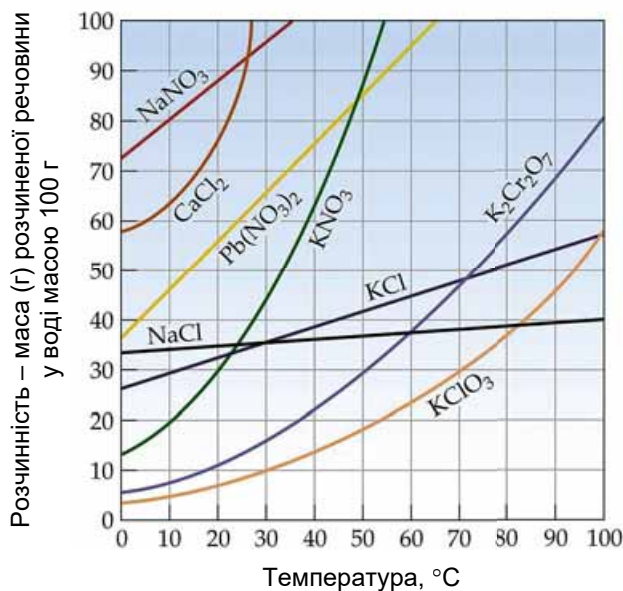


Хімічна активність металів зменшується





Криві розчинності деяких речовин



Відповіді до тестових завдань

«Повторення найважливіших питань курсу хімії 8 класу» і «Розчини»

1. А. 2. В. 3. Б. 4. Б. 5. Б. 6. В. 7. Б. 8. Г. 9. А. 10. А. 11. А. 12. А. 13. Б. 14. В.
15. В. 16. Г. 17. Г. 18. Г. 19. А. 20. Б

«Хімічні реакції»

1. В. 2. Б. 3. А. 4. А. 5. В. 6. Г. 7. Г. 8. В. 9. А. 10. В. 11. В. 12. Г. 13. В. 14. Г.
15. Г. 16. А. 17. Б. 18. Б. 19. Г. 20. А

«Початкові поняття про органічні сполуки»

1. 1Г, 2В, 3Д, 4Ж. 2. Б. 3. 1В, 2А, 3Б, 4Д. 4. Б. 5. 1Б, 2В, 3Г, 4А. 6. А. 7. Б. 8.
В. 9. А. 10. В. 11. Г. 12. Г. 13. В. 14. Г. 15. А. 16. Б. 17. В. 18. В. 19. БГАВ.
20. БВАГ

ЗМІСТ

Вітаємо вас, шановні дев'ятикласники та дев'ятикласниці!	3
--	---

Повторення найважливіших питань курсу хімії 8 класу

§ 1. Склад і назви основних класів неорганічних сполук	5
§ 2. Властивості основних класів неорганічних сполук	9
§ 3. Хімічний зв'язок і будова речовин	14

Тема 1. Розчини

§ 4. Поняття про дисперсні системи	19
§ 5. Істинні та колоїдні розчини	23
§ 6. Будова молекули води, поняття про водневий зв'язок	27
§ 7. Розчинність речовин, її залежність від різних чинників. Насичені та ненасичені, концентровані й розведені розчини	30
§ 8. Розчинення як фізико-хімічний процес. Теплові явища, що супроводжують розчинення речовин	36
§ 9. Кристалогідрати	41
§ 10. Розв'язування задач за рівняннями реакцій з використанням розчинів із певною масовою часткою розчиненої речовини	47
§ 11. Електроліти та неелектроліти. Електролітична дисоціація	50
§ 12. Електролітична дисоціація кислот, основ, солей у водних розчинах. Виявлення в розчині катіонів Гідрогену та гідроксид-аніонів	57
§ 13. Ступінь електролітичної дисоціації. Сильні та слабкі електроліти	62
§ 14. Поняття про pH розчину	66
§ 15. Реакції обміну між електролітами в розчинах, умови їхнього перебігу. Йонно-молекулярні рівняння хімічних реакцій	72
Практична робота 1. РЕАКЦІЇ ЙОННОГО ОБМІНУ МІЖ ЕЛЕКТРОЛІТАМИ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ	81
§ 16. Якісні реакції на деякі йони. Застосування якісних реакцій	83
Практична робота 2. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ	86
Завдання-оповідання до тем «Повторення найважливіших питань курсу хімії 8 класу» і «Розчини»	88
Тестовий контроль знань з тем «Повторення найважливіших питань курсу хімії 8 класу» і «Розчини»	89

