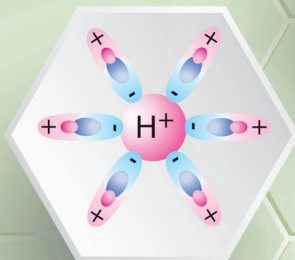
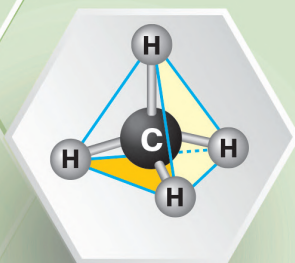
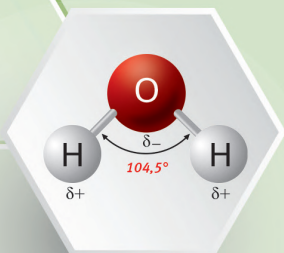


Нова
українська
школа



Ольга ЯРОШЕНКО
Тетяна КОРШЕВНЮК

ХІМІЯ



9

Періодична таблиця хімічних елементів (коротка форма)

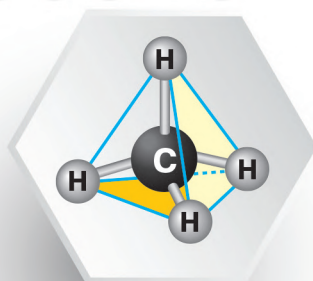
Періоди	Ряди	Групи													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
1	1	H1 Гідроген							(H)	He2 Гелій	Порядковий номер Символ елемента Назва елемента Відносна атомна маса елемента Ca20 Кальцій				
2	2	Li3 Літій	Be4 Берилій	B5 Бор	C6 Карбон	N7 Нітроген	O8 Оксиген	F9 Флуор	Ne10 Неон						
3	3	Na11 Натрій	Mg12 Магній	Al13 Алюміній	Si14 Силіцій	P15 Фосфор	S16 Сульфур	Cl17 Хлор	Ar18 Аргон						
4	4	K19 Калій	Ca20 Кальцій	21Sc Скандій	22Ti Титан	23V Ванадій	24Cr Хром	25Mn Манган	26Fe Ферум	27Co Кобальт	28Ni Нікол	– s-елементи – p-елементи			
	5	29Cu Купрум	30Zn Цинк	Ga31 Галій	Ge32 Германій	As33 Арсен	Se34 Селен	Br35 Бром	Kr36 Криптон						
5	6	Rb37 Рубідій	Sr38 Стронцій	39Y Ітрій	40Zr Цирконій	41Nb Ніобій	42Mo Молібден	43Tc Технецій	44Ru Рутеній	45Rh Родій	46Pd Паладій	– d-елементи – f елементи			
	7	47Ag Аргентум	48Cd Кадмій	49In Індій	50Sn Станум	51Sb Стибій	52Te Телур	53I Йод	54Xe Ксенон						
6	8	Cs55 Цезій	Ba56 Барій	57*La Лантан	72Hf Гафній	73Ta Тантал	74W Вольфрам	75Re Реній	76Os Осмій	77Ir Іридій	78Pt Платина				
	9	79Au Аурум	80Hg Меркурій	81Tl Талій	82Pb Плюмбум	83Bi Бісмут	84Po Полоній	85At Астат	86Rn Радон						
7	10	Fr87 Францій	Ra88 Радій	89**Ac Актиній	104Rf Резерфордій	105Db Дубній	106Sg Сиборгій	107Bh Борій	108Hs Гасій	109Mt Майтнерій	110Ds Дармштадій				
	11	111Rg Рентгеній	112Cn Коперницій	Nh113 Ніконій	Fl114 Флеровій	Mc115 Московій	Lv116 Ліверморій	Ts117 Теннессин	Og118 Оганесон						
Вищі оксиди		R ₂ O		RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄					
Леткі сполуки з Гідрогеном						RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR						
* Лантаноїди		58Ce Церій	59Pr Празеодим	60Nd Неодим	61Pm Прометій	62Sm Самарій	63Eu Європій	64Gd Гадоліній	65Tb Тербій	66Dy Диспрозій	67Ho Гольмій	68Er Ербій	69Tm Тулій	70Yb Ітербій	71Lu Лютецій
** Актиноїди		90Th Торій	91Pa Протактиній	92U Уран	93Np Нептуній	94Pu Плутоній	95Am Америцій	96Cm Кюрій	97Bk Берклій	98Cf Каліфорній	99Es Ейнштейній	100Fm Фермій	101Md Менделевій	102No Нобелій	103Lr Лоуренсій



Ольга ЯРОШЕНКО
Тетяна КОРШЕВНЮК

ХІМІЯ

Підручник
для 9 класу
закладів загальної
середньої освіти



9

*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України*



Київ

2026

УДК 54*кл9(075.3)
Я77

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 27.01.2026 № 110)

ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ. ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО

Підручник створено за модельною навчальною програмою
«Хімія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти
(автор *Олексій Григорович*)

Авторки підручника:

Ольга ЯРОШЕНКО, дійсний член (академік) НАПН України, доктор педагогічних наук, професор, заслужений працівник освіти України, головний науковий співробітник Інституту вищої освіти НАПН України

Тетяна КОРШЕВНЮК, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту педагогіки НАПН України

*Висловлюємо щиру подяку завідувачій кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка пані **Олені Бабенко** та викладачеві кафедри пано-ві **Станіславу Мацаку** за організацію підготовки візуальних матеріалів до цього підручника.*

Інтерактивний електронний додаток до підручника розміщено на освітній платформі FAINO



Електронний
додаток: реєстрація
<https://faino.school/>



Електронний додаток:
пряме покликання
<https://qr.orioncentr.com.ua/hG1KZ>

Ярошенко О. Г., Коршевнік Т. В.

Я77 Хімія : підручник для 9 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ: УОВЦ «Оріон», 2026. 272 с. : іл.

ISBN 978-966-991-510-8

УДК 54*кл9(075.3)

ISBN 978-966-991-510-8

© Ярошенко О. Г., Коршевнік Т. В., 2026
© УОВЦ «Оріон», 2026

ШАНОВНІ НАШІ МУДРІ І МУЖНІ, ЗДІВНІ Й ДОПИТЛИВІ ЗДОБУВАЧКИ І ЗДОБУВАЧІ ОСВІТИ!

Вітаємо кожного і кожну з вас у новому навчальному році!

Хімія, як ми з вами добре усвідомлюємо, — це наука про життя і для Життя, а знання та розуміння хімічних явищ і закономірностей допомагають пізнавати його в усіх проявах. Немає такої промислової галузі, такого явища в природі, де б не була задіяна хімія і розвиток якої не залежав би від її досягнень. Глобальну проблему, що стоїть перед нашою планетою, — забруднення довкілля — можуть вирішити на практиці лише хіміки. Тобто хімія дарує людству майбутнє. Це майбутнє формується і на уроках хімії, і на сторінках створеного нами для вас підручника.

Цього року ви завершуйте здобуття базової середньої освіти з хімії. Разом ми будемо опановувати нові знання, формуючи компетентності й наскрізні вміння, що знадобляться у повсякденному житті та подальшому особистісному розвитку. Сподіваємося, що підручник створить надійне підґрунтя і для подальшого набуття хімічних знань у разі свідомого обрання вами профілю навчання у старшій школі, пов'язаного з хімією.

Проведемо короткий огляд нашої цьогорічної співпраці.

Навчальний матеріал курсу хімії 9 класу охоплює чотири теми. У кожній — завершальними є параграфи «Самооцінювання...» та «Діагностування...». Збережено рубрикацію-навігацію, яка вам добре відома з попередніх років вивчення хімії за нашими підручниками:



Пригадуємо й застосовуємо



Опрацюй

Зрозумій

Використай



Основні поняття, правила



Зверніть увагу



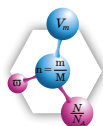
Застереження



РОБОТА В ГРУПАХ



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ



Нумо обчислювати



Формулюємо навчальну проблему та розв'язуємо її



Медіапошук



ХІМІЯ І ЖИТТЯ



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ



ТОБІ ДО СНАГИ



ІНТЕГРОВАНІ ЗАВДАННЯ

Краще зрозуміти матеріал, відпрацювати навички та перевірити себе допоможуть: інтерактивний електронний додаток, створений за сторінками нашого підручника та відповідно до прогнозованих модельною навчальною програмою результатів навчання; зошити, в яких уміщено дослідницькі завдання, завдання для роботи у малих групах, ключові поняття, цікаві вправи тощо.

Перша і друга теми стосуються важливих хімічних понять про розчини та хімічні реакції. **Третя** — ознайомить вас із найважливішими органічними речовинами. Для кожного і кожної з вас ця тема має неабияке значення, адже в повсякденному житті органічними речовинами ви користуєтесь частіше, ніж неорганічними. Вони є компонентами їжі й відіграють важливу біологічну роль в організмі людини, входять до складу багатьох матеріалів, ліків тощо. Загалом їх значно більше, ніж неорганічних.

У **четвертій темі** розглянуто різні аспекти й особливості хімічних реакцій, вона є розширеним узагальненням хімічного матеріалу, опанованого вами у 7–9 класах, що має стати основою вашої життєвої хімічної компетентності.

Зважте на те, що зміст параграфів логічно взаємопов'язаний. І якщо ви не опрацюєте хоча б один із них, виникнуть труднощі у вивченні наступних.

За роки нашої співпраці ви переконалися, що підручник є вашим надійним помічником у вивченні хімії.

Навчаючись за ним, ви систематично і системно:

- ✓ відкриваєте в природі нове для себе;
- ✓ здобуваєте вміння і знання, необхідні в пізнанні природи та повсякденному житті;
- ✓ розвиваєте естетичні смаки;
- ✓ пліч-о-пліч у парі чи групі з однокласницями й однокласниками розв'язуєте різні проблеми й ділитесь досвідом;
- ✓ генеруєте наукові ідеї і робите відкриття;
- ✓ почуваетесь креативними й успішними, змінюєтеся самі і змінюєте світ.

А ще надалі розвиваєте такі життєво важливі вміння і навички, які властиві людям демократичного світу:

- ✓ читати з розумінням і висловлювати власну думку;
- ✓ критично і системно мислити та логічно обґрунтовувати позицію;
- ✓ виявляти ініціативу та конструктивно керувати емоціями;
- ✓ оцінювати ризики та ухвалювати рішення й успішно розв'язувати проблеми;
- ✓ співпрацювати та взаємодіяти з іншими.

Найважливіше — наш підручник вчить вас мислити,
діяти і перемогати.

Тож продовжуємо пізнання хімії!

**З радістю, натхненням і хвилюванням запрошуємо вас
на уроки Хімії — уроки Життя!**

Успішного вам навчального року

й вагомих навчальних досягнень з хімії!

І хай найвагомішим результатом вашого навчання стане
розуміння цінності Життя у всіх його вимірах.

*З повагою та впевненістю в тому,
що цей підручник стане для кожного й кожної з вас надійним
помічником у пізнанні хімії, а набуті знання, уміння й цінності
допоможуть у житті і нашій спільній боротьбі за майбутнє
людства, — авторки*

ЗМІСТ

Тема 1. ДОСЛІДЖУЄМО РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИН І РОЗЧИНИ

§ 1. ІСТИННІ РОЗЧИНИ, ЇХНІЙ СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ.....	8
§ 2. З'ЯСОВУЄМО І ЗАСТОСОВУЄМО СПОСОБИ ВИРАЖЕННЯ СКЛАДУ РОЗЧИНІВ	13
§ 3. ВЧИМОСЯ ПИСАТИ І НАЗИВАТИ ФОРМУЛИ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН.....	19
§ 4. З'ЯСОВУЄМО, ЧОМУ ВОДА РОЗЧИНЯЄ РЕЧОВИНИ ТА ЯКИЙ ЗВ'ЯЗОК НАЗИВАЮТЬ ВОДНЕВИМ.....	23
§ 5. ПОНЯТТЯ ПРО ЕКСТРАКЦІЮ РЕЧОВИН	30
§ 6. ФІЗИКО-ХІМІЧНА СУТЬ РОЗЧИНЕННЯ.....	35
§ 7. ДОСЛІДЖУЄМО ЗАЛЕЖНІСТЬ РОЗЧИННОСТІ РЕЧОВИН У ВОДІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ І ТИСКУ	41
§ 8. РОЗЧИНИ В ПРИРОДІ. ЗАХИСТ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ВІД ЗАБРУДНЮВАЧІВ	47
§ 9. САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 1 «ДОСЛІДЖУЄМО РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИН І РОЗЧИНИ»	52
§ 10. ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 1 «ДОСЛІДЖУЄМО РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИН І РОЗЧИНИ»	55

Тема 2. ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ В РОЗЧИНАХ

§ 11. ЕЛЕКТРОЛІТИ ТА НЕЕЛЕКТРОЛІТИ. ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ	57
§ 12. ПОНЯТТЯ ПРО КИСЛОТИ, ОСНОВИ, СОЛІ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ.....	65
§ 13. СИЛЬНІ ТА СЛАБКІ ЕЛЕКТРОЛІТИ. ПОНЯТТЯ ПРО ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК.....	71
§ 14. ОЗНАЙОМЛЮЄМОСЯ З ТАБЛИЦЕЮ РОЗЧИННОСТІ І ВЧИМОСЯ ВИКОРИСТОВУВАТИ ЇЇ ПРОГНОСТИЧНУ ФУНКЦІЮ.....	80
§ 15. ЙОННІ РЕАКЦІЇ В РОЗЧИНАХ	83
§ 16. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ МІЖ ЕЛЕКТРОЛІТАМИ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ	88
§ 17. ВИЯВЛЕННЯ ЙОНІВ У РОЗЧИНАХ	93
§ 18. ЗНАЧЕННЯ РЕАКЦІЙ ЙОННОГО ОБМІНУ В ПРИРОДІ ТА ВОДОПІДГОТОВЦІ	99
§ 19. САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 2 «ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ В РОЗЧИНАХ»	105
§ 20. ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 2 «ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ В РОЗЧИНАХ»	107

Тема 3. ДОСЛІДЖУЄМО ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ

§ 21. ПОНЯТТЯ ПРО ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ	109
---	-----

§ 22. ВУГЛЕВОДНІ. ПОНЯТТЯ ГОМОЛОГІЧНОГО РЯДУ	115
§ 23. МЕТАН ЯК ПРЕДСТАВНИК АЛКАНІВ	120
§ 24. ЕТЕН C_2H_4 Й ЕТИН C_2H_2 ЯК ПРЕДСТАВНИКИ НЕНАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ	127
§ 25. ПОНЯТТЯ ПРО РЕАКЦІЮ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ І ПОЛІМЕРИ	134
§ 26. ПОШИРЕННЯ У ПРИРОДІ І ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ	140
§ 27. ЕТАНОЛ C_2H_5OH І ГЛІЦЕРОЛ $C_3H_5(OH)_3$ ЯК ПРЕДСТАВНИКИ СПИРТІВ	149
§ 28. ПОНЯТТЯ ПРО ОРГАНІЧНІ КИСЛОТИ	156
§ 29. ЕТАНОВА КИСЛОТА CH_3COOH ЯК ПРЕДСТАВНИК КАРБОНОВИХ КИСЛОТ	162
§ 30. ЖИРИ, ЇХ ЗНАЧЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ	168
§ 31. ГЛЮКОЗА І САХАРОЗА — ПРЕДСТАВНИКИ ВУГЛЕВОДІВ	176
§ 32. КРОХМАЛЬ І ЦЕЛЮЛОЗА — БІОПОЛІМЕРИ СЕРЕД ВУГЛЕВОДІВ	182
§ 33. АМІНОКИСЛОТИ ТА БІЛКИ	190
§ 34. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА НАЯВНІСТЬ ЖИРІВ, ВУГЛЕВОДІВ, БІЛКІВ	199
§ 35. САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 3 «ДОСЛІДЖУЄМО ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ»	203
§ 36. ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 3 «ДОСЛІДЖУЄМО ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ»	206

Тема 4. УЗАГАЛЬНЮЄМО РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

§ 37. РІЗНОМАНІТНІСТЬ, КЛАСИФІКАЦІЯ І ВЛАСТИВОСТІ ОКСИДІВ	208
§ 38. ДОСЛІДЖУЄМО СКЛАД, РІЗНОМАНІТНІСТЬ І ВЛАСТИВОСТІ КИСЛОТ	214
§ 39. ОСНОВИ: СКЛАД, ЗАСТОСУВАННЯ, ВЛАСТИВОСТІ	221
§ 40. СОЛІ: СКЛАД, ВЛАСТИВОСТІ, ЗАСТОСУВАННЯ	231
§ 41. КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ЗА КІЛЬКІСТЮ І СКЛАДОМ РЕАГЕНТІВ І ПРОДУКТІВ РЕАКЦІЇ	238
§ 42. КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ЗА ТЕПЛОВИМ ЕФЕКТОМ	244
§ 43. КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ЗА ЗМІНОЮ СТУПЕНЯ ОКИСНЕННЯ І НАПРЯМКОМ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	251
§ 44. УЗАГАЛЬНЮЄМО РЕЗУЛЬТАТИ ПІЗНАННЯ БАГАТОМАНІТНОСТІ РЕЧОВИН І ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ	260
§ 45. САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 4 «УЗАГАЛЬНЮЄМО РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ»	267
§ 46. ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 4 «УЗАГАЛЬНЮЄМО РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ»	270

ДОСЛІДЖУЄМО РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИН І РОЗЧИНИ



§ 1

ІСТИННІ РОЗЧИНИ, ЇХНІЙ СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ



Пригадуємо й застосовуємо

- Пригадай види сумішей та їхні особливості.
- Чим розчини відрізняються від інших сумішей?
- Які існують способи розділення сумішей?
- Якими із відомих тобі способів розділення сумішей не можна розділити розчини?
- Наведи приклади розчинів у природі й побуті.
- Пригадай відомі тобі фізичні величини та їхні одиниці вимірювання.

Тобі відомо, що розчини належать до сумішей і мають довільний склад. Настав час поглибити і розширити твої знання про них.



Опрацюй

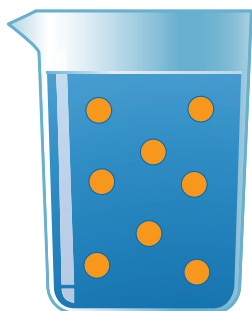
Зрозумій

Використай

РОЗЧИНИ ЯК ГОМОГЕННІ СУМІШІ. Однорідні / гомогенні суміші, розміри структурних частинок яких менші від 1 нм ($1,0 \cdot 10^{-9}$ м), називають **істинними розчинами** або просто **розчинами**. Через такі малі розміри частинок розчиненої речовини їх не можна розпізнати ні візуально, ні під мікроскопом.

Розчинам властивий рівномірний розподіл структурних частинок розчиненої речовини (молекул, якщо речовина має молекулярну будову, чи йонів, якщо розчинена речовина йонної будови) в середовищі розчинника.

Розрізняють два компоненти розчину — **розчинник** і **розчинену речовину** (мал. 1).



— розчинник



— розчинена речовина

Мал. 1. Склад розчину

Розчинених речовин в одному розчині може бути кілька, наприклад у морській воді. **Розчинником** називають компонент, що має з розчином однаковий агрегатний стан. Якщо компоненти, взяті для виготовлення розчину, мають однаковий агрегатний стан, розчинником називають компонент, уміст якого більший.

Вода є найпоширенішим неорганічним розчинником. До поширених органічних розчинників належать етанол (медичний спирт) C_2H_5OH , бензен C_6H_6 , тетрахлорометан CCl_4 , бензин — однорідна суміш рідких органічних речовин, утворених атомами Карбону й Гідрогену (про них дізнаєшся у темі 3), та інші.

Речовина, що розчиняється, може мати з розчинником як однаковий, так і різний агрегатний стан. Наприклад, гідроген хлорид HCl — газ, у водному розчині (хлоридній кислоті) він є розчиненою речовиною. Рідку за нормальних умов сульфатну кислоту H_2SO_4 називають розчиненою речовиною, навіть тоді, коли її вміст у водному розчині становить понад 50 %. Проте існує розчин під назвою олеум, що складається із сульфур(VI) оксиду SO_3 та сульфатної кислоти H_2SO_4 . У ньому розчиненою речовиною є сульфур(VI) оксид, а розчинником — сульфатна кислота.

Завдання 1. На прикладі істинного розчину конкретної речовини поясни, яким способом можна розділити його компоненти. Чому інші способи (назви їх) не придатні для розділення компонентів наведеного тобою розчину?

Розчини класифікують за агрегатним станом на тверді (наприклад, сплави металів), газуваті (наприклад, повітря) та рідкі, яких більшість.

Істинний розчин (розчин) — це однорідна (гомогенна) суміш змінного складу, утворена з двох і більше компонентів, один з яких називають розчинником, інший — розчиненою речовиною. Розміри структурних частинок розчиненої речовини менші від 1 нм ($1,0 \cdot 10^{-9}$ м).

ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ.

З поміж відомих тобі фізичних величин для характеристики розчинів часто використовують густину. **Густину розчину (ρ)** визначають як відношення маси розчину до його об'єму; вимірюється у кг/л або г/мл.

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ де } m — \text{ маса розчину, } V — \text{ об'єм розчину.}$$

Таблиця 1 містить перелік деяких властивостей водних розчинів речовин, ілюстрований конкретними прикладами. З'ясуй, які властивості мають розчини та як ці властивості відрізняються від фізичних властивостей компонентів.

Таблиця 1

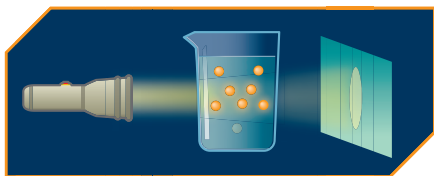
№	Властивість розчину	Приклад
1	Фізична властивість смаку у розчині зберігається	Розчин цукру солодкий
2	Температура кипіння розчину вища, ніж температура кипіння чистого розчинника	Розчин, виготовлений із натрій хлориду масою 58,5 г (1 моль) і води об'ємом 1 л, закипає за 101,2 °С
3	Температура замерзання розчину нижча, ніж температура замерзання чистого розчинника	Водний розчин з масовою часткою натрій хлориду 20 % замерзає за температури –16,8 °С
4	Густина водних розчинів переважно більша за густину розчинника	Густина води 1 г/мл, а густина водного розчину сульфатної кислоти з умістом розчиненої речовини 50 % становить 1,305 г/мл. Хоча водний розчин етанолу (медичного спирту) має меншу густину, ніж вода
5	Об'єм розчину ніколи не дорівнює сумі об'ємів окремих компонентів	Розчин, виготовлений з води об'ємом 500 мл й етанолу об'ємом 500 мл, має об'єм 940 мл

Антифриз — спеціальний охолоджувальний розчин, про який знають усі власники авто, адже він запобігає перегріву двигуна влітку і переохолодженню взимку. Антифриз виготовляють на основі органічної речовини етиленгліколю $C_2H_6O_2$. Суміш, що містить 60 % етиленгліколю та 40 % дистильованої води, замерзає за температури –45 °С.

Завдання 2. Поміркуй, на яких властивостях розчинів ґрунтується розглянуте використання антифризу.

ПОНЯТТЯ ПРО КОЛОЇДНІ РОЗЧИНИ. Колоїдні розчини за візуального сприйняття теж однорідні. Усі їхні частинки, як і в істинних розчинах, рівномірно розподілені в об'ємі колоїдного розчину та проходять крізь пори фільтра. Проте це не окремі молекули чи йони, а їхні скупчення розміром не більше ніж 100 нм. Такі частинки називають **колоїдними**, звідси й походить назва розчинів.

Прикладами колоїдних розчинів є розчини желатину, крохмальний клейстер, білок курячого яйця, клей. Якщо в темряві спрямувати промінь світла через колоїдний розчин, усередині виникає яскравий світний конус. Це відбувається завдяки розсіюванню світла колоїдними частинками (*мал. 2*). Такий ефект не спостерігають в істинних розчинах. Подібне явище можна побачити, коли сонячне світло проходить крізь туман або запилене повітря: у тумані його розсіюють мікрокраплинки води, а в повітрі — дрібні часточки пилу.



а



б



в

Мал. 2. Проходження світлового потоку крізь колоїдний розчин (а), крізь задимлене повітря (б), крізь туман (в)

Колоїдні розчини досить стійкі й зберігаються доволі довго. Хоча **коагуляція** — процес укрупнення (злипання) колоїдних частинок — теж можлива.

Унаслідок коагуляції колоїдного розчину може утворитися гель — драглисте утворення. Завдяки сітчастій структурі гелі зберігають форму і мають низьку текучість. Приклади гелів продемонстровано на *колажі*.



Мармелад



Желе



**ГЕЛЬ
ДЛЯ
ДУШУ**



Контактні лінзи



Капсули для прання



**ГЕЛЬ
ДЛЯ
ВОЛОСЯ**



Лікарський засіб

Завдання 3. Переглянь відео за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/uzgap> чи QR-кодом. Запиши в зошиті назви істинних і колоїдних розчинів, згаданих у відео. За якими ознаками класифікують розчини у відео? Склади схему «Класифікація розчинів» на основі отриманої інформації.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ



Антон
Думанський
(1880–1967)

Вивчення колоїдних розчинів — одне із завдань колоїдної хімії. Сучасна колоїдна хімія — фундаментальна хімічна наука, досягнення якої застосовують у промисловості, сільському господарстві, фармацевтиці, харчовій промисловості та ін. Одним із основоположників колоїдної хімії в Україні є Антон Володимирович Думанський, академік Академії наук УРСР, випускник Київського політехнічного інституту.

У 1904 р. він організував у Києві першу лабораторію колоїдної хімії, був засновником Інституту колоїдної хімії НАН України. На знак вшанування заслуг ученого в 1980 р. цій науково-дослідній установі присвоєно ім'я А. В. Думанського.

Праці А. В. Думанського та його учнів сприяли розробці нових технологій виробництва продукції у хлібопекарській, цукровій та інших галузях промисловості.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Назви ознаку, за якою суміші поділяють на однорідні та неоднорідні. До якого виду сумішей належать істинні розчини?
2. З'ясуй, якими істинними та колоїдними розчинами твоя родина користується повсякчас; уклади їх переліки.
3. Якими способами можна розділити суміші: води й олії, води і піску, залізних ошурків і піску, води і кухонної солі? На основі цієї умови склади тестове завдання на відповідність.
4. Який із розчинів — кисіль чи чай із цукром — належить до істинних, а який — до колоїдних? Запропонуй експеримент, щоб відповісти на це запитання.
5. Знаючи властивості розчинів, поясни, чому в ожеледицю тротуари посипають піщано-сольовою сумішшю, а обслуговування автомобілів передбачає обов'язкове використання антифризів. Вислови судження щодо впливу на довкілля піщано-сольової суміші.

6. Порівняй масу розчину сульфатної кислоти об'ємом 200 мл (густина розчину 1,305 г/мл) і масу води об'ємом 200 мл.
7. З доступних джерел дізнайся та підготуй стисле повідомлення про сучасні досягнення Інституту колоїдної хімії та хімії води НАН України імені А. В. Думанського.
-  8. Створи комп'ютерний колаж з прикладами істинних та колоїдних розчинів.



§ 2

З'ЯСОВУЄМО І ЗАСТОСОВУЄМО СПОСОБИ ВИРАЖЕННЯ СКЛАДУ РОЗЧИНІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- Пригадай формулу обчислення масової частки розчиненої речовини в розчині.
- Яке числове значення сталої Авогадро і що воно означає?
- Яку фізичну величину називають кількістю речовини (n)? В яких одиницях вона вимірюється?
- Як обчислити відносну молекулярну (M_r) та молярну (M) маси речовини?
- Обчисли масову частку розчиненої речовини у розчині, виготовленому із розчиненої речовини масою 40 г і води об'ємом 360 мл.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ СКЛАДУ РОЗЧИНУ. Щодо розчинів термін «склад» характеризує неподільну єдність його компонентів — розчинника й розчиненої речовини. Склад розчину є довільним, тобто з одних і тих самих розчинника і розчиненої речовини можна виготовити розчини з різним умістом компонентів. Такі розчини матимуть однаковий **якісний** склад (набір компонентів), але відрізнятимуться **кількісним** складом (умістом кожного компонента).

Для характеристики **якісного складу** розчинів використовують поняття **розбавлений розчин** (вміст розчиненої речовини невеликий) і **концентрований розчин** (містить відносно велику кількість розчиненої речовини).

Склад розчину — це єдність розчинника і розчиненої речовини, яка залишається сталою за якісним складом, але може варіюватися за кількісним умістом компонентів.

У наукових дослідженнях і практичному використанні розчинів важливо знати не лише, з яких речовин вони виготовлені (якісний склад), а й уміст розчиненої речовини в одиниці маси чи об'єму розчину, тобто його кількісний склад.

МАСОВА ЧАСТКА РОЗЧИНЕНОЇ РЕЧОВИНИ. Один зі способів вираження кількісного складу розчинів є масова частка розчиненої речовини, відома тобі з попередніх років вивчення хімії. Наприклад, записи щодо розчину глюкози «0,05» і «5 %» означають, що в розчині масою 100 г міститься глюкоза масою 5 г. Тобто вміст розчиненої речовини в розчині зазначають або часткою від одиниці або у відсотках. Розглянутий спосіб вираження складу розчинів широко застосовується у фармацевтичній практиці, маркуванні харчових продуктів, продукції побутової хімії тощо (*колаж*).

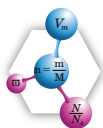


Медіапошук

З доступних джерел дізнайся, який медичний засіб називають нашатирним спиртом, з якою метою та як його використовують для надання першої медичної допомоги. Яких заходів безпеки потрібно дотримуватися під час використання нашатирного спирту?

Нашатирний спирт інколи називають «швидкою допомогою» для рослин. Дізнайся, з якою метою садівники і городники безпечно використовують цей розчин.

Для людей таких професій, як хімік-технолог, фармацевт, кулінар, агроном тощо, важливо знати кількісний склад розчину, що виражається різними величинами.



Нумо обчислювати

КІЛЬКІСНИЙ СКЛАД РОЗЧИНІВ,
ВИРАЖЕНИЙ МАСОВОЮ ЧАСТКОЮ
РОЗЧИНЕНОЇ РЕЧОВИНИ

» Обчислення виконай у складі навчальної групи.

Завдання 1. Розв'яжіть задачі 1–3.

1. Чи відрізняється масова частка цукру у підсолодженій воді, яку виготовили із цукру масою 60 г і води об'ємом 140 мл, від тієї, що виготовили із цукру масою 30 г і води об'ємом 170 мл?
2. Розчин масою 80 г з масовою часткою натрій хлориду 25 % розбавили водою об'ємом 120 мл. Як змінилась масова частка натрій хлориду? Який з розчинів солоніший на смак?
3. Щоб прискорити виготовлення розчину із цукру масою 800 г і води об'ємом 1200 мл, господиня поставила широкую миску з ними на плиту і кип'ятила 15 хвилин. За цей час вода об'ємом 95 мл випарувалась. Якою була масова частка цукру в розчині відразу після закипання та якою стала після кипіння протягом 15 хв?

Завдання 2. На основі розв'язків задач 2 і 3 сформулюйте правило, як: а) збільшити масову частку розчиненої речовини у розчині, не змінюючи її маси; б) зменшити масову частку розчиненої речовини у розчині, не змінюючи її маси.

Завдання 3. Розгляньте приклад розв'язування задачі на змішування розчинів з різною масовою часткою розчиненої речовини.

Приклад. Визначте маси розчинів із масовою часткою розчиненої речовини 10 % та 90 %, необхідних для приготування розчину масою 160 г із масовою часткою розчиненої речовини 30 %.

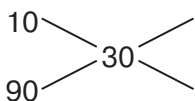
Відомо:

$$\begin{aligned} w_1 &= 10 \% \\ w_2 &= 90 \% \\ w_3 &= 30 \% \\ m_3(\text{розчину}) &= 160 \text{ г} \end{aligned}$$

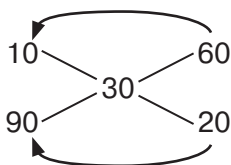
$$\begin{aligned} m_1(\text{розчину}) &= ? \\ m_2(\text{розчину}) &= ? \end{aligned}$$

Розв'язання

Найпростіший спосіб розв'язування цієї задачі — за правилом змішування знайти співвідношення розчинів з масовими частками 10 % та 90 % розчиненої речовини.



З числами, що розташувались на одній лінії, виконується арифметична дія віднімання: від більшого числа віднімають менше, а одержаний результат записують на іншому кінці прямої. Він означає масу розчину з масовою часткою, на яку вказує вигнута стрілка.



$$90 - 30 = 60$$

$$30 - 10 = 20$$

На підставі цих записів бачимо, що змішуванням 60 г розчину з $w = 10\%$ і 20 г розчину з $w = 90\%$ виготовляють $60 + 20 = 80$ г розчину з $w = 30\%$.

За умовою задачі необхідно виготовити не 80 г розчину з масовою часткою розчиненої речовини 30 %, а 160 г.

Тому виконуємо подальше обчислення: $160 \text{ г} : 80 \text{ г} = 2$.

Отже, маса кожного розчину має бути вдвічі більшою:

$$m_1(\text{розчину}) = 60 \text{ г} \cdot 2 = 120 \text{ г}$$

$$m_2(\text{розчину}) = 20 \text{ г} \cdot 2 = 40 \text{ г}$$

Відповідь: 120 г розчину з $w = 10\%$ і 40 г розчину з $w = 90\%$.

Виконані завдання і розглянутий приклад переконали тебе в тому, що **масова частка розчиненої речовини** показує відносну кількість розчиненої речовини порівняно із загальною масою розчину. Наприклад, масова частка розчиненої речовини 0,2 (20 %) показує, що маса розчиненої речовини відноситься до маси розчину як 0,2 : 1, або як 20 % : 100 %. Це безрозмірні (відносні) величини, що характеризують склад розчину.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

МОЛЯРНА КОНЦЕНТРАЦІЯ. Оскільки водні розчини перебувають у рідкому агрегатному стані, під час досліджень зручніше не зважувати їх, а відмірювати потрібний об'єм за допомогою мірного посуду. У таких випадках доцільніше описувати кількісний склад розчину не масовою часткою розчиненої речовини, а **молярною концентрацією розчину**.

Молярна концентрація (C) — відношення кількості молей n розчиненої речовини до об'єму розчину V :

$$C = \frac{n}{V}.$$

Значення молярної концентрації розчину позначають літерою M з відповідним коефіцієнтом, наприклад: $C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2M$.

Таке позначення вказує на те, що в 1 дм^3 (1 л) розчину міститься 2 моль сульфатної кислоти H_2SO_4 .

Відоме значення молярної концентрації дає змогу не лише визначити склад розчину за вмістом кількості речовини в одиниці об'єму розчину, а й проводити різні розрахунки: визначати потрібний об'єм розчину для реакції, знаходити масу чи кількість розчиненої речовини. Якщо відома густина розчину, можна також перевести молярну концентрацію розчину в масову частку розчиненої речовини і навпаки.

Приклад. Обчислимо молярну концентрацію хлоридної кислоти з масовою часткою гідроген хлориду HCl 36,2 %, густина якої $1,18 \text{ г/см}^3$.

Розв'язання:

Обчислюємо $m_{(\text{р-ну})}$ за формулою $m = V \cdot \rho$:

$$m_{(\text{р-ну})} = 1000 \cdot 1,18 = 1180 \text{ г}.$$

Маса гідроген хлориду в розчині, дорівнює:

$$m(\text{HCl}) = \frac{1180 \cdot 36,2}{100} = 427,16 \text{ г}.$$

Обчислюємо молярну масу HCl : $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$.

Обчислюємо кількість речовини HCl :

$$n = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{427,16}{36,5} = 11,7 \text{ моль}.$$

Обчислюємо молярну концентрацію:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{11,7 \text{ моль}}{1 \text{ дм}^3} = 11,7 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}.$$

Відповідь: молярна концентрація хлоридної кислоти $11,7 \text{ моль/дм}^3$.

Молярна концентрація — досить поширений спосіб вираження складу розчинів у хімічних лабораторіях і на виробництві. Наприклад, у фармації її використовують для розрахунку дозування активних речовин у ліках, у харчовій промисловості — під час виготовлення газованих напоїв, щоб точно дозувати лимонну кислоту або вуглекислий газ. У медичних лабораторіях за молярною концентрацією визначають



вміст глюкози в крові чи концентрацію йонів Натрію, Кальцію та Калію, що є важливим для діагностики стану здоров'я людини.

Завдання. Із калій сульфату K_2SO_4 масою 87 г виготовили розчин об'ємом 500 см^3 . Обчисли молярну концентрацію виготовленого розчину.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Що означає масова частка розчиненої речовини в розчині та як її обчислюють?
2. Поширеним антисептиком та кровоспинним медичним засобом є добре відомий багатьом людям розчин під назвою «Перекис водню» з масовою часткою гідроген пероксиду 3 %. Обчисли масу гідроген пероксиду H_2O_2 у 500 г медичного засобу «Перекис водню» та масу розчину гідроген пероксиду з масовою часткою розчиненої речовини 30 % й очищеної води, які знадобляться для його виготовлення.
3. З метою весняного підживлення огірків, часнику та інших городніх рослин використовують нашатирний спирт, склад якого було з'ясовано тобою під час опрацювання рубрики «Медіапошук». Обчисли кількість речовини амоніаку, з якого виготовили нашатирний спирт масою 340 г.
4. Розчин масою 360 г з масовою часткою кухонної солі 20 % розбавили водою об'ємом 140 мл. Якою стала масова частка розчиненої речовини у виготовленому розчині?
5. Після часткового випарювання розчину масою 240 г з масовою часткою нелеткої розчиненої речовини 30 % маса розчину дорівнювала 200 г. Обчисли масову частку розчиненої речовини у новоутвореному розчині.
6. Побувай на екскурсії у хімічній лабораторії закладу вищої освіти чи хімічній лабораторії неорганічної або аналітичної хімії науково-дослідного інституту. Під час екскурсії проведи бліцопитування працівників лабораторії і з'ясуй:
 - 6.1. Яке призначення лабораторії?
 - 6.2. Що входить до завдань працівників лабораторії?
 - 6.3. Які способи вираження кількісного складу розчинів практикуються?
 - 6.4. Як у лабораторії виготовляють і зберігають розчини?
 - 6.5. У разі проведення віртуальної екскурсії самостійно сформулюй відповіді на поставлені запитання.



§ 3

ВЧИМОСЯ ПИСАТИ І НАЗИВАТИ ФОРМУЛИ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН



Пригадуємо й застосовуємо

- Які хімічні елементи мають сталу валентність?
- Що називають ступенем окиснення елемента?
- Який ступінь окиснення Оксигену в оксидах, Гідрогену у сполуках (за винятком його бінарних сполук з металічними елементами)?
- Що спільного та чим відрізняються катіони від аніонів?
- Назви відомі тобі класифікації речовин.
- Наведи приклади простих і складних речовин.

Вивчення хімії у 9 класі ти розпочинаєш з дослідження розчинності речовин. Не лише в цій, а й в інших темах будеш мати справу з багатьма неорганічними речовинами. Не «потонути» у масиві назв та формул неорганічних речовин, а вільно ними оперувати тобі допоможе матеріал цього параграфа.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

НА ЯКІ ОСНОВНІ ГРУПИ / КЛАСИ ПОДІЛЯЮТЬ НЕОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ? Ти знаєш, що неорганічні речовини за складом поділяють на прості й складні. Серед простих речовин розрізняють метали й неметали.

Завдання 1. Із переліку формул вибери і назви прості речовини, класифікувавши їх на метали й неметали: H_2S , O_2 , CaO , H_2 , NaCl , N_2 , NH_3 , Fe , F_2 , KOH , H_3PO_4 , Cu .

Складні неорганічні речовини об'єднують у такі основні групи / класи: оксиди, основи, амфотерні гідроксиди, кислоти, солі (таблиця 1).

Таблиця 1

Клас / група речовин	Визначення / характеристика	Приклад
Оксиди	Бінарні сполуки елементів з Оксигеном, у яких ступінь його окиснення дорівнює -2	CaO P_2O_5

Клас / група речовин	Визначення / характеристика	Приклад
Основи	Складні речовини, утворені катіонами металічних елементів і гідроксид-аніонами	NaOH Ca(OH) ₂
Кислоти	Складні речовини, утворені з катіонів Гідрогену, здатних заміщуватися на катіони металічного елемента, і кислотних залишків	HNO ₃ H ₃ PO ₄
Солі	Складні речовини, утворені катіонами металічних елементів й аніонами кислотних залишків	NaCl CaCO ₃

Кожна речовина, до якого б класу вона не належала, має індивідуальну назву. Запам'ятати назви і формули всіх неорганічних речовин (а їх близько 1 млн!) нереально, та й немає у цьому потреби. У хімії розроблено номенклатуру складних неорганічних речовин, її знання дасть тобі змогу почуватися впевнено у пізнанні хімії, адже ти вмітимеш називати й писати хімічні формули неорганічних речовин та рівняння реакцій.

Складають хімічні формули і називають неорганічні речовини з дотриманням наведених нижче правил номенклатури.

НОМЕНКЛАТУРА ОКСИДІВ

О К С И Д И	- Назва кожного оксиду складається з двох слів, ужитих у називному відмінку. Перше слово — це назва хімічного елемента, друге слово — «оксид». - Якщо елемент має змінну валентність, її зазначають у круглих дужках після назви елемента. Між назвою елемента та дужкою не роблять відступу. - Обидва слова пишуться з малої літери, за винятком початку речення. Наприклад: Fe₂O₃ — ферум(III) оксид; FeO — ферум(II) оксид; CaO — кальцій оксид.
--	--

НОМЕНКЛАТУРА КИСЛОТ

К И С Л О Т И	- Назва кожної кислоти складається з двох слів, ужитих у називному відмінку. - Першим називають кислотний залишок, додаючи закінчення -на. - Другим записують слово «кислота».
--	---

- Приклади формул і назв кислот (примітка: назва кислотного залишку виділена жирним):

HCl — **хлоридна** кислота;

HNO_3 — **нітратна** кислота;

H_2SO_4 — **сульфатна** кислота;

H_2CO_3 — **карбонатна** кислота;

H_3PO_4 — **ортофосфатна** кислота.

З наведених прикладів стає зрозуміло, що за основу назви кислоти взято назву кислотоутворювального хімічного елемента.

НОМЕНКЛАТУРА ОСНОВ

- Назва основ складається з двох слів.
- Першим називають катіон металічного елемента.
- Другим записують слово «гідроксид», що вказує на наявність гідроксид-аніона OH^- (гідроксильної групи OH).
- Якщо металічний елемент має змінну валентність, її зазначають у круглих дужках після назви металічного елемента без відступу від символу.
- Обидва слова вживаються у називному відмінку і пишуться з малої літери, за винятком початку речення.