Тема 2. Хімічні реакції

§ 17. Класифікація хімічних реакцій за кількістю та складом реагентів і продуктів реакції	91
§ 18. Окисно-відновні реакції	97
§ 19. Екзотермічні та ендотермічні реакції	107
§ 20. Швидкість хімічних реакцій	112
Практична робота 3. ВПЛИВ РІЗНИХ ЧИННИКІВ НА ШВИДКІСТЬ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ	117
§ 21. Оборотні й необоротні реакції	120
Завдання-оповідання до теми «Хімічні реакції»	124
Тестовий контроль знань з теми «Хімічні реакції»	125

Тема 3. Початкові поняття про органічні сполуки

§ 22. Особливості органічних сполук	128
§ 23. Метан як представник насичених вуглеводнів. Молекулярна і структурна формули метану. Основний і збуджений стани атома	133
§ 24. Гомологи метану, їхні молекулярні формули та назви	136
§ 25. Етен (етилен) і етин (ацетилен) як представники ненасичених вуглеводнів, їхні молекулярні й структурні формули, фізичні властивості	141
§ 26. Відношення об'ємів газів у хімічних реакціях	144
§ 27. Горіння вуглеводнів	147
§ 28. Реакція заміщення для метану та приєднання для етену й етину	150
§ 29. Поняття про полімери на прикладі поліетилену. Застосування поліетилену	154
§ 30. Поширення вуглеводнів у природі. Природний газ, нафта, кам'яне вугілля – природні джерела вуглеводнів	158
§ 31. Перегонка нафти. Застосування вуглеводнів. Вуглеводнева сировина й охорона дозвілля	162
§ 32. Поняття про спирти	168
§ 33. Застосування метанолу, етанолу та гліцеролу. Отруйність метанолу та етанолу. Згубна дія алкоголю на організм людини	173
§ 34. Етанова кислота	177
Практична робота 4. ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ	182
§ 35. Поняття про вищі карбонові кислоти. Мило, його склад, мийна дія	183
§ 36. Жири: склад, фізичні властивості, значення, застосування	187
§ 37. Поняття про вуглеводи. Глюкоза і сахароза	191
§ 38. Крохмаль і целюлоза – природні полімери	196
§ 39. Білки: склад і будова. Біологічна роль амінокислот і білків	202
§ 40. Природні й синтетичні органічні сполуки	207
Практична робота 5. ВИЯВЛЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ	212
§ 41. Захист довкілля від стійких органічних забруднювачів	213
<i>Завдання-оповідання до теми «Початкові поняття про органічні сполуки»</i>	<i>216</i>
Тестовий контроль знань з теми «Початкові поняття про органічні сполуки»	218

Тема 4. Роль хімії в житті суспільства

§ 42. Багатоманітність речовин та хімічних реакцій. Взаємозв'язки між речовинами та їхні взаємоперетворення. Значення хімічної науки для забезпечення сталого розвитку людства	221
§ 43. Місце хімії серед наук про природу, її значення для розуміння наукової картини світу	225
§ 44. Хімічна наука і виробництво в Україні. Видатні вчені – творці й творчині хімічної науки. Роль хімії в житті суспільства	229
Домашній експеримент	235
Навчальні проекти	237
Підсумки	238
Глумачний словничок	240
Предметний показчик	246
Іменний показчик	250
<i>Додаток 1. Алгоритм називання оксидів за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою</i>	<i>252</i>
<i>Додаток 2. Алгоритм називання основ за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою</i>	<i>252</i>

<i>Додаток 3. Назви кислот за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою</i>	<i>252</i>
<i>Додаток 4. Алгоритм називання середніх солей за сучасною українською науковою хімічною номенклатурою</i>	<i>253</i>
<i>Додаток 5. Кольори індикаторів у різних середовищах</i>	<i>253</i>
<i>Додаток 6. Йонні рівняння</i>	<i>254</i>
<i>Додаток 7. Якісні реакції на деякі катіони та аніони</i>	<i>255</i>
<i>Додаток 8. Якісні реакції на деякі органічні речовини</i>	<i>257</i>
<i>Додаток 9. Таблиця розчинності основ, кислот, амфотерних гідроксидів та солей у воді (за температури 20–25 °С)</i>	<i>258</i>
<i>Додаток 10. Відносна електронегативність хімічних елементів</i>	<i>259</i>
<i>Додаток 11. Ряд активності металів</i>	<i>259</i>
<i>Додаток 12. Криві розчинності деяких речовин</i>	<i>260</i>
<i>Відповіді до тестових завдань</i>	<i>260</i>