Приклади: $\text{Cu}(\text{OH})_2$ — купрум(II) гідроксид;

CuOH — купрум(I) гідроксид;

KOH — калій гідроксид.

НОМЕНКЛАТУРА СОЛЕЙ



Ці правила стосуються лише солей, утворених повним заміщенням катіонів Гідрогену у молекулі кислоти.

- Назва солей складається з двох слів.
- Першим називають металічний елемент у називному відмінку.
- Якщо металічний елемент має змінну валентність, її вказують у круглих дужках без відступу від символу.
- Другим називають кислотний залишок у називному відмінку:

Приклади: NaCl — натрій хлорид;

FeSO_4 — ферум(II) сульфат.

Читається так: «Ферум-два-сульфат».



Завдання. Потренуйтеся у застосуванні розглянутої номенклатури оксидів, основ, кислот, солей.

1. Назвіть оксиди, формули яких: Cu_2O , CuO , CO_2 , H_2O , BaO .
2. Складіть формули оксидів за їхньою назвою: силіцій(IV) оксид, магній оксид, сульфур(VI) оксид, алюміній оксид.
3. Назвіть «третього зайвого» у рядку формул: H_2SO_3 , Na_2SO_3 , HNO_3 .
4. Класифікуйте формули неорганічних речовин на групи: оксиди, основи, кислоти, солі.
 H_2SO_4 , CO_2 , CaCO_3 , NaNO_3 , ZnS , KOH , Mn_2O_7 , MgCl_2 , H_3PO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
Складіть назви речовин.



Медіапошук

Серед неорганічних сполук є такі, для яких збереглись і використовуються тривіальні назви (вони склались історично). Наприклад, їдкий натр, поташ, гашене вапно, негашене вапно, чадний газ, соляна кислота та інші.

Завдання. Назви за систематичною номенклатурою речовини, про які йдеться в рубриці «Медіапошук».



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

- ✓ **Амфотерні гідроксиди.** Подібно до основ, вони утворені катіонами металічного елемента й аніонами гідроксильних груп, наприклад: $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$. На них поширюються правила номенклатури основ. Відрізняються амфотерні гідроксиди від основ хімічними властивостями.
- ✓ Окрім розглянутих у параграфі середніх солей, зустрічаються **кислі солі**, наприклад харчова сода NaHCO_3 . Формула цієї речовини свідчить, що повного заміщення атомів Гідрогену металічним елементом не відбулося. Тому такі солі називають кислими солями. Їх номенклатура подібна до номенклатури середніх солей, однак у назві кислотного залишку обов'язково вказують наявність Гідрогену. Отже, за систематичною номенклатурою харчова сода називається натрій гідрогенкарбонат.
- ✓ Деякі кислотоутворювальні хімічні елементи входять до складу кількох різних кислот. Це відображається у їхній назві. Так, Сульфур є у складі не лише сульфатної кислоти H_2SO_4 , а й сульфітної H_2SO_3 та сульфідної H_2S .



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Що покладено в основу класифікації складних неорганічних речовин?
2. Напиши формули магній оксиду, магній гідроксиду, магній сульфату. Що спільного та чим відрізняється склад цих речовин?
3. Увідповідни формулу та назву речовини.

Формула

1 FeO

2 Fe₂O₃

3 Fe(OH)₃

4 FeSO₄

Назва речовини

А ферум(III) гідроксид

Б ферум(II) сульфат

В ферум(III) оксид

Г ферум(III) сульфат

Д ферум(II) оксид

4. Формул якого класу неорганічних речовин у цьому переліку найбільше:

PbCl₂, HCl, BeO, TiO₂, LiNO₃, Mg(OH)₂, Na₃PO₄?

5. Неорганічних речовин якого класу немає у такому переліку речовин: цинк хлорид, нітратна кислота, хром(II) гідроксид?

6. За матеріалами параграфу уклади ментальну карту складних неорганічних речовин.



7. Розподіліть між собою у групі, хто виготовить картки з 4–5 формулами: оксидів, основ, кислот, солей, щоб на наступному уроці обмінятися ними з іншою групою і назвати за систематичною номенклатурою речовини, формули яких записані на отриманих картках.



§ 4

З'ЯСОВУЄМО, ЧОМУ ВОДА РОЗЧИНЯЄ РЕЧОВИНИ ТА ЯКИЙ ЗВ'ЯЗОК НАЗИВАЮТЬ ВОДНЕВИМ

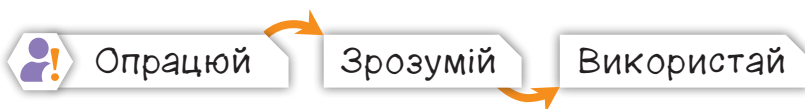


Пригадуємо й застосовуємо

- Пригадай визначення поняття електронегативності.
- Які ти знаєш види хімічного зв'язку?

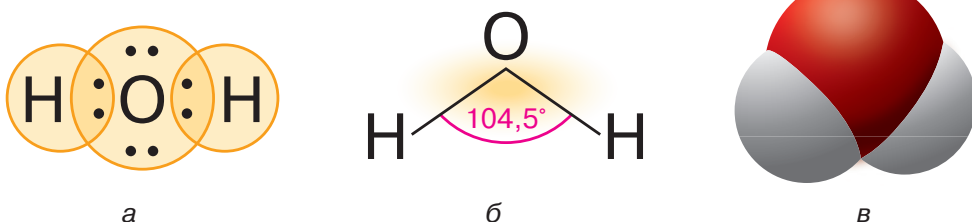
- Чим відрізняються йонні й аморфні речовини?
- Назви елементи «лідери» за величиною електронегативності.
- З яких структурних частинок складаються кристалічні ґратки натрій хлориду?

Як тобі відомо, вода є найпоширенішим розчинником, у ній розчиняється багато твердих, рідких і газоподібних речовин. Опрацювавши інформацію цього параграфа, ти зрозумієш, що розчинення відбувається завдяки особливій будові молекули води.



ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ МОЛЕКУЛИ ВОДИ. Електронна формула (мал. 3, а) відображає утворення в молекулі води ковалентних полярних зв'язків атома Оксигену з двома атомами Гідрогену за допомогою двох спільних електронних пар. Між атомами Гідрогену й атомом Оксигену утворюється кут $104,45^\circ$ (мал. 3, б).

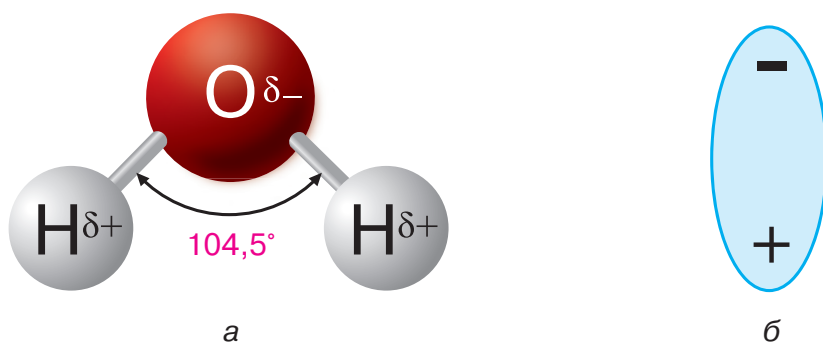
Завдання 1. Розглянь, як у молекулі води утворюються два ковалентні полярні зв'язки (мал. 3, а), просторове розташування атомів у молекулі води (мал. 3, в) та як витримано кутову будову молекули води на її моделі (мал. 3, б).



Мал. 3. Молекула води: а — утворення ковалентних зв'язків; б — схема просторової будови; в — модель молекули

Молекула води має кутову будову. Якщо сполучити уявними лініями атоми в її молекулі, то між хімічними зв'язками утвориться кут $104,45^\circ$.

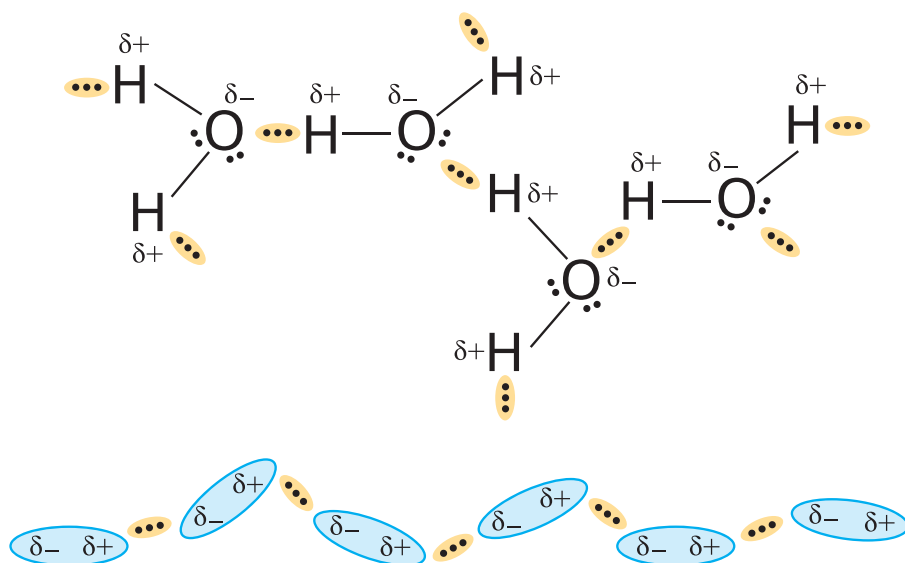
Внаслідок того що у молекулі води зв'язки ковалентні полярні, а спільні електронні пари зміщені до більш електронегативного елемента Оксигену (мал. 3, а), його атом набуває часткового негативного електричного заряду, що позначається δ^- (читається «дельта мінус»), а кожний атом Гідрогену — часткового позитивного електричного заряду, що позначається δ^+ (читається «дельта плюс») (мал. 4, а).



Мал. 4. Полярність молекули води: а — частково заряджені атоми Оксигену і Гідрогену; б — зображення диполя води

Зі схеми й моделі молекули води (мал. 3, б, в) видно, що атоми Гідрогену розміщені по один бік від атома Оксигену. Таке розташування атомів у молекулі води зумовлює наявність двох електричних полюсів, тому молекулу води називають **електричним диполем** або просто **диполем**. Диполь води зображають у формі витягнутого еліпса із частковими зарядами (мал. 4, б).

ПОНЯТТЯ ПРО ВОДНЕВИЙ ЗВ'ЯЗОК. Електричні диполі молекул води завдяки частковим різнойменним зарядам притягуються один до одного. Притягання відбувається між атомом Гідрогену однієї молекули та атомом Оксигену іншої, як показано на малюнку, внаслідок цього між молекулами утворюється хімічний зв'язок, який називають **водневий зв'язок**. Як показано на малюнку 5, водневий зв'язок умовно позначають трьома крапками.



Мал. 5. Утворення водневого зв'язку між молекулами води

Водневий зв'язок — це хімічний зв'язок, утворений завдяки електростатичному притяганню між частково позитивно зарядженим атомом Гідрогену й частково негативно зарядженим атомом Оксигену чи іншого сильно електронегативного хімічного елемента (Флуору, Нітрогену).

Водневий зв'язок може утворюватися як між молекулами (бути міжмолекулярним, як у воді), так і в одній молекулі (бути внутрішньомолекулярним, як у білків).

Хоча водневий зв'язок приблизно в 10 разів слабший за ковалентний, він впливає на властивості речовин. Наявність цього зв'язку між молекулами води зумовлює такі її властивості, як відносно високу температуру кипіння (+100 °C), рідкий агрегатний стан за нормальних умов, здатність розчиняти багато речовин з йонним та ковалентним полярним зв'язками.

Завдання 2. Гідроген сульфід H_2S , на відміну від води, за нормальних умов — газувата речовина з температурою кипіння -60°C . У гідроген сульфіді не розчиняються йонні сполуки. Спробуй пояснити причину відмінності у властивостях цих речовин.

РОЗЧИННІСТЬ ЯК ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЧОВИНИ. Багато речовин утворюють з водою істинні розчини. Як і будь-які суміші, водні розчини мають довільний склад. За кількісним складом розчини поділяють на **ненасичені й насичені**.

Ненасиченим називають розчин, у якому за певних умов (температури, а для газів ще й тиску) можна розчинити додаткову порцію речовини.

Насичений розчин — це розчин, у якому розчинена речовина за певної температури й тиску більше не розчиняється.

Наприклад, за температури $+20^\circ\text{C}$ у воді масою 100 г розчиняється кухонна сіль масою не більше ніж 35,9 г. Розчин, виготовлений у такий спосіб, буде насиченим за температури $+20^\circ\text{C}$. Додаткові порції солі в ньому за цієї температури розчинити не вдасться (*мал. 6*).



a

б

Мал. 6. Розчини кухонної солі:

a — ненасичений;

б — насичений

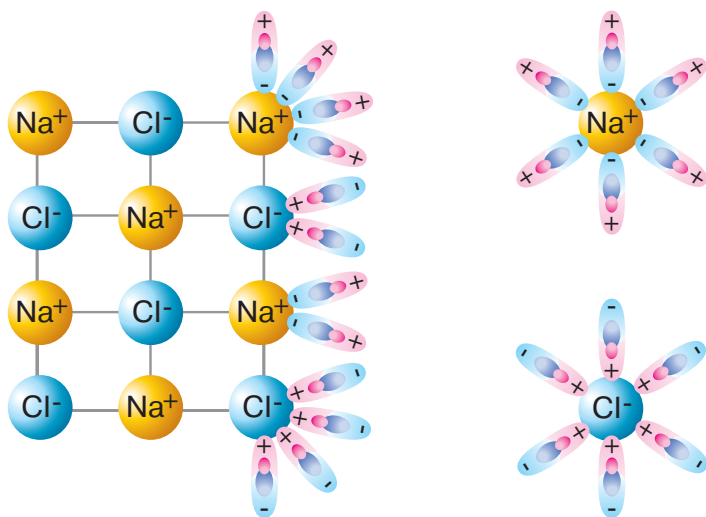
За умов підвищення температури до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ додатково розчиниться сіль масою 3 г. Цілком очевидно, що розчини, виготовлені із солі масою 3,59 г та води масою 100 г, будуть ненасиченими за обох температур. Тож їх можна й далі «насичувати», розчиняючи нові порції солі.

Розглянутий приклад доводить, що у порції розчинника за конкретних умов може максимально розчинитися певна кількість речовини. Причому для різних речовин вона буде різною. Здатність речовини розчинятися в певному розчиннику є однією з її фізичних характеристик, яку називають **розчинність**.

Розчинність — це здатність речовини розчинятися у воді або іншому розчиннику з утворенням істинного розчину. Кількісною характеристикою розчинності слугує максимальна маса речовини чи максимальний об'єм газу, які можуть розчинитись у розчиннику масою 100 г за певних умов.

Здатність води розчиняти речовини зумовлена будовою її молекул.

Під час розчинення натрій хлориду (кухонної солі) полярні молекули води (диполі води) розташовуються навколо йонів Натрію й Хлору (мал. 7).

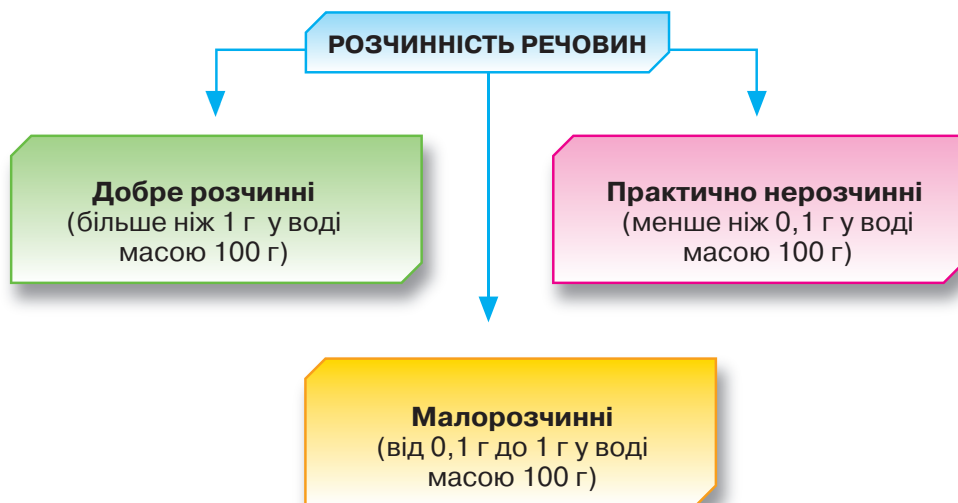


Мал. 7. Розчинення натрій хлориду у воді

Зверни увагу, як саме розташовуються диполі навколо катіонів Натрію, а як — навколо аніонів Хлору. Один йон зазнає впливу кількох диполів.

Сила притягання одного йона до кількох полярних молекул води виявляється більшою за силу притягання між різноіменно зарядженими йонами у кристалі кухонної солі. Тому під впливом дії диполів води йонний зв'язок у кристалі руйнується і йони переходять у розчин. Продовжується це до утворення насиченого розчину.

Розчинність у воді твердих і рідких речовин за температури $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ покладено в основу їх класифікації на **добре розчинні**, **малорозчинні** та **практично нерозчинні** (мал. 8).



Мал. 8. Класифікація речовин за розчинністю

Вчені дослідили розчинність неорганічних речовин у воді за температури від $+20$ до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ й уклали таблицю розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей (див. форзац 2).



Медіапошук

однієї з мінеральних вод, уклади перелік наявних у ній катіонів й аніонів. Зазнач, вміст яких найбільший.

На етикетках пляшок з мінеральною водою зазначають її хімічний склад. Проаналізуй текст етикетки



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Коли вода контактує з гірськими породами, вона поступово розчиняє солі та гази, які в них містяться. Так утворюються природні розчини — мінеральні води, до складу яких часто входять цінні для організму людини речовини. Україна славиться джерелами, з яких видобувають мінеральні води, що мають лікувальні властивості. Найвідоміші серед них — «Миргородська», «Трускавецька», «Поляна Квасова» та інші.

Хоча ці мінеральні води мають лікувальні властивості, необхідно пам'ятати, що надмірне їх споживання може нашкодити здоров'ю. Тому лікувальні мінеральні води варто вживати лише за призначенням лікаря.

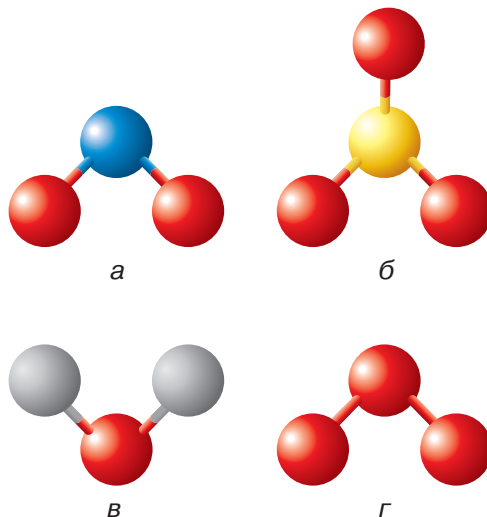
Завдання

З'ясуй, які мінеральні води добувають у твоєму регіоні. Дізнайся про їхній йонний склад і користь для здоров'я людини.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Поясни, чим особливий водневий зв'язок.
2. Яке значення мають електростатичні диполі води для розчинення речовин? Для відповіді використай самостійно складену схему.
3. Поясни, яка із двох летких сполук галогенів з Гідрогеном — гідроген фторид чи гідроген йодид — має міжмолекулярний водневий зв'язок.
4. Серед наведених моделей укажи модель молекули води.



атом Оксигену

5. Чи погоджуєшся ти з думкою, що подрібнення збільшує розчинність речовин у воді? Свою відповідь прокоментуй.
6. Гідроген хлорид — добре розчинна у воді газувата речовина. За нормальних умов у воді об'ємом 1 л можна розчинити гідроген хлорид об'ємом близько 500 л. Обчисли масову частку гідроген хлориду у хлоридній кислоті, виготовленій розчиненням гідроген хлориду об'ємом 896 л (н. у.) у воді об'ємом 2 л.
7. На основі класифікації речовин на групи за розчинністю у воді та таблиці розчинності вислови судження про можливість розчинення кальцій гідроксиду $\text{Ca}(\text{OH})_2$ масою 20 г у воді масою 100 г.
8. Уклади порівняльну таблицю наявних катіонів та аніонів у складі двох різних мінеральних вод.



§ 5

ПОНЯТТЯ ПРО ЕКСТРАКЦІЮ РЕЧОВИН



Пригадуємо й застосовуємо

- Які способи розділення сумішей ти знаєш?
- Що показує фізична величина «густина»?
- Які з відомих тобі способів розділення сумішей не можна застосувати до розчинів? Поясни чому.
- Чому виготовлена із води й соняшникової олії суміш досить швидко розшаровується?
- Чи можливе в суміші води з соняшниковою олією розташування води у верхньому шарі?

Опрацювання цього параграфу розширить твої знання про вибіркове розділення розчину або твердої суміші за допомогою *методу екстракції*.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ ПРО ЕКСТРАКЦІЮ. Екстракція — це спосіб розділення суміші речовин за допомогою розчинників. Екстракцією на побутовому рівні людина займається здавна, готуючи відвари, настоянки, витяжки рослинних соків тощо. Дотепер цей спосіб розділення сумішей використовується в народній медицині для виготовлення деяких лікувальних засобів. З розвитком хімічної науки й промисловості екстракція набула промислового застосування, зокрема для виділення потрібних компонентів із сумішей за допомогою різних органічних розчинників (наприклад, спиртів, бензину, гексану, ацетону), а також води (добре тобі відоме приготування чаю, кави).

Екстракція (з лат. *extractio* — витягувати, добувати) полягає у розділенні розчину або сухої суміші речовин за допомогою **селективного** розчинника, який називається **екстрагентом**. Селективність розчинника означає, що він вибірково вилучає певні компоненти суміші, ігноруючи інші. Кращим вважається той екстрагент, що розчиняє максимальну кількість одного компонента і мінімальну кількість інших. Висока селективність дає змогу знизити витрату екстрагента й ощадливо проводити екстрагування.

Екстракція речовин — це процес вилучення однієї або кількох речовин із суміші (твердої, рідкої або газуватої) за допомогою екстрагента, який вибірково розчиняє потрібні компоненти суміші, залишаючи інші в початковій суміші.

Для екстракції / вилучення компонента розчину підбирають екстрагент, який не змішується з розчином, але в ньому розчиняється речовина, яку потрібно вилучити з розчину. У хімічній і фармацевтичній промисловості найчастіше застосовуються такі екстрагенти, як вода, етанол C_2H_5OH , бензен C_6H_6 , тетрахлорометан, трихлорометан (хлороформ) $CHCl_3$. У результаті екстракції утворюється **екстракт** — розчин добутих компонентів в екстрагенті.

Основні етапи / стадії екстракції:

- 1) проникнення екстрагента в пори твердого матеріалу або у вихідний розчин;
 - 2) розчинення цільового компонента (речовина, яку добувають) в екстрагенті;
 - 3) переміщення речовини, що екстрагується, з глибини твердої частини в розчинник шляхом дифузії;
 - 4) отримання екстракту — розчину добутих речовин в екстрагенті.
- Зі сферами застосування екстракції як методу розділення сумішей знайомить *малюнок 9*.

Хімічна промисловість	Виділення чистої речовини з реакційної суміші
Металургія	Вилучення цінних компонентів з руд
Харчова промисловість	Виробництво рослинних олій, екстрактів, напоїв
Фармація	Виділення речовин з рослинної сировини для виробництва ліків
Аналітична хімія	Концентрування та розділення речовин для подальшого аналізу
Захист довкілля	Визначення вмісту шкідливих сполук у природних та стічних водах

Мал. 9. Використання екстракції в різних галузях

Один із видів екстракції базується на використанні води як екстрагента для виділення біологічно активних речовин з рослинної сировини. Водні екстракти використовуються, коли важливо зберегти властивості речовини, що екстрагується, й уникнути її розкладу або зміни структури. Зазвичай цей метод є безпечним, економічним та екологічно чистим, тому він поширений у виробництві фармацевтичних та харчових продуктів.

Одним із прикладів промислового використання екстракції є виробництво **олій** — таку загальну назву мають жири рослинного похо-

дження. Екстракція за участю органічного розчинника гексану дозволяє вилучити максимальну кількість олії з сировини (насінин соняшнику, сої, ріпака, арахісу, кісточок оливок тощо).

ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДУ І ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОРГАНІЧНОГО РОЗЧИННИКА ГЕКСАНУ. Гексан — прозора, безбарвна, легкокорухлива, легка, зі слабким запахом нафти рідина складу C_6H_{14} . Гексан має невисоку (близько $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$) температуру кипіння і нестійкий запах. На відміну від води, гексан не утворює диполів, тому кристали йонних сполук у ньому не розчиняються. У гексані добре розчиняються жири з утворенням гомогенної суміші.

Завдання 1. На етикетках посудин з гексаном (мал. 10) є попереджувальні знаки. Пригадай, що вони означають. Яку небезпеку може становити гексан за неправильного використання?

Завдання 2. За самостійно заданими параметрами, скориставшись наведеною інформацією про гексан та своїми знаннями про воду, склади таблицю «Порівняльна характеристика двох розчинників — води і гексану».



Мал. 10. Попереджувальні знаки на посудині з гексаном

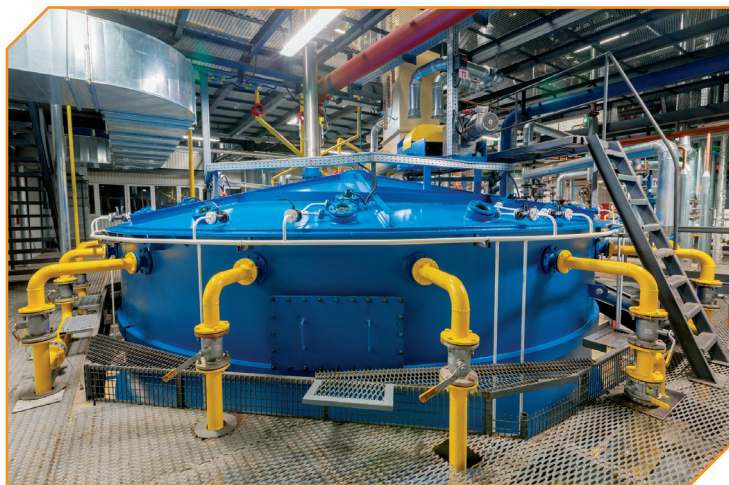
ЕКСТРАКЦІЯ ОЛІЇ З НАСІННЯ РОСЛИН ГЕКСАНОМ. Назва рослинного жиру (олії) походить від назви рослини, з якої її отримують, наприклад соняшникова, лляна, арахісова олія. Колаж ілюструє рослини, з яких екстрагують різні види олії.



Насіння олійних рослин вирізняється високим умістом жиру. Так, уміст жиру в насінинах соняшнику сягає 40–50 %, льону — 30–40 %, арахісу — 40–45 %. Високий уміст жирів у насінинах зумовлює цінність таких рослин як сировини для виробництва олій.

Виробництво полягає у вилученні олії в чистому вигляді з насінин. Його можна здійснювати віджимом під потужними пресами чи екстрак-

цією за допомогою розчинників жирів. Одним з найпоширеніших способів виробництва олії, що набув промислових масштабів, є екстракція гексаном. Процес екстракції олії з подрібненої олієвмісної сировини здійснюється у спеціальних апаратах — екстракторах (мал. 11).



Мал. 11. Обладнання для екстракції олії гексаном

Після завершення екстракції олію виділяють з екстракту, випаровуючи гексан. Щоб отримана олія не містила залишків розчинника, її додатково очищують. За умови дотримання всіх нормативних вимог щодо якості кінцевого продукту одержують безпечний для вживання в їжу харчовий продукт.

Україна — один з найбільших у світі виробників та експортерів соняшникової олії. Нині основними імпортерами української соняшникової олії є Іспанія, Італія, Нідерланди, Польща, Індія й Туреччина.

Вітчизняні вчені і конструктори працюють над модернізацією методу екстракції та необхідного для її здійснення обладнання. Вагомих успіхів у цьому напрямі досягнув Державний науковий центр лікарської сировини (лабораторія технології фітохімічних виробництв, Харків).



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЕКСТРАКЦІЮ ЛІКАРСЬКОЇ СИРОВИНИ

» Проводиться в домашніх умовах.

Екстракція речовин з лікарських рослин — це вилучення з рослинної сировини речовин, що мають лікувальні властивості, за допомогою спеціальних розчинників.

Тобі знадобляться: лікарська сировина (наприклад, квітки календули / нагідок), один з розчинників (наприклад, спирт етанол чи його 40 % водний розчин), посудина для проведення екстракції.

Крок 1. Подрібнення рослинної сировини. Подрібнення збільшує поверхню контакту з екстрагентом, чим пришвидшує і покращує процес екстракції.

Крок 2. Власне екстракція: рослинну сировину залий екстрагентом, щоб він покрити всю сировину, і залиш на 2–3 тижні у темному місці за кімнатної температури. Періодично спостерігай і записуй зміни.

Крок 3. Опрацювання інформаційних джерел. Доки відбуватиметься екстрагування лікарської сировини спиртом етанолом, знайди час, щоб з'ясувати цілющі властивості екстракту, який ти отримаєш. Склади інструкцію з його зовнішнього використання.

Крок 4. Відділення екстракту. Після завершення екстрагування відділи екстракт від сировини віджиманням чи фільтруванням, помісти його у скляну посудину, яка щільно закривається. Зберігай у прохолодному темному місці, за потреби використовуй його.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ



Лев Писаржевський
(1874–1938)

У 1915 році у м. Дніпро (тодішня назва Катеринослав) було відкрито станцію з виробництва йоду з морських водоростей. Технологію виробництва та обладнання розробили професор Л. Писаржевський і старший лаборант М. Аверкієв. Сировиною слугувала зола спалених водоростей філофора, які добували в Чорному морі поблизу острова Зміїний.

Вчені сконструювали апарат, в якому як екстрагент використовували спирт етанол.

Лев Володимирович Писаржевський — видатний учений-хімік, його дослідження були присвячені ролі розчинників у хімічних процесах, створенню основ електронної хімії, каталітичній дії речовин та іншим актуальним питанням хімічної науки.

У 1927 році він заснував у Дніпропетровську Інститут фізичної хімії, який у 1934 році перемістився до Києва, став інститутом фізичної хімії НАН України і тепер має ім'я свого засновника. Вшануванням наукових здобутків Л. В. Писаржевського є премія за видатні наукові роботи в галузі хімії та хімічної технології, названа його ім'ям. У незалежній Україні близько 20 науковців здобули цю високу нагороду.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Поясни суть екстракції як способу розділення сумішей.
2. На конкретних прикладах розкрий практичне значення екстракції.
3. З якими продуктами екстракції тобі доводилось мати справу?
4. Які властивості гексану обумовлюють його використання як екстрагента?
5. Серед сучасної молоді набуває популярності професія бариста. Дізнайся більше про цю професію й обґрунтуй, чому для баристи важливі знання про екстракцію.
6. Середня врожайність соняшнику в Україні у 2025 році становила 1,8–2,0 т/га. Обчисли масу олії, яку можна екстрагувати із насінин, зібраних з 1 гектара соняшникового поля, якщо середній уміст олії у насінні становить 40 %, а врожайність — 2 т/га.



§ 6

ФІЗИКО-ХІМІЧНА СУТЬ РОЗЧИНЕННЯ



Пригадуємо й застосовуємо

- Чому молекула води є полярною? Поясни, скориставшись самостійно складеною схемою.
- Між молекулами яких речовин може виникати водневий зв'язок?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ДО ЯКИХ ЯВИЩ НАЛЕЖИТЬ РОЗЧИНЕННЯ?

Під розчиненням розуміють самоплинний розподіл молекул чи йонів речовини, яку розчиняють, між молекулами розчинника. Проте розчинення не можна розглядати як механічний процес на зразок змішування піску і солі. Аргументами є те, що об'єм розчину ніколи не дорівнює сумі об'ємів розчинника та розчиненої речовини; розчинення зазвичай супроводжується виділенням або поглинанням теплоти, а інколи й зміною забарвлення розчину. Під час розчинення одних речовин ці ефекти малопомітні, під час інших — істотні. Наприклад, розчинення білих кристалів купрум(II) сульфату CuSO_4 супроводжується утворенням блакитного розчину. Розчинення солей нітратної кислоти (натрій нітрату NaNO_3 , кальцій

нітрату $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ та інших) супроводжується значним охолодженням розчину, тоді як розчинення натрій гідроксиду NaOH , калій гідроксиду KOH , сульфатної кислоти H_2SO_4 — значним нагріванням. Це важливо знати всім, хто причетний до виготовлення розчинів, і дотримуватись правил безпеки. Розглянуті явища обумовлені як фізичними, так і хімічними змінами в загальній системі розчину.

Залежно від природи компонентів розчину та умов розчинення (концентрації, температури, тиску) можуть переважати чи бути рівноцінними теплові прояви, що супроводжують фізичні й хімічні явища. До фізичних явищ належать руйнування кристалів під впливом диполів води, дифузія молекул чи йонів розчиненої речовини в середовищі розчинника. З цього розпочинається розчинення.

Після появи в розчині структурних частинок розчиненої речовини розпочинається хімічне явище — взаємодія частинок розчиненої речовини і молекул розчинника, внаслідок якої утворюються нестійкі сполуки. Якщо розчинником є вода, то таку взаємодію називають **гідратація**, а утворені сполуки — **гідрати**. Гідрати не можна розглядати як хімічні сполуки, оскільки їхній склад змінюється залежно від концентрації розчину й температури. Так, кількість молекул розчинника, які зв'язані з частинками розчиненої речовини, з підвищенням температури зменшується, а зі зменшенням концентрації — зростає. Під час нагрівання більшість гідратів розпадаються. Хоча у деяких випадках зв'язок міцний і зберігається навіть після помірного випарювання розчину. Про це можеш дізнатися з рубрики «Хімічна скарбниця».

ТЕПЛОВІ ЗМІНИ, ЩО СУПРОВОДЖУЮТЬ РОЗЧИНЕННЯ. За тепловими проявами процес розчинення умовно можна розглядати як двоетапний процес. Перший етап — це фізичне явище, під час якого за допомогою диполів води руйнуються хімічні зв'язки структурних частинок розчинюваної речовини. Воно потребує затрат / поглинання теплоти. Для другого етапу — хімічної взаємодії йонів розчинюваної речовини з полярними молекулами розчинника та утворення нестійких сполук — властиве виділення теплоти. Від сумарного ефекту обох етапів (поглинання і виділення теплоти) залежить зміна температури розчину порівняно з температурою розчинника. Якщо кількість теплоти в обох явищах (етапах) приблизно однакова, розчинення відбувається без помітних змін температури розчину порівняно з температурою розчинника. Якщо ж перший етап потребує більшої кількості теплоти, ніж виділяється у другому, то розчин охолоджується. І навпаки.

Фізичні явища під час розчинення потребують додаткових затрат теплоти, тому завжди супроводжуються її поглинанням.

Хімічні явища, навпаки, відбуваються з виділенням теплоти.



Завдання.

Перегляньте відео за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/R7npa> чи QR-кодом і виконайте завдання 1–7.



1. Складіть план переглянутого відео.
2. Укладіть словник основних понять, використаних у відео.
3. Дайте відповіді на запитання:
 - 3.1. Які хімічні зв'язки у кристалі натрій хлориду?
 - 3.2. Як водневі зв'язки впливають на процес взаємодії молекул води з йонами Na^+ та Cl^- ?
 - 3.3. Як у розчині розміщуються диполі води відносно структурних катіонів Натрію й аніонів Хлору?
 - 3.4. Завдяки якому явищу у процесі розчинення цукру у воді розчин стає однорідним?
4. Складіть схему «Етапи процесу розчинення».
5. Схарактеризуйте обидва етапи розчинення речовини у воді, якщо температура розчину підвищилась.
6. Сформулюйте правило, як потрібно готувати водний розчин сульфатної кислоти. На чому ґрунтується сформульоване правило? Обґрунтуйте сформульоване правило, використовуючи наукову термінологію.
7. Схарактеризуйте обидва етапи розчинення речовини у воді, якщо температура розчину знизилась.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ТЕПЛОВІ ЯВИЩА, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПІД ЧАС РОЗЧИНЕННЯ РЕЧОВИН У ВОДІ

Тобі знадобляться: вода; мірний посуд; скляна паличка; хімічні склянки; речовини для розчинення: натрій хлорид і натрій нітрат (може бути інша сіль нітратної кислоти); термометр для вимірювання температури рідин (колаж).



Завдання 1.

Експериментально встанови, як змінюється температура розчину кухонної солі порівняно з температурою розчинника.

Крок 1. Зваж кухонну сіль масою 20 г та помісти її в посудину для подальшого виготовлення розчину.

Крок 2. Відміряй воду об'ємом 100 мл, виміряй її температуру і зафіксуй показник.

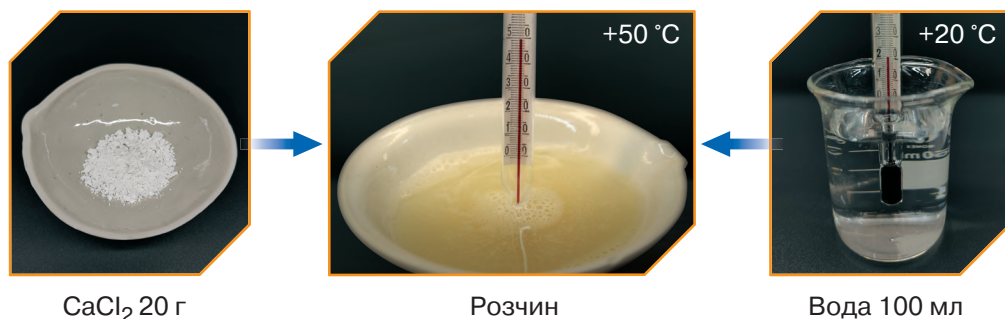
Крок 3. Виготов розчин, пришвидшивши розчинення солі перемішуванням скляною паличкою.

Крок 4. Виміряй температуру виготовленого розчину.

Крок 5. Порівняй обидва температурні показники і з'ясуй, яка між ними відмінність. Поясни встановлений експериментально наслідок теплових явищ, що відбувалися під час розчинення натрій хлориду.

Завдання 2. Експериментально встанови, як змінюється температура розчину кальцій хлориду порівняно з температурою розчинника.

2.1. Проведи уявний експеримент, скориставшись малюнком 12.



Мал. 12. Теплові явища під час розчинення кальцій хлориду у воді

2.2. Сформулюй та опиши кроки проведення дослідження.

2.3. Поясни встановлений експериментально наслідок теплових явищ, що відбувалися під час розчинення кальцій хлориду.

Завдання 3. Експериментально встанови, як змінюється температура розчину амоній нітрату NH_4NO_3 (натрій нітрату чи іншої солі нітратної кислоти) порівняно з температурою розчинника. Дослідження проводь за кроками, описаними у завданні 1.

Завдання 4. Поясни встановлені експериментально зміни температури розчинів, що відбувалися під час розчинення досліджуваних речовин.

Завдання 5. На підставі результатів проведених досліджень сформулюй **висновки** про те, як і чому температура розчину може відрізнятися від температури розчинника.

Експериментально ти підтвердив / підтвердила, що під час розчинення речовин у воді відбуваються теплові явища, внаслідок яких температура виготовленого розчину може змінюватись.

Розчинення речовин у воді є фізико-хімічним процесом, під час якого структурні частинки розчинюваної речовини рівномірно розподіляються між молекулами води (фізичне явище) і відбувається їхня взаємодія з молекулами води (хімічне явище). Залежно від різниці кількості теплоти, що поглинається під час фізичного явища і виділяється під час хімічного явища, температура розчину може змінюватись.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

В окремих розчинах зв'язок гідратованих йонів з молекулами води досить стійкий. Він не руйнується під час випарювання розчину, зберігається у кристалічному стані. Такі речовини називають **кристало-гідрати**, а утримувану в них воду — **кристалізаційною**. Тобто, незважаючи на твердий агрегатний стан кристалогідратів, у них за кімнатної температури містяться молекули води, які під час нагрівання втрачають зв'язок з йонами і випаровуються.

Утворення й виділення з розчину кристалів мідного купоросу можна уявити за малюнком 13 (с. 40).

Склад кристалогідратів передають за допомогою формул розчиненої речовини й води, між якими ставлять крапку, а перед формулою води коефіцієнтом зазначають кількість її молекул. Так, у мідного купоросу кристалічні ґратки містять гідратовані йони Купруму, кожний з них оточений 5 молекулами води. Тому формулу мідного купоросу записують $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (читається «купрум-два-сульфат на п'ять аш-два-о»). За систематичною номенклатурою назва мідного купоросу — купрум(II) сульфат пентагідрат. Під час обчислення його відносної молекулярної маси до формульної маси купрум(II) сульфату додають масу 5 молекул води:

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 64 + 32 + 4 \cdot 16 + 5 \cdot 18 = 250.$$

Тобі напевно відомі й такі кристалогідрати, як:

залізний купорос (ферум(II) сульфат гептагідрат) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;

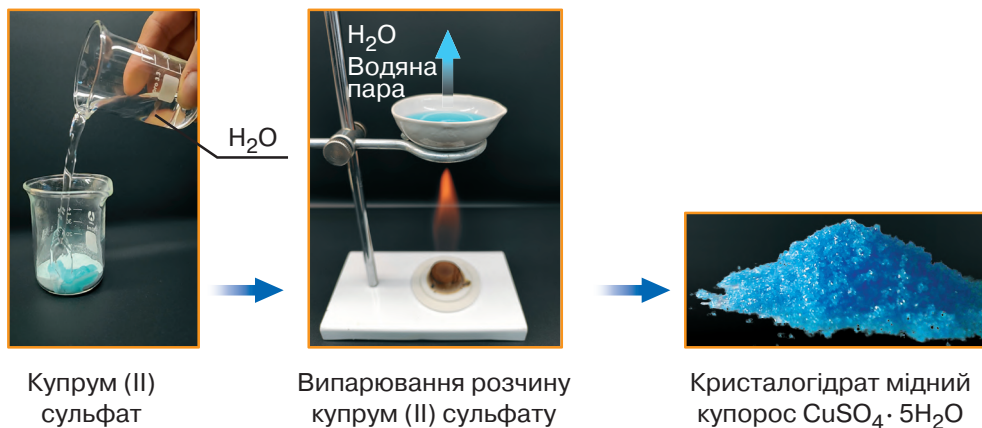
гіпс (кальцій сульфат дигідрат) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

кристалічна сода (натрій карбонат декагідрат) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Залізний купорос — незамінний помічник у садівництві. Його розчин використовують як фунгіцид, інсектицид та мікродобриво.