Навчальне видання

ЛАШЕВСЬКА Ганна Анатоліївна
ЛАШЕВСЬКА Аліна Альбертівна

ХІМІЯ

Підручник для 9 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Головний редактор *Н. Заблоцька*
Редактор *Л. Мялківська*
Обкладинка *Т. Куц*
Макет, комп'ютерна обробка
ілюстративного матеріалу *В. Марущинця*
Технічний редактор *Ц. Федосіхіна*
Комп'ютерна верстка *О. Білохвост, Л. Ємець*
Коректор *Л. Леуська*

Формат 70×100/16.
Ум. друк. арк. 21,384. Обл.-вид. арк. 19,12.
Тираж 8 266 пр. Вид. № 1880.
Зам. №

Видавництво «Генеза», вул. Тимошенка, 2-л, м. Київ, 04212.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 5088 від 27.04.2016.

Віддруковано у ТОВ «ПЕТ», вул. Ольмінського, 17, м. Харків, 61024.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 4526 від 18.04.2013.

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Періоди	Групи													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
1	1 H 1,00795 Гідроген						(H)	2 He 4,0026 Гелій						
2	3 Li 6,9412 Літій	4 Be 9,01218 Берилій	5 B 10,812 Бор	6 C 12,0108 Карбон	7 N 14,0067 Нітроген									
3	11 Na 22,98977 Натрій	12 Mg 24,305 Магній	13 Al 26,98154 Алюміній	14 Si 28,086 Силіцій	15 P 30,97379 Фосфор									
4	19 K 39,0983 Калій	20 Ca 40,08 Кальцій	21 Sc 44,9559 Скандій	22 Ti 47,9 Титан	23 V 50,9415 Ванадій	24 Cr 51,996 Хром	25 Mn 54,938 Манган	26 Fe 55,847 Ферум	27 Co 58,9332 Кобальт	28 Ni 58,7 Нікель				
	29 Cu 63,546 Купрум	30 Zn 65,38 Цинк	31 Ga 69,72 Галій	32 Ge 72,59 Германій	33 As 74,9216 Арсен									
5	37 Rb 85,4678 Рубідій	38 Sr 87,62 Стронцій	39 Y 88,9059 Ітрій	40 Zr 91,22 Цирконій	41 Nb 92,9064 Ніобій	42 Mo 95,94 Молібден	43 Tc 98,9062 Технецій	44 Ru 101,07 Рутеній	45 Rh 102,9055 Родій	46 Pd 106,4 Паладій				
	47 Ag 107,868 Аргентум	48 Cd 112,41 Кадмій	49 In 114,82 Індій	50 Sn 118,69 Станум	51 Sb 121,75 Стибій	52 Te 127,6 Телур	53 I 126,9045 Йод	54 Xe 131,3 Ксенон						
6	55 Cs 132,9054 Цезій	56 Ba 137,33 Барій	57 La* 138,9 Лантан	72 Hf 178,49 Гафній	73 Ta 180,9479 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,207 Реній	76 Os 190,2 Осмій	77 Ir 192,22 Іридій	78 Pt 195,09 Платина				
	79 Au 196,9665 Аурум	80 Hg 200,59 Меркурій	81 Tl 204,37 Талій	82 Pb 207,2 Плюмбум	83 Bi 208,9 Бісмут	84 Po 209 Полоній	85 At 210 Астат	86 Rn 222 Радон						
7	87 Fr 223 Францій	88 Ra 226 Радій	89 Ac** 227 Актиній	104 Rf 261 Резерфордій	105 Db 262 Дубній	106 Sg 266 Сиборгій	107 Bh 269 Борій	108 Hs 269 Гасій						
*Лантаноїди														
*	58 Ce 140,1 Церій	59 Pr 140,9 Празеодим	60 Nd 144,2 Неодим	61 Pm 145 Прометій	62 Sm 150,4 Самарій	63 Eu 151,9 Європій	64 Gd 157,3 Гадоліній	65 Tb 158,9 Тербій	66 Dy 162,5 Диспрозій	67 Ho 164,9 Гольмій	68 Er 167,3 Ербій	69 Tm 168,9 Тулій	70 Yb 173 Ітербій	71 Lu 174,9 Лютецій
**Актиноїди														
**	90 Th 232 Торій	91 Pa 231 Протактиній	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуній	94 Pu 244 Плутоній	95 Am 243 Америцій	96 Cm 247 Кюрій	97 Bk 247 Берклій	98 Cf 251 Каліфорній	99 Es 252 Ейнштейній	100 Fm 257 Фермій	101 Md 258 Менделевій	102 No 259 Нобелій	103 Lr 262 Лоуренсій