Гіпс застосовують у будівництві (входить до складу штукатурок, шпаклівок, гіпсокартону, декоративних елементів). У медицині гіпсовими пов'язками фіксують переломи кісток.

Основні сфери застосування кристалічної (кальцинованої) соди у побуті — прибирання, прання, очищення труб.



Мал. 13. Добування мідного купоросу



Медіапошук

Мідний купорос використовують у догляді за садом, його додають у воду басейнів. З'ясуй, які властивості цієї речовини роблять її корисною в обох випадках і чому з нею необхідно поводитися обережно.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Чому розчинення речовин у воді називають фізико-хімічним явищем?
2. Наведи приклади зниження та підвищення температури розчину порівняно з температурою розчинника під час розчинення речовин у воді. Прокоментуй кожний тепловий наслідок.
3. Укажи речовину, яку можна використати для приготування охолоджувальної суміші з водою.
А калій гідроксид
Б сульфатна кислота
В кальцій хлорид
Г амоній нітрат
4. Проаналізуй твердження, зазнач, чи є серед них правильні.

Твердження І. Зниження температури розчину порівняно із температурою чистого розчинника свідчить про переважання фізичного явища над хімічним.

Твердження II. Руйнування кристалічних ґраток речовини під час утворення її водного розчину є фізичним явищем.

5. Якщо на етапі хімічної взаємодії частинок розчиненої речовини і розчинника теплоти виділяється менше, ніж під час фізичного етапу, то температура розчину ...

А підвищується

Б знижується

В залишається без змін

Г спершу знижується, а потім підвищується

6. Закінчи речення:

6.1. «Температура розчину порівняно з температурою розчинника знизиться, якщо ...».

6.2. «Розчинення не має помітних теплових наслідків у тих випадках, коли ...».



7. Тверду кристалічну речовину синього кольору кобальт(II) хлорид розчинили у воді й одержали рожевий розчин. Вислови припущення, чому так сталося.



§ 7

ДОСЛІДЖУЄМО ЗАЛЕЖНІСТЬ РОЗЧИННОСТІ РЕЧОВИН У ВОДІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ І ТИСКУ



Пригадуємо й застосовуємо

- В якому агрегатному стані (н. у.) перебувають кисень, вуглекислий газ, азот?
- З яких структурних частинок складаються ці речовини і який об'єм займає за нормальних умов 1 моль кожної з них?
- Що називають розчинністю речовини?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

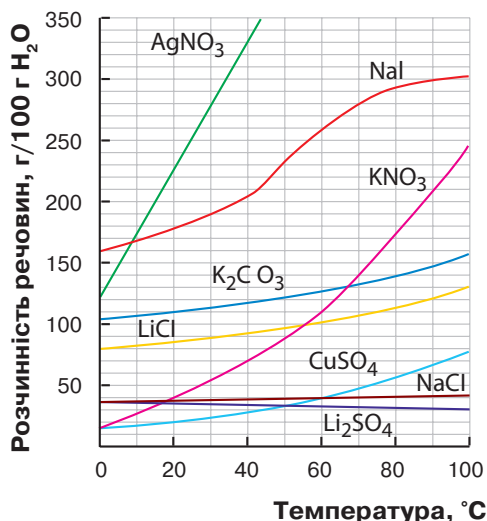
Досліджуючи розчини, вчені встановили, що речовини мають різну розчинність у воді, до того ж у більшості речовин вона змінюється під впливом температури та тиску (для газів).

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА РОЗЧИННІСТЬ ТВЕРДИХ РЕЧОВИН.

За температури $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ розчинність калій нітрату становить 40 г, за температури $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ у 100 г води розчиняється вже 140 г цієї солі. Розчинність кухонної солі з підвищенням температури збільшується несуттєво: за температури $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ у 100 г води розчиняється 35,9 г натрій хлориду, а за температури $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 39,4 г. У деяких твердих речовин розчинність зі збільшенням температури зменшується, наприклад у кальцій гідроксиду.

Завдання 1. Напиши і прочитай формули розглянутих речовин.

Залежність розчинності твердих речовин у воді від температури візуально прийнято зображати графічно у вигляді кривих розчинності (мал. 14). Вони побудовані за експериментальними даними. На осі абсцис відкладають температуру, а на осі ординат — розчинність, г/100 г H_2O .



Мал. 14. Криві розчинності у воді деяких твердих речовин



Завдання 1. Скористайтесь кривими розчинності у воді деяких твердих речовин за різних температур (мал. 14.) і з'ясуйте:

- 1.1.** Розчинність у воді кожної речовини за температури $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, запишіть їхні формули за зменшенням розчинності за цієї температури.
- 1.2.** Назву і формулу речовини, що має найбільшу розчинність за температури $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Обчисліть масову частку цієї речовини у насиченому за розглянутої температури розчині.
- 1.3.** Приклад солі, розчинність якої під впливом нагрівання зменшується.

Завдання 2. Порівняйте розчинність аргентум(I) нітрату і натрій хлориду за температури $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. З урахуванням встановлених величин обчисліть масову частку аргентум(I) нітрату і натрій хлориду в насичених розчинах за температури $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Завдання 3. Обчисліть масу барій нітрату, що випаде в осад з насиченого розчину під час його охолодження від температури 50 °С до 10 °С. Обчислення здійснійте з розрахунку на 100 г розчинника.

Розчинність більшості твердих речовин зменшується зі зниженням температури, тому під час охолодження гарячих насичених розчинів надлишок розчиненої речовини випадає в осад.

Виділення речовини під час охолодження насиченого розчину називають **кристалізацією (перекристалізацією)**. Кристалізацію з розчинів або перекристалізацію широко застосовують для очищення речовин, які розчиняються у воді або інших розчинниках. А ще до неї часто вдаються у хімічних дослідах з вирощування кристалів.



Медіапошук

На сайті Малої академії наук України знайди матеріали про проведення Всеукраїнського конкурсу «Кристали». Долучайся до конкурсу, адже у 8 класі ти опановував / опановувала вирощування кристалів деяких речовин, зокрема кухонної солі (мал. 15).



а



б

Мал. 15. Кухонна сіль:

а — вирощування кристала;
б — кристал кухонної солі

Результатом виконання подібної дослідницької роботи (проекту) з хімії на тему «Вирощуємо кристали в домашніх умовах» учнем 7 класу Комунального закладу освіти «Дніпровська гімназія № 35» Матвієм Кондратюком (керівник Ольга Миколаївна Трофимова) став кристал мідного купоросу, що зображений на світліні.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ РОЗЧИННІСТЬ ТВЕРДИХ РЕЧОВИН

Завдання 1. Досліди розчинність твердих речовин.

Тобі знадобляться: цукор, магній карбонат, магній сульфат, вода, мірний посуд, терези, скляні палички для перемішування речовин, хімічні склянки для виготовлення розчинів.

Крок 1. Виготов суміш із магній карбонату масою 10 г і води об'ємом 100 мл. Впродовж 30 секунд перемішуй речовини скляною паличкою і спостерігай за вмістом склянки. Чи розчинилася сіль у воді? Зафіксуй скільки секунд потрібно для повного розчинення солі.

Крок 2. Виготов суміш із магній сульфату масою 20 г і води об'ємом 100 мл. Впродовж 30 секунд перемішуй речовини скляною паличкою і спостерігай. Чи розчинилася сіль у воді? Зафіксуй скільки секунд потрібно для повного розчинення солі.

Крок 3. Порівняй розчинність у воді обох речовин і дійди висновку, яка з них добре розчинна у воді, а яка нерозчинна у воді.

Крок 4. До виготовленого раніше розчину добре розчинної у воді солі додай ще таку саму сіль масою 20 г. Вміст перемішуй і спостерігай, чи вся сіль розчинилася. Якщо тобою була чітко витримана інструкція, то всієї солі розчинити не вдасться. А все тому, що за температури $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ розчинність магній сульфату дорівнює 35 г, а в дослідженні використовували 40 г. Отже, навіть у добре розчинних речовин існує межа розчинності. Виняток становлять розчини деяких рідин. Наприклад, спирт і вода змішуються у будь-яких співвідношеннях.

Крок 5. Сформулюй завдання самостійно і виконай дослідження розчинності у воді сахарози (цукру) для порівняння часу, затраченого на її розчинення, з часом розчинення магній сульфату.

Завдання 2.

Інтерпретуй дані, отримані під час досліджень, для пояснення розчинності як індивідуальної властивості речовини.

ТЕМПЕРАТУРА І ТИСК ЯК ЧИННИКИ РОЗЧИННОСТІ ГАЗІВ.

Якщо розчинність більшості твердих речовин з підвищенням температури збільшується, а зі зниженням зменшується, то з розчинністю газів все відбувається навпаки. Пояснюється це тим, що нагрівання прискорює рух молекул, унаслідок чого частина з них залишає розчин. Тож, коли виникає потреба розчинити якомога більше газоподібної речовини в певному об'ємі води, потрібно вдатися не до нагрівання, а до охолодження розчину.

Про зменшення розчинності газоподібних речовин, що є у складі повітря, з підвищенням температури тобі відомо з навчального предмета «Пізнаємо природу» (мал. 16).

З підвищенням тиску розчинність газів збільшується. Саме тому газовані напої насичують вуглекислим газом під тиском 3–5 атмосфер. Після того як пляшку відкривають, тиск у ній починає понижуватися до атмосферного, спричиняючи енергійне виділення «зайвого» вуглекислого газу.

Газуваті речовини мають різну розчинність у воді. Добре розчиняються гази амоніак NH_3 , гідроген хлорид HCl , гідроген сульфід H_2S . Так, за нормальних умов у воді об'ємом 1000 см^3 розчиняється амоніак об'ємом близько $700\,000\text{ см}^3$, утворюючи насичений розчин. Добре відомі тобі водень, кисень, азот належать до малорозчинних у воді речовин. Так, у воді об'ємом 1000 см^3 за нормальних умов розчиняється кисень об'ємом лише 31 см^3 , водень об'ємом 18 см^3 , азот об'ємом 15 см^3 .

Холодна вода,
що налита з крану



Вода, що кілька
годин простояла
у теплій кімнаті

Мал. 16. Виділення повітря з води за підвищення температури

Завдання 2. Обчисли масову частку амоніаку в насиченому розчині за нормальних умов.

Розчинність більшості твердих речовин з підвищенням температури збільшується. Розчинність газуватих речовин збільшується з підвищенням тиску і зменшенням температури.

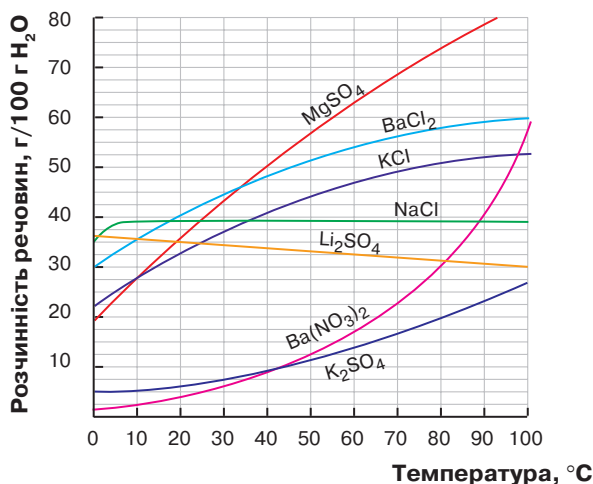
Ось чому в характеристиці розчинності певної речовини обов'язково зазначають температуру і тиск.

Завдання 3. Переглянь відео «Розчинність речовин» за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/N7jHN> або QR-кодом. Поясни, чому підвищення тиску збільшує розчинність газів у воді, а підвищення температури — навпаки, зменшує її. Як ця інформація стане в пригоді в повсякденному житті?



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Користуючись малюнком 17 (с. 46), розташуй назви солей у послідовності збільшення їхньої розчинності за температури $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Як потрібно змінити температуру і тиск, якщо виникла потреба в розчиненні більшого об'єму газу?
3. Обчисли масову частку натрій хлориду в його насиченому за температури $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ розчині.



Мал. 17. Залежність розчинності деяких твердих речовин від температури

4. Обчисли кількість речовини магній сульфату, щоб із насиченого за температури 0 °C розчину цієї речовини масою 70 г виготовити насичений розчин цієї самої речовини за температури 70 °C?
5. Повтори удома дослід з холодною водою, описаний у параграфі, і поясни його результати.
6. За наведеною у таблиці 2 інформацією побудуй графіки розчинності зазначених у ній речовин.

Таблиця 2

Розчинність деяких речовин (у грамах на 100 г води)

Речовина	Температура			
	+20 °C	+50 °C	+80 °C	+100 °C
Калій хлорид	32,2	42,4	51,6	57,8
Натрій хлорид	35,9	36,8	38,1	39,4
Літій сульфат	34,9	33,6	31,9	29,9

7. Експериментальним шляхом встанови, як температура і тиск впливають на розчинність вуглекислого газу. Для цього на відкрити пляшку сильногазованої води місткістю 0,5 л надягни і закріпи скотчем повітряну кульку. Спостерігай, як з часом вона наповнилася газом. Не знімаючи повітряної кульки, помісти пляшку на 1–2 години у холодильник. Як змінився об'єм кульки? Опиши і поясни результати спостережень.



§ 8

РОЗЧИНИ В ПРИРОДІ. ЗАХИСТ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ВІД ЗАБРУДНЮВАЧІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- Яку оболонку Землі називають гідросферою?
- Що розуміють під екозвичками?
- Назви відомі тобі природні розчини.
- Чим цінні екозвички для людини і довкілля?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Унікальна здатність води розчиняти в собі різні речовини стала запорукою виникнення життя на нашій планеті й продовжує виконувати важливу роль у ньому сьогодні. Недаремно французький письменник Антуан де Сент-Екзюпері — автор відомої тобі з дитинства книги «Маленький принц» — написав про воду: «Тобою насолоджуються, не розуміючи, що ти таке. Ти не просто необхідна для життя, ти і є життя».

Завдання 1. Як ти поясниш слова письменника про те, що вода і є життя?

Люди постійно використовують різноманітні розчини у побуті, медицині, харчовій промисловості, різних видах хімічного виробництва.

Усі процеси життєдіяльності організмів, які населяють Землю, відбуваються за участю розчинів. Варто лише пригадати, що вміст води в організмі людини сягає в середньому близько 60 % від загальної маси тіла.

РОЗЧИНИ В ПРИРОДІ. На початку існування нашої планети розчини у довкіллі виникали природним шляхом. Так, до наших днів розчинами величезних об'ємів є води морів й океанів, підземні й ґрунтові води, мінеральні води природних джерел. *Таблиця 3* містить дані про склад деяких природних розчинів.

Таблиця 3

Природні розчини

Назва розчину	Основні складники
Морська вода	Вода, неорганічні солі
Ґрунтові води	Вода, неорганічні солі

Назва розчину	Основні складники
Соки рослин	Вода, глюкоза, сахароза, неорганічні солі
Мінеральні води	Вода, розчинені солі та газу
Кров	Вода, білки, глюкоза, жири, солі

Людина є частиною природи і своєю діяльністю впливає на неї, зокрема створює безліч розчинів. Ти тільки уяви, скільки різноманітних корисних розчинів люди виготовляють на виробництві та в домашніх умовах!

ПОЯВА У ДОВКІЛЛІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ДЛЯ ОРГАНІЗМІВ РОЗЧИНІВ. Виробнича діяльність, помножена на екологічну несвідомість чи професійну недбалість деяких людей, призводить до появи небезпечних для природи, а отже, й самої людини розчинів. Мова йде про водойми, вода яких у процесі господарської діяльності стає розчинником шкідливих для природи речовин. Такі розчини мають не природне, а антропогенне походження й негативно впливають на водні екосистеми, спричиняють загибель мешканців водного середовища, погіршують якість питної води.

З типовими джерелами шкідливих речовин, що перетворюють водойму на місткість з небезпечним для всього живого розчином, знайомить *колаж*.



Побутові стоки

неочищені каналізаційні води, відпрацьована вода з автомийок



Промислові стоки

хімічні, нафтопереробні, металургійні та інші підприємства скидають у водойми шкідливі речовини



Сільське господарство

змиви з полів дощовими та талими водами надмірних доз добрив і пестицидів

У наш час людство видозмінює походження і склад розчинів, у довкіллі з'являються розчини антропогенного походження, а також змінюється склад природних розчинів.



Завдання 1. Складіть ілюстровану схему «Розчини в довкіллі, в людині й для людини».

Завдання 2. Презентуйте створену схему класу й ознайомтесь зі схемами, розробленими іншими групами.

Завдання 3. Створіть колективний твір «Ода розчинам, створеним людьми різних професій», попередньо визначившись, про яку конкретну професію / професії буде кожен писати.

РОЗЧИНИ В ПРИРОДІ Й СТАЛИЙ РОЗВИТОК. Сталий розвиток ґрунтується на збалансованому поєднанні трьох ключових аспектів: економічного, соціального та екологічного — і передбачає забезпечення стабільного успішного майбутнього для суспільства загалом і кожного його представника зокрема. Для цього необхідно, щоб потреби сучасного покоління не ставили під загрозу здатність наступних поколінь задовольняти власні потреби у ресурсах і безпечному довкіллі.

Надмірне використання води, поява у довкіллі шкідливих розчинів, утворення яких стало наслідком недбалої діяльності людей, погіршують екологічний стан нашої планети і якість водних ресурсів, наражають майбутні покоління на нестачу питної води. Отже, для сталого розвитку важливо, щоб водні об'єкти планети ощадливо використовувались і були належним чином захищені від забруднення, здійснювалась природоохоронна діяльність, що запобігає погіршенню стану водойм.

Природні ресурси, зокрема й усі водні об'єкти, що складаються з природних розчинів, мають використовуватися раціонально, щоб зберегти їх для майбутніх поколінь.

ЗАХИСТ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ВІД ПОБУТОВИХ І ПРОМИСЛОВИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ. Під охороною водойм розуміють сукупність заходів, спрямованих на запобігання забрудненню та виснаженню вод. Для ефективного, науково обґрунтованого використання вод та їх охорони від забруднення й засмічення в Україні прийнято низку державних документів, серед яких «Водний кодекс України», Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення».

Завдання 2. Скористайся доступними джерелами інформації та створи хмаринку основних заходів з охорони водойм України.

До заходів із захисту водних ресурсів належать: контроль за викидами у водойми забруднювальних речовин з промислових, сільськогосподарських та побутових джерел; впровадження екологічно безпечних технологій на виробництвах, де вода використовується як розчинник; встановлення і дотримання нормативів якості води; очищення стічних

вод, будівництво очисних споруд; впровадження оборотного водопостачання та безстічних систем; ліквідація забруднень водних об'єктів; створення санітарних зон та прибережних захисних смуг вздовж водойм.

Особливо водойми потерпають від забруднення побутовим сміттям — пластиковими пакетами, пляшками, пакувальними матеріалами різного походження тощо (мал. 18).



Мал. 18. Водойми, забруднені побутовим сміттям

Найбільша небезпека такого забруднення — в довготривалому його розкладанні у природі, через що у водоймах накопичується багато плавучого пластику, навіть утворюються цілі острови зі сміття.

Завдання 3. Проведи пошукову роботу й дізнайся, чим і кому загрожують такі забруднення.

Науковці й конструктори всього світу працюють над винайденням ефективних способів захисту водних ресурсів від побутових і промислових забруднювачів. Вагомий внесок у цю справу роблять співробітники вітчизняних наукових установ. Зокрема, до основних напрямів діяльності Інституту колоїдної хімії та хімії води імені А. В. Думанського НАН України належать новітні технології водоочищення та водопідготовки, розроблення сучасних методів оцінювання якості води.



Медіапошук

Гідрологічною пам'яткою природи називають природоохоронну територію, яка охоплює водні об'єкти (водойми, водоспади, джерела тощо), що мають наукову, культурно-пізнавальну або естетичну цінність і охороняються державою.

Завдання. Скориставшись доступними джерелами інформації, уклади екскурсійний путівник «Гідрологічні пам'ятки природи України» і підготуй розповідь про одну з них, яка тебе найбільше вразила.

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Водний кодекс та інші законодавчі акти передбачають захист природних та рукотворних водних об'єктів.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Захист водних ресурсів від побутових і промислових забруднювачів є проблемою не однієї країни, а сягає світового масштабу. Тому у 1993 році Генеральною Асамблеєю ООН було засновано **Всесвітній (міжнародний) день водних ресурсів** (англ. *World Water Day*). Відтоді щорічно 22 березня відзначається Міжнародний день води. У різних країнах цього дня проводяться заходи (конференції, круглі столи, семінари, виставки), присвячені підвищенню інформованості громадськості щодо важливості збереження та освоєння водних ресурсів. Щороку до цього дня приурочують публікації статей, агітаційної інформації, що привертає увагу до проблем якості питної води, необхідності охорони водних ресурсів та їх раціонального використання.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Заповни в зошиті *таблицю 4* прикладами розчинів у природі та побуті.

Таблиця 4

Назва розчину	Природний чи створений людиною	Значення розчину

2. Запропонуй і розроби емблему до свята Міжнародний день води. Ініцію його проведення у твоїй школі чи громаді і завчасно почни готуватись до нього.
3. Пригадай і назви приклади погіршення стану водойм через недбалу господарську діяльність людей.
4. Назви відомі тобі гідрологічні пам'ятки природи загальнодержавного та місцевого значення.
5. Які екозвички допомагають тобі зберігати і захищати водні ресурси?
6. Створи лепбук «Використання розчинів у повсякденному житті».
7. У складі малої групи вивчи екологічний стан водойми / водойм своєї місцевості та візьми участь у розробці рекомендацій з її / їх охорони.



§ 9

САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 1 «ДОСЛІДЖУЄМО РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИН І РОЗЧИНИ»

Завдання 1. Перейди за QR-кодом або покликанням і ознайомся із шаблоном для виконання всіх завдань цього параграфу. Якщо є така можливість, то роздрукуй цей шаблон.



<https://qr.orioncentr.com.ua/p7KyU>

Завдання 2. Якщо у тебе немає можливості роздрукувати шаблон із завдання 1, то створи його самостійно у зошиті. Для цього проаналізуй схеми на с. 52, 53 і на їх основі накресли таблицю із трьома варіантами оцінки: «Так», «Частково», «Ні».





Завдання 3.

Оціни свої досягнення в пізнанні хімії. Для цього у створеній тобою таблиці вибери один із трьох варіантів оцінки.

Завдання 4.

Для оцінки своєї роботи в групі на основі схеми створи у зошиті ще одну таблицю із трьома варіантами оцінки: «Завжди», «Часто», «Інколи».

**Завдання 5.**

Запиши в зошиті відповідь на запитання: «Наскільки корисною була для тебе співпраця у групі? Чим саме?».

Завдання 6.

Запиши у зошиті, що цікавого і корисного ти дізнався / дізналася, опрацювавши цю тему. Де і з якою метою ти зможеш використати набуті знання? Порівняй свої відповіді з відповідями однокласників / однокласниць.

Завдання 7.

Пригадай і запиши в зошит своє найбільше досягнення під час вивчення теми «Досліджуємо розчинність речовин і розчини».

Завдання 8.

Запиши в зошит власні пропозиції щодо змін у темі «Досліджуємо розчинність речовин і розчини», які, на твою думку, покращать сприйняття і засвоєння матеріалу.



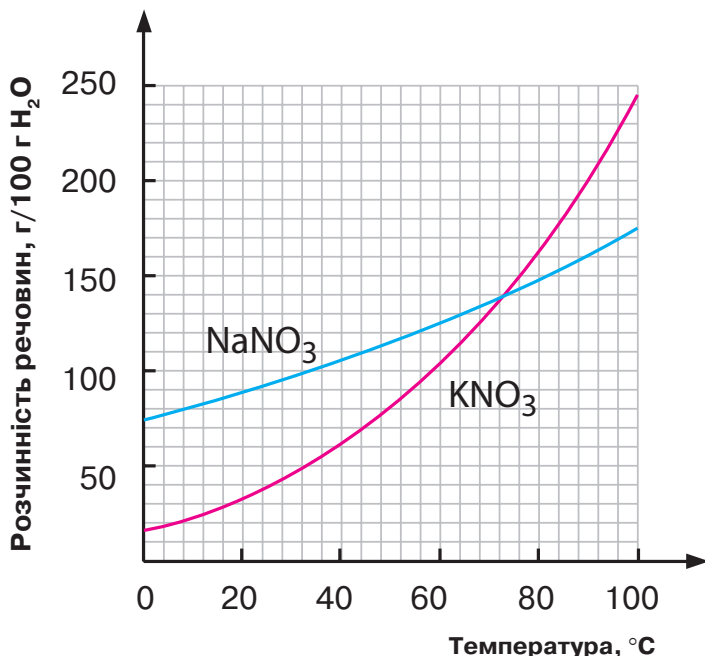
§ 10

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 1 «ДОСЛІДЖУЄМО РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИН І РОЗЧИНИ»

Виконання вправ і обчислень дадуть тобі змогу повторити й узагальнити вивчений матеріал, а онлайн виконання тестових завдань — діагностувати досягнуті результати навчання.

Вправи й обчислення

1. Замість ... додай пропущені в реченнях слова.
 - 1.1. Розчинником називають компонент розчину, маса якого
 - 1.2. Щоб обчислити масову частку речовини в розчині, необхідно масу розчиненої речовини ... на масу
 - 1.3. Насиченим називають розчин, у якому за даних умов
 - 1.4. Якщо внаслідок розчинення речовини у воді температура розчину підвищилась, то на фізичний етап розчинення витратилось теплоти ..., ніж на хімічний.
 - 1.5. Максимальна маса калій нітрату, яку можна розчинити у воді масою 150 г за температури 90 °С (мал. 14, с. 42), дорівнює
2. Як зміниться масова частка розчиненої речовини у водному розчині, якщо:
 - 2.1. До розчину долили воду.
 - 2.2. До розчину додали порцію розчиненої речовини.
 - 2.3. Провели часткове випарювання розчину.
3. Учасники хімічної олімпіади одержали завдання виготовити три розчини з масовою часткою 0,5 таких речовин: кальцій гідроксиду, натрій гідроксиду, водень хлориду. Перемогли ті учасники, які виготовили лише один розчин. Як ти вважаєш, який це розчин? Відповідь аргументуй.
4. Обчисли масову частку розчиненої речовини у хлоридній кислоті, якщо для її виготовлення у воді об'ємом 817,5 мл розчинили водень хлорид об'ємом 112 л (н. у.).
5. Скористайся графіком розчинності солей (мал. 14, с. 42), щоб для калій нітрату, калій карбонату, купрум(II) сульфату обчислити масову частку кожної солі в її насиченому за температури 40 °С розчині. У відповіді розташуй формули солей за збільшенням масової частки розчиненої речовини у насиченому за температури 40 °С розчині.
6. Скориставшись малюнком, поданим на наступній сторінці, визнач, у якій солі розчинність за температури 0 °С більша, а за якої температури солі мають однакову розчинність.



7. Один розчин натрій гідроксиду виготовили розчиненням речовини масою 16 г у воді об'ємом 184 мл. Для виготовлення другого розчину взяли натрій гідроксид кількістю речовини 2 моль і воду об'ємом 320 мл. У якому з розчинів масова частка розчиненої речовини більша?
8. Розчин масою 300 г з масовою часткою солі 30 % розбавили водою об'ємом 200 мл. Обчисліть масову частку солі в новоутвореному розчині.
9. Розчин масою 200 г з масовою часткою солі 15 % упарили до 150 г. Обчисліть частку розчиненої речовини в новоутвореному розчині.
10. До розчину масою 200 г з масовою часткою натрій сульфату 15 % добавили цю сіль масою 50 г. Обчисліть масову частку розчиненої речовини в новоутвореному розчині.

Виконай онлайн-тест.

Для цього перейди за покликанням

<https://qr.orioncentr.com.ua/vJibW>

або скористайся смартфоном — зчитай QR-код.



Якщо результат виконання тесту тебе не задовольнить, тобі до снаги його покращити. Знайди можливість самостійно виправити зроблені помилки, щоб уникнути їх у майбутньому.

Бажаємо успіху та високого результату!

ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ В РОЗЧИНАХ



§ 11

ЕЛЕКТРОЛІТИ ТА НЕЕЛЕКТРОЛІТИ. ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ



Пригадуємо й застосовуємо

- Які електричні явища відомі тобі з повсякденного життя чи уроків фізики та чим вони обумовлені?
- Що таке йони та як вони утворюються?
- Звідки походять назви «аніон» і «катіон», які заряди мають ці частинки?
- Які з речовин — вода, натрій хлорид, сахароза, гідроген хлорид — мають йонну, а які — молекулярну будову?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Із курсу фізики тобі відомо, що електричний струм — це напрямлений рух заряджених частинок. У металах такими частинками є вільні електрони. Завдяки здатності проводити електричний струм метали називають провідниками, а речовини і матеріали, які не проводять струм, — діелектриками (наприклад, глюкоза, гума, скло, пластмаси).

ПОДІЛ РЕЧОВИН НА ЕЛЕКТРОЛІТИ ТА НЕЕЛЕКТРОЛІТИ.

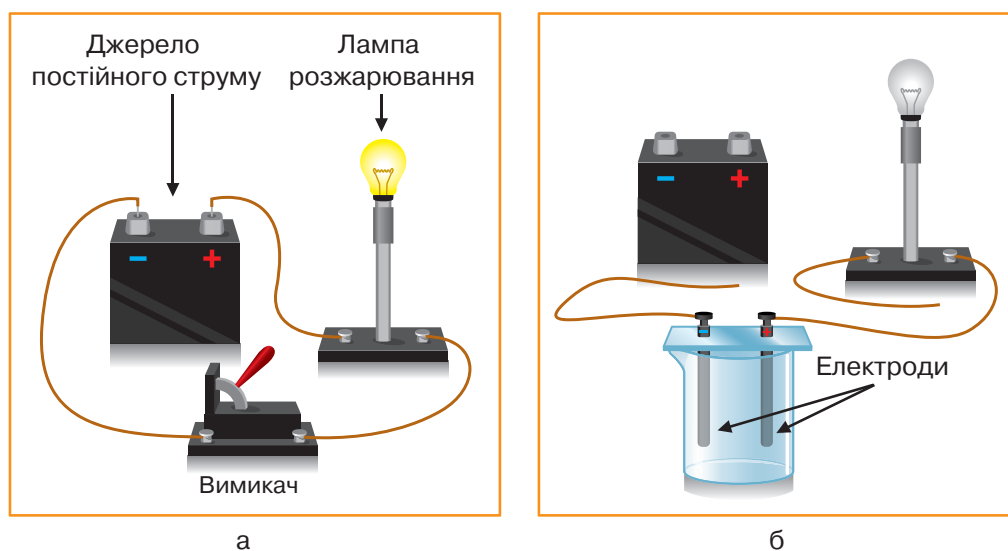
Понад 200 років тому вчені почали досліджувати електропровідність водних розчинів та розплавів різних речовин. Ці дослідження дали змогу класифікувати речовини на **електроліти** і **неелектроліти**.

Електроліти — це речовини, водні розчини і розплави яких проводять електричний струм; **неелектроліти** — речовини, водні розчини яких не проводять струм.

До електrolітів належать речовини з іонними та ковалентними сильно полярними зв'язками. Це солі, основи, кислоти, що в таблиці розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей позначено літерою «р» (див. форзац 2), достатньо розчинити у воді. До неелектrolітів належать вода, рідкі кисень, водень і гідроген хлорид, фосфор, сірка, сахароза, крохмаль та інші.

ЯК ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ВИЯВИТИ ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ РЕЧОВИН ТА ЇХНІХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ. Пропонуємо тобі пройти науковими стежками дослідників розчинів та збагатити свою предметну компетентність з хімії новими поняттями.

Зверни увагу на малюнок 19. На ньому зображено відоме тобі з фізики найпростіше електричне коло (мал. 19, а), а також прилад для дослідження електропровідності розчинів (мал. 19, б). У цьому приладі вимикачем слугують два електроди — стрижні, виготовлені з електропровідного матеріалу (вуглецю). Вони розміщені на відстані кількох сантиметрів один від одного, тож електричне коло незамкнене, електричного струму в ньому немає, і лампа не світиться. Але коли електроди занурені в розчин речовини йонної будови, то в розчині проходить електричний струм і лампа світиться.



Мал. 19. Найпростіше електричне коло (а) і прилад для дослідження електропровідності розчинів (б)

Складники цього приладу і його використання у дослідженні електропровідності кількох речовин демонструється у відео за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/wZkwD> чи за QR-кодом.





НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ РЕЧОВИН ТА ЇХНІХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

» Досліди демонструє вчителька / вчитель, тобі необхідно спостерігати, фіксувати результати, брати участь у колективному обговоренні спостережуваних змін, пропонувати свої пояснення до них та робити висновки.

Тобі знадобляться: прилад для дослідження електропровідності (мал. 19, б), дистильована вода, кристалічний сахароза (цукор) і натрій хлорид, розчини натрій хлориду й цукру, хлоридна кислота, хімічні склянки, ложечки для перемішування речовин.

Завдання. Намалюй у зошиті таблицю 5 і заповнюй її результатами спостереження за дослідженнями, які демонструє вчитель / вчителька, та власним висновком про електропровідність досліджуваного об'єкта.

Таблиця 5

Крок	Дослідження електропровідності		
	Досліджуваний об'єкт	Результат спостереження	Висновок про електропровідність об'єкта
1	2	3	4
Крок 1	Кристалічний натрій хлорид		
Крок 2	Дистильована вода		
Крок 3	Розчин натрій хлориду		
Крок 4	Кристалічна сахароза		
Крок 5	Водний розчин сахарози		
Крок 6	Хлоридна кислота		

Дослідження 1. Електропровідність кристалічного натрій хлориду.

Крок 1. Для проведення досліду наповнимо кристалічним натрій хлоридом хімічну склянку приладу для дослідження електропровідності розчинів на 1/4 її об'єму. Під'єднаємо прилад до джерела постійного струму й доторкнемося електродами до кристалів солі.

Зафіксуй стан лампи (світиться чи ні), зроби висновок про електропровідність кристалічного натрій хлориду.

Дослідження 2. Електропровідність дистильованої води.

Крок 2. Повторимо **крок 1**, але замінимо сіль на дистильовану воду.

Зафіксуй стан лампи (світиться чи ні), зроби висновок про електропровідність дистильованої води.

Дослідження 3. Електропровідність розчину натрій хлориду.

Крок 3. Наповнимо розчином натрій хлориду у воді склянку приладу на 1/4 її об'єму і під'єднаємо прилад до джерела постійного струму.

Зафіксуй стан лампи (світиться чи ні), зроби висновок про електропровідність розчину натрій хлориду.

Дослідження 4. Електропровідність кристалічної сахарози.

Крок 4. Наповнимо твердою сахарозою склянку приладу на 1/4 її об'єму і під'єднаємо прилад до джерела постійного струму.

Зафіксуй стан лампи (світиться чи ні), зроби висновок про електропровідність твердої сахарози.

Дослідження 5. Електропровідність водного розчину сахарози.

Крок 5. Наповнимо водним розчином сахарози склянку приладу на 1/4 її об'єму і під'єднаємо прилад до джерела постійного струму.

Зафіксуй стан лампи (світиться чи ні), зроби висновок про електропровідність розчину сахарози.

Дослідження 6. Електропровідність хлоридної кислоти — розчину гідроген хлориду у воді.

Крок 6. Дослід виконується аналогічно **кроку 3**.

Зафіксуй стан лампи (світиться чи ні), зроби висновок про електропровідність розчину гідроген хлориду.



Завдання 1. Спираючись на результати дослідження та наведені у цьому параграфі означення електролітів і неелектролітів, класифікуйте досліджені об'єкти за електропровідністю.

Завдання 2. Порівняйте речовини за типом хімічного зв'язку і зробіть висновок, які типи хімічного зв'язку властиві електролітам, а які — неелектролітам.

Завдання 3. На основі висновку та інформації параграфа сформулюйте власні означення електролітів і неелектролітів.

Завдання 4. Співставте складене вашою групою означення з інформацією про електроліти і неелектроліти, що наведена перед рубрикою «Нумо досліджувати». Наскільки правильно ваша група сформулювала означення?

З поміж шести проведених досліджень електропровідними були лише розчин натрій хлориду і хлоридна кислота, що є розчином гідроген хлориду у воді (**кроки 3 і 6**). Тверді натрій хлорид і сахароза, дистильована вода та розчин сахарози не проводять електричний струм.



Формулюємо навчальну проблему та розв'язуємо її

Формулюємо проблему. Чому розчини натрій хлориду і гідроген хлориду проводять електричний струм?

Висуваємо гіпотезу. Розчини натрій хлориду і гідроген хлориду проводять електричний струм тому, що внаслідок їх розчинення у розчинах з'явилися носії струму — заряджені частинки, що забезпечили електропровідність в обох випадках, про що свідчило світіння лампи.

Розв'язання проблеми. Звернемось до малюнка 7 (с. 27), який ілюструє розчинення кристалу натрій хлориду у воді. Дійсно, під впливом дипольних молекул води кристал руйнується, і катіони Натрію Na^+ й аніони Хлору Cl^- дифундують в об'єм розчинника. Так у розчині з'являються носії струму — різнойменно заряджені йони. Після підключення приладу до джерела постійного струму вони цілеспрямовано рухаються (катіони до катода, аніони до анода), розчин стає електропровідним, і лампа світить. Йони кристалічної солі не мають такої здатності.

Електропровідність розчину натрій хлориду зумовлена наявністю заряджених частинок — **йонів**.

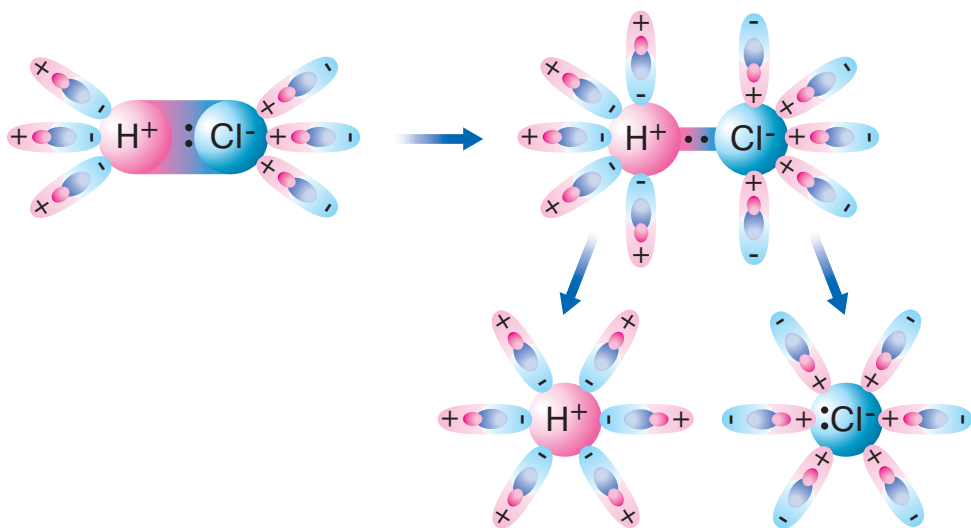
Завдання 1. Скористайся результатами розв'язання проблеми і поясни, чому не проводили електричний струм дистильована вода, тверді натрій хлорид і сахароза, розчин сахарози.

Найцікавіше виявилось у досліді з хлоридною кислотою (крок 6). Здавалось, що лампа не мала б світитись, оскільки гідроген хлорид — речовина молекулярної будови, а молекули — електронейтральні структурні частинки речовин молекулярної будови. Але ж лампа світилась, і це доводило наявність носіїв струму у склянці з хлоридною кислотою!

Вчені пояснюють це тим, що під впливом полярних молекул води ковалентні полярні зв'язки атомів з великою різницею електронегативності **йонізуються**. Так називають явище зміщення і переходу електронів спільної електронної пари до більш електронегативного атома, внаслідок чого утворюються відповідні катіони й аніони.

Йонізація — це процес утворення електрично заряджених йонів з електрично нейтральних атомів або молекул.

Завдання 2. Напиши електронну формулу гідроген хлориду і поясни, скільки в ній спільних електронних пар. Спрогнозуй, до якого хімічного елемента перейдуть вони внаслідок йонізації. Для перевірки припущення скористайся малюнком 20 (с. 62).



Мал. 20. Схема електролітичної дисоціації полярної молекули гідроген хлориду у воді

На малюнку бачимо, що під впливом диполів води молекула гідроген хлориду йонізується, внаслідок чого спільна електронна пара атомів Гідрогену і Хлору повністю переходить до більш електронегативного Хлору. Атом Гідрогену перетворюється на катіон Гідрогену H^+ , атом Хлору — на аніон Хлору Cl^- . У розчині з'являються заряджені частинки, здатні вільно рухатись і переносити електричний струм. Ось чому лампа світилась, коли електроди занурювали у хлоридну кислоту.

Електропровідність розчину гідроген хлориду (хлоридної кислоти) зумовлена наявністю вільно рухливих катіонів Гідрогену й аніонів Хлору.

ЯК У НАУЦІ З'ЯВИЛОСЬ ПОНЯТТЯ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ? Таку назву має явище, завдяки якому розчин натрій хлориду і хлоридна кислота стали електропровідними. Слово «дисоціація» походить від латинського *dissociatio* — «роз'єднання, розпад», а електролітична вказує, що внаслідок цього розпаду речовин утворюються частинки, здатні забезпечувати проходження електричного струму.

Електролітичну дисоціацію дослідив й увів у науковий обіг поняття про неї шведський учений Сванте Арреніус. У 1884 році він оприлюднив результати своїх досліджень і довів, що електричний струм у розчині проводять заряджені частинки — йони. Вони утворюються під час розчинення речовини у воді під дією її полярних молекул. Це відкриття спростувало поширену поміж вчених того часу думку, ніби йони утворюються в результаті проходження електричного струму через розчин.

Сформульовані Сванте Арреніусом висновки були підтверджені в експериментах, проведених різними вченими, і стали основними положеннями теорії електролітичної дисоціації. За її розробку в 1903 році Сванте Арреніуса удостоєно Нобелівської премії з хімії.

Минуло майже півтора століття з часу формулювання теорії електролітичної дисоціації, але й тепер вона підтверджується в експериментах учнівства й вчених, застосовується в різних сферах діяльності людини (технології контролю якості питної води, створення ліків та інші). Це яскравий приклад того, як наукові відкриття зберігають свою цінність і значення впродовж десятиліть і дають змогу розв'язувати сучасні проблеми людства.