Хімічний символ

Порядковий номер

3

6,9412

Відносна атомна маса

Лі

Літій

Назва

Хімічний символ

Порядковий номер

Відносна атомна маса

Назва

3

Li

6,9412

Літій

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (ДОВГОПЕРІОДНА ФОРМА)

Періоди	Групи елементів																	
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIБ	VIIIБ	IB	IIБ	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA		
1	H 1 1.00794 1s¹ Гідроген															He 2 4.002602 1s² Гелій		
2	Li 3 6.941 [He]2s¹ Літій	Be 4 9.012182 [He]2s² Берилій																
3	Na 11 22.989770 [Ne]3s¹ Натрій	Mg 12 24.3050 [Ne]3s² Магній																
4	K 19 39.0983 [Ar]4s¹ Калій	Ca 20 40.078 [Ar]4s² Кальцій	Sc 21 44.955910 [Ar]3d¹4s² Скандій	Ti 22 47.867 [Ar]3d²4s² Титан	V 23 50.9415 [Ar]3d³4s² Ванадій	Cr 24 51.9961 [Ar]3d⁵4s¹ Хром	Mn 25 54.938046 [Ar]3d⁵4s² Манган	Fe 26 55.845 [Ar]3d⁶4s² Ферум	Co 27 58.933200 [Ar]3d⁷4s² Кобальт	Ni 28 58.6934(2) [Ar]3d⁸4s² Нікель	Cu 29 63.546(3) [Ar]3d¹⁰4s¹ Купрум	Zn 30 65.409(4) [Ar]3d¹⁰4s² Цинк	Ga 31 69.723(1) [Ar]3d¹⁰4s²4p¹ Галій	Ge 32 72.64(1) [Ar]3d¹⁰4s²4p² Германій	As 33 74.92160(2) [Ar]3d¹⁰4s²4p³ Арсен	Se 34 78.96(3) [Ar]3d¹⁰4s²4p⁴ Селен	Br 35 79.904(1) [Ar]3d¹⁰4s²4p⁵ Бром	Kr 36 83.798(2) [Ar]3d¹⁰4s²4p⁶ Криптон
5	Rb 37 85.4678 [Kr]5s¹ Рубідій	Sr 38 87.62 [Kr]5s² Стронцій	Y 39 88.90585 [Kr]4d¹5s² Ітрій	Zr 40 91.224 [Kr]4d²5s² Цирконій	Nb 41 92.90638 [Kr]4d⁴5s¹ Ніобій	Mo 42 95.94 [Kr]4d⁵5s¹ Молибден	Tc 43 (97) [Kr]4d⁵5s² Технецій	Ru 44 101.07 [Kr]4d⁷5s¹ Рутеній	Rh 45 102.90550 [Kr]4d⁸5s¹ Родій	Pd 46 106.42(1) [Kr]4d¹⁰ Паладій	Ag 47 107.8682(2) [Kr]4d¹⁰5s¹ Аргентум	Cd 48 112.411(8) [Kr]4d¹⁰5s² Кадмій	In 49 114.818(3) [Kr]4d¹⁰5s²5p¹ Індій	Sn 50 118.710(7) [Kr]4d¹⁰5s²5p² Станум	Sb 51 121.760(1) [Kr]4d¹⁰5s²5p³ Стибій	Te 52 127.60(3) [Kr]4d¹⁰5s²5p⁴ Телур	I 53 126.90447(3) [Kr]4d¹⁰5s²5p⁵ Йод	Xe 54 131.293(6) [Kr]4d¹⁰5s²5p⁶ Ксенон
6	Cs 55 132.90545 [Xe]6s¹ Цезій	Ba 56 137.327 [Xe]6s² Барій	La * 57 138.9055 [Xe]5d¹6s² Лантан	Hf 72 178.46 [Xe]4f¹⁴5d²6s² Гафній	Ta 73 180.9479 [Xe]4f¹⁴5d³6s² Тантал	W 74 183.84 [Xe]4f¹⁴5d⁴6s² Вольфрам	Re 75 186.207 [Xe]4f¹⁴5d⁵6s² Реній	Os 76 190.23 [Xe]4f¹⁴5d⁶6s² Осмій	Ir 77 192.217 [Xe]4f¹⁴5d⁷6s² Іридій	Pt 78 195.084(9) [Xe]4f¹⁴5d⁹6s¹ Платина	Au 79 196.966569(4) [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s¹ Аурум	Hg 80 200.59(2) [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s² Ртуть	Tl 81 204.3833(2) [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s²6p¹ Талій	Pb 82 207.2(1) [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s²6p² Свинець	Bi 83 208.98040(1) [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s²6p³ Бісмут	Po 84 (209) [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁴ Полоній	At 85 (210) [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁵ Астат	Rn 86 (222) [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁶ Радон
7	Fr 87 (223) [Rn]7s¹ Францій	Ra 88 (226) [Rn]7s² Радій	Ac ** 89 (227) [Rn]6d¹7s² Актиній	Rf 104 (261) [Rn]5f¹⁴6d²7s² Резерфордій	Db 105 (262) [Rn]5f¹⁴6d³7s² Дубній	Sg 106 (263) [Rn]5f¹⁴6d⁴7s² Сиборгій	Bh 107 (264) [Rn]5f¹⁴6d⁵7s² Борій	Hs 108 (265) [Rn]5f¹⁴6d⁶7s² Гасій	Mt 109 (268) [Rn]5f¹⁴6d⁷7s² Мейтнерій	Ds 110 (271) [Rn]5f¹⁴6d⁸7s¹ Дармштадтій	Rg 111 (272) [Rn]5f¹⁴6d⁹7s¹ Рентгеній	112 (285)	113	114 (289)	115	116	117	118