СУТЬ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ. Тобі відомо, що під час розчинення кристалу натрій хлориду у воді її диполі притягують йони, що перебувають у вузлах кристалічних ґраток кристалу натрій хлориду. Якщо це притягання перевищує силу притягання між структурними частинками речовини у кристалі, речовина дисоціює — розпадається на структурні частинки, з яких була утворена. Наприклад, натрій хлорид дисоціює на катіони Натрію Na^+ та аніони Хлору Cl^- .

Під впливом електричного поля хаотичний рух іонів, на які дисоціювала речовина, стає впорядкованим. Позитивно заряджені йони Натрію Na^+ рухаються до катода (негативно зарядженого електрода), негативно заряджені йони хлору Cl^- — до анода (позитивно зарядженого електрода).

Електролітична дисоціація речовин з йонним хімічним зв'язком відбувається не лише у полярних розчинниках, а й у розплавах. Пояснюється це тим, що під впливом високої температури зв'язки у йонних кристалічних ґратках руйнуються, і йони набувають здатності рухатись. Як і в розчинах, цей рух хаотичний, але під дією електричного поля він стає напрямленим.

Електролітична дисоціація — це розпад речовин на вільно рухливі йони під впливом полярних молекул розчинника або в розплаві.

Електролітичній дисоціації речовин з ковалентним полярним зв'язком передують йонізація.

Завдання 3. Натрій хлорид має температуру плавлення $801\text{ }^\circ\text{C}$ і розчиняється у воді за кімнатної температури. Що ти можеш сказати про енергетичні переваги йонізації натрій хлориду в розчині над його розплавленням?

Незважаючи на те, що внаслідок електролітичної дисоціації утворюються різнойменно заряджені йони, розчин або розплав залишається електронейтральним. Це тому, що сума позитивних зарядів катіонів дорівнює сумі негативних зарядів аніонів.

У розчинах і розплавах електролітів позитивні заряди катіонів зрівноважені негативними зарядами аніонів, тому розчин і розплав загалом електронейтральні.

Відтепер ти знаєш, що метали електропровідні завдяки наявним вільним електронам, а розчини — завдяки рухливим йонам.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Дай визначення понять електролітична дисоціація, електроліти, неелектроліти, електропровідність, йонізація.
2. Речовинам з якими типами хімічних зв'язків властива електролітична дисоціація?
3. З точки зору теорії електролітичної дисоціації надай пояснення результатів дослідження у кроках 1, 2, 4, 5, 6 (рубрика «Нумо досліджувати» цього параграфа).
4. Чому кристалічний барій хлорид, маючи у своєму складі катіони Барію та аніони Хлору, не проводить електричний струм, а його розчин є електропровідним?
5. Чому колодязна або артезіанська вода, на відміну від дистильованої, проводить електричний струм?
6. Лампа приладу для дослідження електропровідності засвітиться, якщо електроди занурити у...

А порошок магній сульфату

В рідкий гідроген бромід

Б водний розчин магній сульфату

Г дистильовану воду

7. Проаналізуй **твердження I і II**. Чи є поміж них правильні?

Твердження I. У водних розчинах руйнування кристалічних ґраток йонних сполук чи йонізація полярного ковалентного зв'язку відбувається під впливом полярних молекул води.

Твердження II. За здатністю речовин проводити електричний струм у розчині чи розплаві їх класифікують на електроліти та неелектроліти.

А правильне лише твердження I

Б правильне лише твердження II

В правильні обидва твердження

Г немає правильних тверджень



8. Склади план розпізнавання двох твердих речовин білого кольору — глюкози $C_6H_{12}O_6$ та натрій карбонату Na_2CO_3 — за допомогою приладу для визначення електропровідності речовин і їхніх розчинів.



§ 12

ПОНЯТТЯ ПРО КИСЛОТИ, ОСНОВИ, СОЛІ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ



Пригадуємо й застосовуємо

- Що забезпечує електропровідність розчину натрій хлориду і хлоридної кислоти?
- Які речовини називають лугами?
- Класифікуй на кислоти й основи речовини, формули яких: NaOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, HCl , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, H_3PO_4 .
- Де і навіть у хімії використовують коефіцієнти?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ЯК ЗАПИСУЮТЬ РІВНЯННЯ ДИСОЦІАЦІЇ. Електролітичну дисоціацію записують у вигляді хімічного рівняння. У лівій частині рівняння вказують хімічну формулу речовини, а в правій — йони, на які речовина дисоціює. Для електролітів з йонним зв'язком між правою й лівою частинами рівняння ставлять знак « $\rightleftharpoons$ ». Він вказує, що речовина дисоціює (розпадається на йони) практично повністю, а зворотний процес — асоціація (походить від латинського «сполучення», «поєднання») — її йонам не властивий.

Для електролітів з ковалентним полярним зв'язком у рівнянні дисоціації використовують дві горизонтальні, напрямлені в різні боки стрілки « $\rightleftharpoons$ ». Цей знак вказує на оборотність процесу дисоціації: одночасно з розпадом на йони триває й зворотний процес відновлення молекул з йонів — асоціація. Тож у розчинах речовин з ковалентним полярним зв'язком присутні і молекули цих речовин, і йони, на які вони розпалися. Наприклад, рівняння електролітичної дисоціації гідроген хлориду у водному розчині має вигляд:



Серед основних класів неорганічних речовин чимало електролітів. Так, електролітами є всі добре розчинні у воді основи, кислоти, солі. З'ясуємо, на які йони дисоціюють речовини кожної групи, відшукаємо у продуктах дисоціації спільне і відмінності, навчимося писати рівняння електролітичної дисоціації речовин.



Завдання 1. Ознайомтесь з інформацією про йони, які утворюються внаслідок електролітичної дисоціації деяких кислот, основ (лугів), солей, за *таблицею 6*.

Таблиця 6

Приклади рівнянь електролітичної дисоціації деяких речовин у воді

<i>Назва речовини</i>	<i>Формула речовини</i>	<i>Рівняння дисоціації речовини у водному розчині</i>
Гідроген бромід (бромідна кислота)	HBr	$\text{HBr} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Br}^-$
Натрій гідроксид	NaOH	$\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
Сульфітна кислота	H_2SO_3	$\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$
Барій гідроксид	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$\text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$
Калій хлорид	KCl	$\text{KCl} = \text{K}^+ + \text{Cl}^-$
Купрум(II) хлорид	CuCl_2	$\text{CuCl}_2 = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$
Натрій сульфід	Na_2SO_3	$\text{Na}_2\text{SO}_3 = 2\text{Na}^+ + \text{SO}_3^{2-}$
Нітратна кислота	HNO_3	$\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
Алюміній нітрат	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 = \text{Al}^{3+} + 3\text{NO}_3^-$

Завдання 2. Перевірте, чи в усіх прикладах кількість позитивно заряджених йонів дорівнює кількості негативно заряджених йонів.

Завдання 3. Однакова чи різна сума числових значень зарядів катіонів та аніонів у розглянутих рівняннях електролітичної дисоціації речовин?

Завдання 4. Класифікуйте речовини з *таблиці 6* у три групи: кислоти, основи, солі. Визначте, які спільні йони утворюються під час дисоціації речовин однієї групи. За результатами виконання цього завдання заповніть у зошиті *таблицю 7*.

Класифікація розглянутих речовин на групи

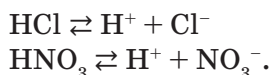
	Кислоти	Основи	Солі
Формули речовин			
Спільні йони, що утворюються внаслідок дисоціації			
Йони, за якими відрізняються: – катіон / катіони – аніон / аніони			

Завдання 5. Сформулюйте власні визначення кислот, основ, солей з огляду на те, на які йони вони дисоціюють у розчині. Співставте сформульовані означення з тими, що наведено у параграфі.

З'ясувавши, як дисоціюють у воді кислоти, основи, солі, робимо узагальнення:

- У рівняннях електролітичної дисоціації речовин:
- ✓ індекси у формулі стають для йонів коефіцієнтами;
 - ✓ сума позитивних зарядів катіонів дорівнює сумі негативних зарядів аніонів;
 - ✓ розчин електроліту електронейтральний.

ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ КИСЛОТ. Кислоти — речовини молекулярної будови. Але, як і в гідроген хлориді, молекули кислот йонізуються під впливом диполів води. Це призводить до утворення в їхніх розчинах катіонів Гідрогену та аніонів кислотного залишку:



Якщо до молекули кислоти входить більше ніж один атом Гідрогену, то дисоціація відбувається ступінчасто — із послідовним відщепленням кожного катіона Гідрогену. Для прикладу розглянемо електролітичну дисоціацію сульфатної кислоти, у складі молекули якої є 2 атоми Гідрогену:

1 ступінь: $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$ (гідрогенсульфат-аніон)

2 ступінь: $\text{HSO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ (сульфат-аніон)

Сумарне рівняння електролітичної дисоціації сульфатної кислоти буде таким:



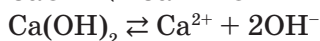
» У рівняннях електролітичної дисоціації застосовують коефіцієнти. Закон збереження маси справджується й для рівнянь електролітичної дисоціації речовин.

Завдання 1. Напиши сумарні рівняння електролітичної дисоціації сульфідної кислоти H_2S й ортофосфатної кислоти H_3PO_4 . Відшукай спільні йони, що утворилися під час дисоціації.

Кислоти — це електроліти, що дисоціюють у розчині з утворенням катіонів Гідрогену H^+ та аніонів кислотного залишку.

Отже, у рівняннях електролітичної дисоціації розчинних у воді кислот наявні катіони Гідрогену H^+ . Саме наявність йонів H^+ у водному розчині визначає спільні властивості кислот, зокрема їхню однакову дію на індикатори, взаємодію з основами. Індикатор виявляє наявність у розчині кислот йонів H^+ , а не на конкретну кислоту.

ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ ОСНОВ. Розчинні у воді основи (їхня загальна назва **луги**) дисоціюють на катіони металічного елемента та гідроксид-аніони OH^- . Їм також властива ступінчаста дисоціація.



Виняток з цього правила становить амоній гідроксид NH_4OH — луг, у якого замість однозарядного катіона металічного елемента наявний катіон амонію NH_4^+ (вивчатимеш у старшій школі).

Завдання 2. У розглянутих рівняннях електролітичної дисоціації відшукай спільні йони, що утворюються під час дисоціації основ.

Основи (луги) — це електроліти, що дисоціюють з утворенням аніонів одного виду — гідроксид-аніонів OH^- .

Наявність у всіх лугів гідроксид-аніонів OH^- зумовлює їхні спільні властивості, зокрема розчини лугів мильні на дотик, однаково впливають на індикатори, взаємодіють з кислотами.

ЗАБАРВЛЕННЯ ІНДИКАТОРІВ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ. Розрізняють **кислотне**, **лужне** і **нейтральне середовища розчинів**. **Кислотне середовище** зумовлене значним переважанням у розчині катіонів Гідрогену H^+ , **лужне** — гідроксид-аніонів OH^- . У **нейтральному середовищі** кількості катіонів Гідрогену H^+ і гідроксид-аніонів OH^- однакові. *Таблиця 8* знайомить з типовими індикаторами для визначення середовища розчину.

Забарвлення індикаторів у різних середовищах

ІНДИКАТОР	СЕРЕДОВИЩА		
	Кислотне	Нейтральне	Лужне
Фенолфталеїн	Безбарвний	Безбарвний	Малиновий
Лакмус	Червоний	Фіолетовий	Синій
Метилловий оранжевий (метилоранж)	Червоний	Оранжевий	Жовтий

Розчинами індикаторів наповнюють крапельниці, якими зручно користуватись. Оскільки всі індикатори досить чутливі, то кількох крапель індикатора достатньо, щоб виявити середовище розчину. Окрім розчинів індикаторів, використовують індикаторний папір (мал. 21).



Мал. 21. Індикаторний папір

Завдання 3. Запиши у зошит і запам'ятай, якими індикаторами можна виявити лужне та кислотне середовища, як змінюється колір кожного індикатора у конкретному середовищі.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЗМІНУ КОЛЬОРІВ ІНДИКАТОРІВ У КИСЛОТНОМУ ТА ЛУЖНОМУ СЕРЕДОВИЩАХ

Тобі знадобляться: розчини кислоти і лугу, дистильована вода, пробірки, штатив для пробірок, індикатори: лакмус, фенолфталеїн, метиловий оранжевий.



Пригадай і неухильно дотримуйся правил безпеки під час роботи з обладнанням і реактивами!

Дослідження 1. Виявлення катіонів Гідрогену (кислотного середовища) індикаторами.

Крок 1. У три порожні чисті пробірки налий хлоридну кислоту по 2 мл у кожну та випробуй її лакмусом, метиловим оранжевим, універсальним індикаторним папірцем. Як змінився колір індикатора у кожній пробірці? Порівняй із забарвленням, що в таблиці 8.

Крок 2. Повтори дослід з розчином іншої кислоти.

Крок 3. Порівняй результати обох дослідів і сформулюй **ВИСНОВОК** щодо дії індикаторів на кислоти і про можливість: а) виявити цими індикаторами наявність кислоти в розчині; б) розпізнати цими індикаторами дві різні кислоти.

Дослідження 2. Виявлення гідроксид-аніонів (лужного середовища) індикаторами.

Крок 1. У чотири порожні чисті пробірки налий розчин натрій гідроксиду об'ємом 2 мл у кожен та випробуй його лакмусом, метиловим оранжевим, фенолфталеїном, універсальним індикаторним папірцем. Як змінився колір індикатора у кожній пробірці? Порівняй із забарвленням, що в таблиці 8.

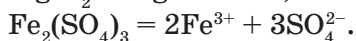
Крок 2. Пророби аналогічний дослід з розчином іншого лугу. Спостерігай за зміною кольору.

Крок 3. Порівняй результати обох дослідів і зроби висновок щодо дії індикаторів на розчини лугів.

Крок 4. Сформулюй висновок про можливість: а) виявити цими індикаторами наявність лугу в розчині; б) розпізнати цими індикаторами два різні луги.

Крок 5. Сформулюй **ВИСНОВОК**, які йони зумовлюють однакову дію кислот на індикатори; а які — однакову дію лугів на індикатори.

ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ СОЛЕЙ. Солі дисоціюють на йони, з яких утворились їхні кристали, наприклад:



Солі — це електроліти, що дисоціюють на катіони металічних (виняток — солі амонію) елементів й аніони кислотних залишків.

Запис рівнянь електролітичної дисоціації речовин дає змогу зрозуміти, які саме йони наявні в розчині. Це важливо для аналізу властивостей речовин і прогнозування перебігу хімічних реакцій.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Сформулюй визначення кислот, основ, солей з точки зору електролітичної дисоціації.
2. Які йони зумовлюють спільні властивості кислот, а які — лугів?
3. Чим відрізняються один від одного продукти електролітичної дисоціації водних розчинів натрій ортофосфату й ортофосфатної кислоти? Відповідь підтвердь записом належних рівнянь дисоціації.

4. У трьох пробірках без етикеток містяться вода, сульфатна кислота, калій гідроксид. Як розпізнати ці речовини?
5. Електроди, з'єднані з джерелом струму і лампою, дослідник по черзі:
- 5.1. занурював у водний розчин нітратної кислоти;
 - 5.2. занурював у водний розчин барій гідроксиду;
 - 5.3. занурював у водний розчин кальцій хлориду;
 - 5.4. занурював у водний розчин глюкози;
 - 5.5. торкався кристалів магній сульфату.
- Якою, на твою думку, була мета цього дослідження? Спрогнозуй, що спостерігатиме дослідник у кожному випадку й обґрунтуй свій прогноз записом можливих рівнянь електролітичної дисоціації.
6. Яка кількість речовини катіонів й аніонів утворюється внаслідок дисоціації: а) ферум(III) хлориду кількістю речовини 1 моль; б) барій гідроксиду кількістю речовини 2 моль?



§ 13

СИЛЬНІ ТА СЛАБКІ ЕЛЕКТРОЛІТИ. ПОНЯТТЯ ПРО ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК



Пригадуємо й застосовуємо

- Як у математиці обчислюють частку від цілого?
- Що називають формульною одиницею речовини?
- Збільшується чи зменшується масова частка розчиненої речовини в розчині у разі доливання до нього розчинника?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Дослідників розчинів цікавило питання, якою мірою розчинена речовина дисоціює на йони — повністю чи якась її частина перебуває у недисоційованому стані? Що впливає на повноту електролітичної дисоціації речовин? У цьому параграфі ти знайдеш відповіді на ці запитання, дізнаєшся, які чинники визначають ступінь електролітичної дисоціації та як отримані відповіді допомагають пояснити властивості речовин у побуті, техніці та живій природі.

СТУПІНЬ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ. Вчені довели, що різні електроліти різною мірою піддаються електролітичній дисоціації.

За кількісний показник електролітичної дисоціації речовин обрано **ступінь електролітичної дисоціації**. Його позначають грецькою літерою α (читається «альфа») і виражають у частках від одиниці або у відсотках. Він показує, який відсоток формульних одиниць розчиненої речовини дисоціював на йони.

Ступінь дисоціації (α) — це відношення кількості молекул / формульних одиниць електроліту n , що дисоціювали на йони, до загальної кількості розчинених молекул / формульних одиниць N .

$$\alpha = \frac{n}{N}, \text{ або } \alpha = \frac{n}{N} \cdot 100\%.$$

Наприклад, ступінь дисоціації 0,6 або 60 % означає, що 60 % розчиненої речовини міститься в розчині в дисоційованому на йони стані, а 40 % залишилися недисоційованими.

КЛАСИФІКАЦІЯ ЕЛЕКТРОЛІТІВ ЗА СТУПЕНЕМ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ. За величиною ступеня дисоціації електроліти поділяють на три групи — сильні, слабкі та середньої сили.

Сильними вважаються **електроліти**, ступінь дисоціації яких становить 30 і більше відсотків ($\alpha \geq 30\%$), наприклад луги, нітратна, сульфатна і хлоридна кислоти, більшість розчинних солей.

Слабкі електроліти під час розчинення у воді лише частково дисоціюють на йони. Їхній ступінь електролітичної дисоціації менший від 3 % ($\alpha \leq 3\%$). До слабких електролітів належать більшість органічних кислот, деякі неорганічні кислоти (наприклад, карбонатна H_2CO_3 , сульфідна H_2S , силікатна H_2SiO_3).

До **електролітів середньої сили** належать речовини зі значенням електролітичної дисоціації $3\% \leq \alpha < 30\%$. Тобто електроліти середньої сили не повністю дисоціюють на йони. Їх прикладом є ортофосфатна H_3PO_4 , сульфідна H_2SO_3 , фторидна HF кислоти.

Завдання 1. Склади у зошиті схему класифікації речовин за ступенем електролітичної дисоціації та проілюструй її прикладами речовин.

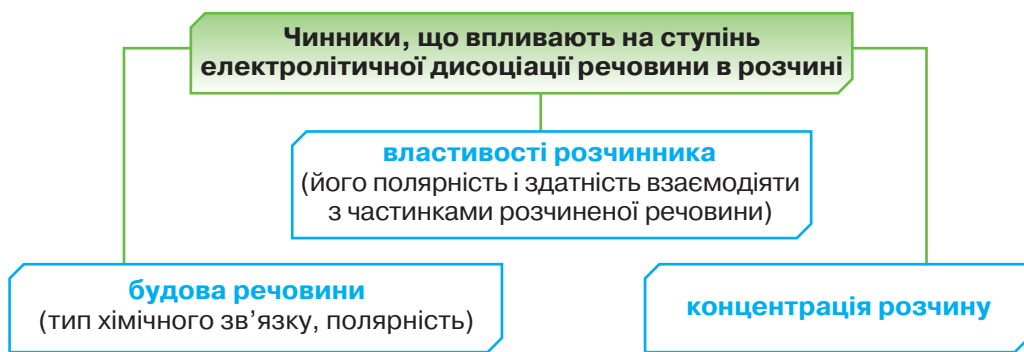
ВІД ЧОГО ЗАЛЕЖИТЬ СТУПІНЬ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ РЕЧОВИН?

Прикладом впливу *будови речовин* на ступінь електролітичної дисоціації є існування сильних, слабких та середньої сили електролітів. Сполуки з йонним та сильним полярним ковалентним зв'язками легко дисоціюють у водному розчині, тому є сильними електролітами. Менш полярні сполуки дисоціюють частково і належать до слабких електролітів або електролітів середньої сили.

Вплив *розчинника* на дисоціацію речовини розглянемо на прикладі сульфатної кислоти (H_2SO_4) і води та етанолу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (медичний спирт) як розчинників. Навіть у концентрованому водному розчині сульфатна кислота дисоціює практично повністю. Отже, для сильних електролітів концентрація не є чинником електролітичної дисоціації у водних розчинах. В етанолі сульфатна кислота різних концентрацій дисоціює частково.

Чи залежить ступінь дисоціації слабких електролітів від *концентрації їх розчину*? Відшукати відповідь на це запитання допоможе експеримент з рубрики «Нумо досліджувати».

Вплив деяких чинників на ступінь електролітичної дисоціації речовин ілюструє схема на *малюнку 22*.



Мал. 22. Чинники, що впливають на ступінь електролітичної дисоціації речовини



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНУ НА СТУПІНЬ ДИСОЦІАЦІЇ СЛАБКОГО ЕЛЕКТРОЛІТУ (на прикладі етанової кислоти)

! Дослід демонструє вчитель / вчителька.

Мета: дослідити, як зміна концентрації впливає на ступінь дисоціації етанової кислоти.