*Лантаноїди

**Актиноїди

Ce 58 140.116(1) [Xe]4f¹5d¹6s² Церій	Pr 59 140.90765(2) [Xe]4f³6s² Празеодим	Nd 60 144.242(3) [Xe]4f⁴6s² Неодим	Pm 61 (145) [Xe]4f⁵6s² Прометій	Sm 62 150.36(2) [Xe]4f⁶6s² Самарій	Eu 63 151.964(1) [Xe]4f⁷6s² Європій
Th 90 232.03806(2) [Rn]6d²7s² Торій	Pa 91 231.03588(2) [Rn]5f²6d¹7s² Протактиній	U 92 238.02891(3) [Rn]5f³6d¹7s² Уран	Np 93 (237) [Rn]5f⁴6d¹7s² Нептуній	Pu 94 (244) [Rn]5f⁶7s² Плутоній	Am 95 (243) [Rn]5f⁷7s² Америцій

Gd 64 157.25(3) [Xe]4f⁷5d¹6s² Гадоліній	Tb 65 158.92535(2) [Xe]4f⁹6s² Тербій	Dy 66 162.500(1) [Xe]4f¹⁰6s² Диспрозій	Ho 67 164.93032(2) [Xe]4f¹¹6s² Гольмій	Er 68 167.259(3) [Xe]4f¹²6s² Ербій	Tm 69 168.93421(2) [Xe]4f¹³6s² Тулій	Yb 70 173.04(3) [Xe]4f¹⁴6s² Ітербій	Lu 71 174.967(1) [Xe]4f¹⁴5d¹6s² Лютецій
Cm 96 (247) [Rn]5f⁷6d¹7s² Кюрій	Bk 97 (247) [Rn]5f⁹7s² Берклій	Cf 98 (251) [Rn]5f¹⁰7s² Каліфорній	Es 99 (252) [Rn]5f¹¹7s² Ейнштейній	Fm 100 (257) [Rn]5f¹²7s² Фермій	Md 101 (258) [Rn]5f¹³7s² Менделєвій	No 102 (259) [Rn]5f¹⁴7s² Нобелій	Lr 103 (262) [Rn]5f¹⁴7s²7p¹ Лоуренсій