Гіпотеза: якщо після розбавлення концентрованої етанової кислоти водою світіння лампи стане яскравішим, то це свідчитиме, що зменшення концентрації слабого електроліту етанової кислоти у розчині збільшило ступінь її дисоціації. Якщо ж зі зменшенням концентрації етанової кислоти за рахунок розбавлення розчину лампа світитиме тьмяніше, то це буде свідченням того, що носіїв струму в розчині стало менше, тобто ступінь дисоціації зменшився.

Тобі знадобляться: прилад для визначення електропровідності розчинів, джерело постійного струму, концентрована етанова кислота, дистильована вода, хімічна склянка.

Крок 1. У хімічну склянку на 1/4 об'єму наллємо концентрованої етанової кислоти. Підключимо прилад для виявлення електропровідності розчинів до джерела постійного струму і спостерігатимемо за світінням лампи (мал. 23, а). Яке воно — тьмяне чи яскраве?

Крок 2. Не вимикаючи прилад, повільно доливатимемо у склянку з концентрованою етановою кислотою дистильовану воду і спостерігатимемо за зміною яскравості світіння лампи (мал. 23, б).



Мал. 23. Вплив концентрації розчину на електролітичну дисоціацію етанової кислоти

Крок 3. Сформулюй коротке пояснення, як взаємопов'язані концентрація розчину, дисоціація етанової кислоти та електропровідність її водного розчину.

Зважаючи на те що з розбавленням кислоти світіння лампи ставало яскравішим, сформулюй **ВИСНОВОК**, як концентрація слабого електроліта у водному розчині впливає на ступінь його електролітичної дисоціації.

На ступінь дисоціації слабких електролітів впливає концентрація розчину: що менша концентрація, то більший ступінь дисоціації слабого електроліту.

Зі збільшенням температури ступінь дисоціації слабких електролітів здебільшого зростає, тому що збільшується швидкість теплового руху йонів, який сприяє дисоціації і перешкоджає асоціації.

ДИСОЦІАЦІЯ ВОДИ Й ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК. Кількість молекул води, що дисоціюють на йони, мізерна. Ступінь електролітичної дисоціації води — $\alpha(\text{H}_2\text{O})$ — за температури 25 °C дорівнює $1,8 \cdot 10^{-9}$. Це означає, що у воді об'ємом 1 л (воді кількістю речовини 55 моль) дисоціюють на йони тільки 10^{-7} моль молекул. Рівняння електролітичної дисоціації води у спрощеному вигляді є таким:

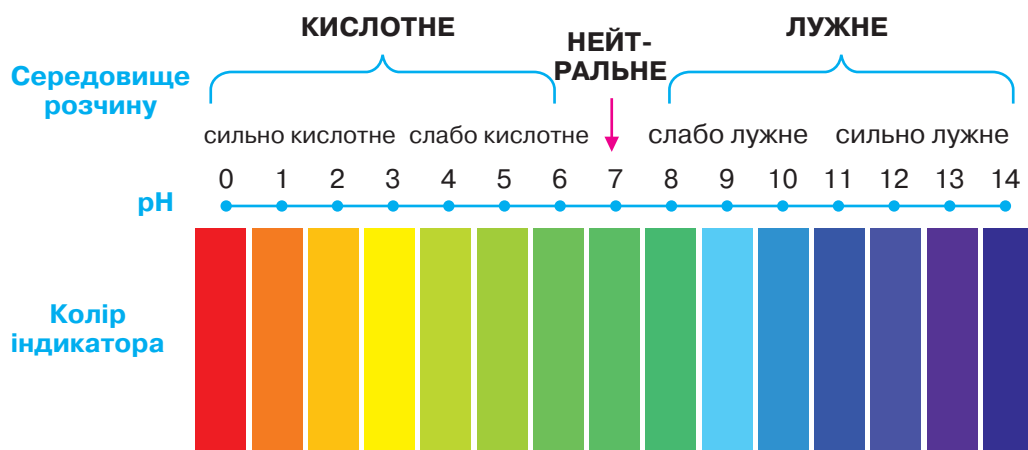


З рівняння бачимо, що в чистій воді катіони Гідрогену й гідроксид-аніони перебувають у рівновазі й концентрація кожного з них дорівнює $1 \cdot 10^{-7}$ моль/л. Тож вода має нейтральне середовище, і будь-який з відомих тобі індикаторів кислого чи лужного середовища це засвідчить.

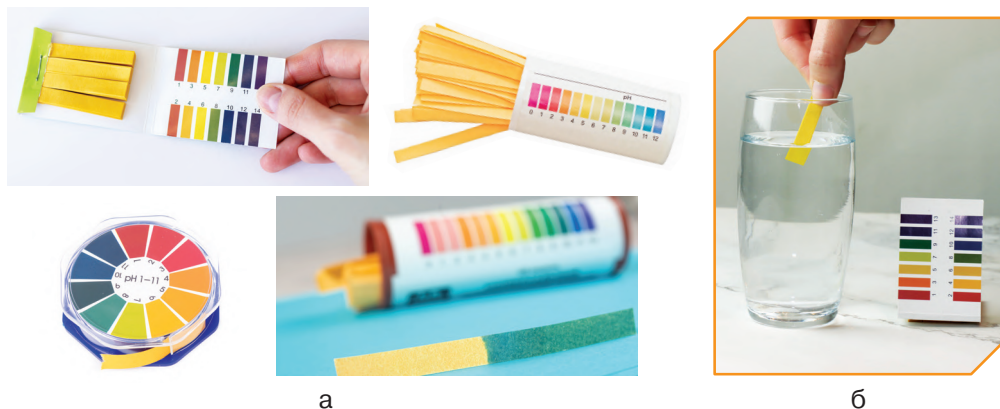
Користуватися абсолютними числами, що позначають концентрацію йонів, на які дисоціює вода ($1 \cdot 10^{-7}$ моль/л), незручно. Тому в 1909 р. в науку введено поняття водневого показника та його позначення рН (читається «пе-аш»), і прийнято рішення виражати концентрацію йонів Гідрогену й гідроксид-аніонів цілим числом із протилежним знаком. Так, однакова концентрація катіонів Гідрогену й гідроксид-аніонів у чистій воді відповідає водневому показнику 7: $\text{pH} = 7$. Показник рН розчинів може набувати значень від 0 до 14. Для нейтральних розчинів він дорівнює 7, для кислотних — менший від 7, а для лужних — більший за 7 (колаж).

Водневий показник (рН) — це числовий показник концентрації катіонів Гідрогену у водних розчинах, взятий із протилежним знаком і виражений цілим числом.

Його значення перебуває в межах від 0 до 14.



Багато промислових, хімічних і біологічних процесів відбуваються лише за певних значень рН розчину. Для його визначення часто використовують **універсальний індикатор** (мал. 24, с. 76). Це спеціальний хімічний засіб, що змінює своє забарвлення залежно від кислотності або лужності середовища. Порівнюючи колір індикатора в досліджуваному розчині з кольоровою шкалою рН, що додається до індикатора, можна визначити не лише наявність кислоти чи лугу, а й приблизне числове значення рН розчину.



Мал. 24. Універсальний індикатор (а) і його використання для визначення приблизного значення рН розчину (б)

Водневий показник є важливою характеристикою кислотності продукції харчової промисловості, косметичних засобів, ґрунту тощо. Його визначають спеціальними приладами — рН-метрами (мал. 25).



Мал. 25. Практичне використання рН-метрів

До водних розчинів, у яких порушено рівновагу катіонів Гідрогену H^+ й аніонів OH^- , застосовують поняття «кислотність розчину» (навіть коли середовище лужне).



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ КИСЛОТНІСТЬ РЕЧОВИН І РОЗЧИНІВ, ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ, ЗАСОБІВ ОСОБИСТОЇ ГІГІЄНИ

Мета: навчитися визначати рН води, розчинів лугу і кислоти, харчових продуктів та гігієнічних засобів за допомогою універсального індикатора, а також усвідомити значення водневого показника для здоров'я людини та повсякденного життя.

Тобі знадобляться: вода дистильована, розчин натрій гідроксиду і хлоридна кислота, універсальний індикаторний папір з кольоровою шкалою, харчові продукти (наприклад, молоко, кефір, яблучний сік, газована вода), засоби особистої

гігієни (наприклад, рідке мило, шампунь, гель для душу, зубна паста), пробірки і штатив для них.

Дослідження 1. Вимірювання рН води, розчинів лугу і кислоти.

Крок 1. Вимірювання рН води, розчину натрій гідроксиду, хлоридної кислоти за допомогою універсального індикаторного паперу для з'ясування середовища кожного з досліджуваних зразків.

Крок 2. У таблицю 9, яку відтвори в зошиті за наведеним зразком, запиши назви досліджених зразків у послідовності збільшення кислотності. Впиши приблизну величину водневого показника кожного досліджуваного зразка.

Таблиця 9

№	Речовина / розчин	рН

Дослідження 2. Встановлення приблизного значення рН харчових продуктів і засобів гігієни за допомогою універсального індикатора.

Крок 1. Проведи дослідження з визначення рН продуктів харчування та засобів особистої гігієни.

Крок 2. Порівняй забарвлення індикатора із кольоровою шкалою рН після дії на нього досліджуваного об'єкта і виготов оригінальну шкалу водневих показників, на якій замість числових значень розташуй назви чи зображення досліджених об'єктів.

Крок 3. Сформулюй **ВИСНОВОК** про діапазон рН, характерний для досліджених харчових продуктів і засобів особистої гігієни. Запропонуй, як можна використовувати універсальний індикатор у домашніх умовах для перевірки рН різних розчинів.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

РОЛЬ ВОДНЕВОГО ПОКАЗНИКА В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Кожна біологічна рідина в організмі (кров, сеча, слина, шлунковий сік тощо) має свій рівень рН (таблиця 10). Його відхилення від норми може свідчити про порушення в роботі органів і погіршення здоров'я.

Таблиця 10

Середні показники значення рН деяких біологічних рідин

Біологічна рідина в організмі людини	рН
Кров	7,4
Шлунковий сік	1,4
Сеча	6,4

Біологічна рідина в організмі людини	pH
Слина	7,1
Сльозова рідина	7,7

Щоб органи працювали злагоджено, в організмі повинна зберігатися кислотно-лужна рівновага між кислотністю та лужністю біологічних рідин. Один із головних її чинників — харчування (колаж). Надмірне споживання продуктів, які знижують pH біологічних рідин організму, може призвести до швидкої стомлюваності, зниження концентрації уваги, погіршення стану шкіри та волосся, а згодом — до розвитку хронічних захворювань. Підтримувати баланс допомагають продукти, що підвищують pH середовища організму.

Продукти, що знижують pH середовища організму



Продукти, що підвищують pH середовища організму



Усвідомлений вибір раціону харчування — не просто дієта, а розуміння хімічних процесів, що відбуваються у твоєму організмі. Так хімічні знання дають тобі змогу дбати про здоров'я.

Завдання Порівняй pH шлункового соку і сльозової рідини. Прокоментуй, яким є середовище кожної із цих біологічних рідин.



Завдання. Проаналізуйте подану далі інформацію та запропонуйте вирішення проблем 1 і 2.

Природний pH шкіри голови перебуває в межах 4,5–5,5 (слабокислотне середовище), а pH волосся ще нижчий — у межах 3,5–5,5. Таке середовище створює особливий «кислотний щит», який захищає шкіру голови від небезпечних мікроорганізмів і підтримує здоров'я волосся. Щоб зберегти цей захисний бар'єр і не зашкодити структурі волосся, варто використовувати засоби догляду за волоссям з pH , наближеним до природного.

Проблема 1. Який з бальзамів для волосся придбати: той, на етикетці якого вказано pH 6,8, чи той, pH якого 5,0? Чому?

Проблема 2. Чи варто купувати шампунь, у рекламі якого зазначено: «Наш шампунь ідеально підходить для щоденного догляду за волоссям. Містить натуральні компоненти. pH 7,5».

Запитання 1. Як ви оцінюєте подану інформацію з наукової точки зору?

Запитання 2. Чи порадите ви своїм знайомим використовувати цей шампунь для підтримання здоров'я волосся і шкіри голови? Поясніть свою відповідь.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Сформулюй означення сильних і слабких електролітів.
2. Розташуй речовини за зростанням ступеня електролітичної дисоціації.
А сульфатна кислота **В** ортофосфатна кислота
Б вода **Г** сульфідна кислота
3. З якою метою в хімії було введено поняття водневий показник (pH)? Що він показує? Наведи три приклади з повсякденного життя, де важливо знати та враховувати pH середовища.
4. Кислотним, лужним чи нейтральним є середовище розчину з водневим показником: **а)** 4; **б)** 12; **в)** 7?
5. Як знання про pH можуть допомогти тобі в повсякденному житті, зокрема під час вибору харчових продуктів та засобів особистої гігієни?
6. Один розчин виготовили з етанової кислоти кількістю речовини 0,2 моль і води об'ємом 88 мл, інший — з етанової кислоти масою 6 г і води об'ємом 94 мл. У якому з розчинів за однакової температури ступінь електролітичної дисоціації буде більшим і чому?
7. Виконай проєкт «Водневий показник розчинів і його значення у житті людини», підготуйся презентувати його на одному із занять.





§ 14

ОЗНАЙОМЛЮЄМОСЯ З ТАБЛИЦЕЮ РОЗЧИННОСТІ І ВЧИМОСЯ ВИКОРИСТОВУВАТИ ЇЇ ПРОГНОСТИЧНУ ФУНКЦІЮ



Пригадуємо й застосовуємо

- Яку структуру має періодична таблиця хімічних елементів?
- Яку інформацію можна отримати з періодичної таблиці про хімічний елемент?
- Які хімічні елементи називають лужними, в якій групі періодичної таблиці вони розташовані, які йони вони утворюють?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Крім періодичної таблиці хімічних елементів (див. форзац 1 і 2), з науковою та навчальною метою широко використовується таблиця розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей (див. форзац 2). Тож не випадково, що у хімічному кабінеті кожної школи і нашому підприємству є обидві таблиці.

Пізнавши структуру таблиці розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей (див. форзац 2) та навчившись нею користуватись, ти зрозумієш суть хімічних реакцій у розчинах, безпомилково писатимеш повні молекулярні та йонні рівняння хімічних реакцій.



Завдання 1. Ознайомтесь із структурою і структурними елементами таблиці розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей та з'ясуйте:

- 1.1. З яких структурних частинок речовини укладено таблицю?
- 1.2. Як побудована таблиця: що в таблиці розташовано у вертикальних стовпцях, а що — в горизонтальних рядках?
- 1.3. Якими літерами у таблиці позначені розчинні, малорозчинні та нерозчинні речовини?
- 1.4. Яка додаткова інформація про деякі речовини міститься в таблиці?
- 1.5. Знайдіть і запишіть по 2 приклади простих (утворених одним хімічним елементом) і складних (утворених кількома хімічними елементами) йонів. Чому, на вашу думку, для одних хімічних елементів у таблиці наявний лише один вид катіонів, а для інших — кілька?

1.6. Користуючись таблицею, складіть по одній формулі розчинних, нерозчинних, малорозчинних у воді речовин, дотримуючись наведених нижче правил.

**Правила складання хімічних формул електролітів
з використанням наявної у таблиці розчинності інформації**

1. Складаючи формулу неорганічної речовини йонної будови, спершу записують катіон, а потім аніон.
2. У формулі сума зарядів катіонів має дорівнювати сумі зарядів аніонів. Для цього добирають індекси. Індекс 1 не пишеться.
3. Індекс йона знаходять дією ділення найменшого спільного кратного числових значень зарядів обох іонів на величину заряду йона (катіона, аніона).
4. Якщо індекс ставиться до складного йона, то йон записують у круглих дужках, наприклад $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Завдання 2. Дослідіть таблицю, знайдіть в ній об'єкти дослідження і вивчіть їх детальніше.

2.1. Об'єкт дослідження — **аніон NO_3^-** .

Що ви можете сказати про розчинність у воді речовин, до складу яких входить нітрат-аніон?

2.2. Об'єкт дослідження — **катіон H^+** .

Який клас сполук дисоціює з утворенням Гідроген-катіона? Скориставшись розглянутими вище правилами, напишіть дві формули сильних електролітів цього класу. Яка із внесених до таблиці розчинності речовин цього класу нерозчинна у воді?

2.3. Об'єкт дослідження — **аніон OH^-** .

Який клас сполук дисоціює з утворенням гідроксид-аніонів? Напишіть дві формули сильних електролітів цього класу, скориставшись розглянутими вище правилами.

2.4. Об'єкт дослідження — **аніон Cl^-** .

Відшукайте катіони, з якими аніон-хлорид утворює нерозчинну і малорозчинну речовини. Напишіть їхні формули і назвіть речовини за систематичною номенклатурою.

2.5. Об'єкт дослідження — **катіон Pb^{2+}** .

З'ясуйте, яких сполук Плюмбуму Pb^{2+} — розчинних, нерозчинних, малорозчинних — у таблиці розчинності більшість. Складіть і назвіть формулу однієї розчинної солі Плюмбуму Pb^{2+} .

2.6. Об'єкт дослідження — **аніон PO_4^{3-}** .

Що ви можете сказати про розчинність у воді речовин, до складу яких входить ортофосфат-аніон?

Завдання 3. Розробіть пам'ятку, як користуватись таблицею розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів, солей для характеристики здатності речовин дисоціювати у водних розчинах.

» Серед аніонів неорганічних кислот до таблиці традиційно вміщують кислотний залишок CH_3COO^- етанової кислоти CH_3COOH , яка належить до органічних кислот. А з-поміж простих катіонів, утворених металічними елементами, є складний амоній-катіон NH_4^+ . Його сполуки мають схожі властивості зі сполуками лужних хімічних елементів.

Таблиця розчинності інформує про здатність речовин розчинятись у воді. У таблиці на перетині рядка і стовпця відповідного катіона й аніона в клітинці записано першу літеру назви її здатності розчинятись у воді: **р** — розчинна, **н** — нерозчинна, **м** — малорозчинна.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Що є структурними складниками таблиці розчинності та як вони розташовані?
2. Наведи приклади:
 - 2.1. Кислоті, всі солі якої розчиняються у воді;
 - 2.2. Металічного елемента, всі сполуки якого розчиняються у воді;
 - 2.3. Катіона, який з хлорид-аніоном утворює нерозчинну речовину;
 - 2.4. Аніона, який з катіоном Барію утворює нерозчинну речовину.
3. Напиши молекулярні формули магній нітрату й магній ортофосфату. Надай відповіді на запитання:
 - 3.1. З яких йонів складається формульна одиниця кожної з цих йонних сполук?
 - 3.2. До однієї чи різних груп за розчинністю у воді вони належать?
 - 3.3. Яку із цих речовин можна виділити із суміші з водою фільтруванням, а яку — ні? Поясни свою відповідь.
4. Серед структурних частинок речовини: K^+ , Cl^0 , Ba^{2+} , S^{2-} , PO_4^{3-} , SO_3^{2-}
А катіонів й аніонів порівну
Б переважають катіони
В переважають аніони
Г переважають атоми
5. Поміркуй і запропонуй ще один об'єкт дослідження до тих, що розглядалися у завданні 2 рубрики «Пліч-о-пліч» (с. 81). Запиши запитання до нового об'єкта дослідження й відповідь на нього.



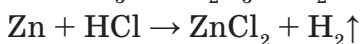
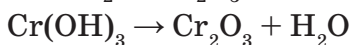
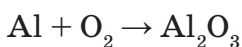
§ 15

ЙОННІ РЕАКЦІЇ В РОЗЧИНАХ



Пригадуємо й застосовуємо

- Які ти знаєш типи хімічних реакцій?
- Пригадай формулювання закону збереження маси в хімічних реакціях.
- За схемами хімічних реакцій напиши хімічні рівняння й зазнач їх типи.



Опрацюй

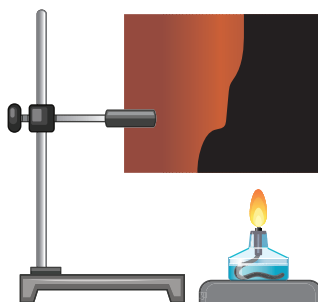
Зрозумій

Використай

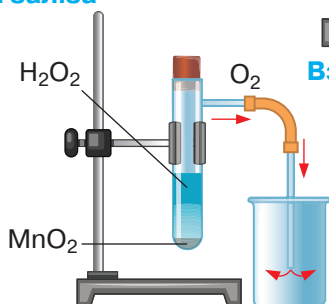
Вивчаючи хімію у 7 і 8 класах, тобі доводилося спостерігати і самостійно проводити різні хімічні реакції. Одні з них відбувалися повільно, інші — миттєво, а деякі потребували використання каталізаторів чи нагрівання (колаж).



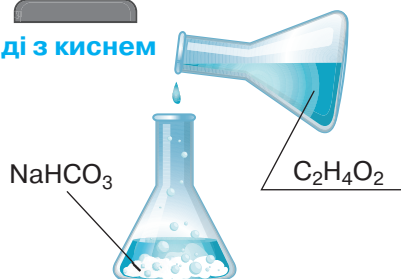
Іржавіння заліза



Взаємодія міді з киснем



Добування кисню



Взаємодія соди з оцтом

З-поміж розглянутих прикладів хімічних реакцій найактивніше взаємодіють сода і водний розчин етанової кислоти. Чому?

РЕАКЦІЇ ЙОННОГО ОБМІНУ. Хімічні реакції між розчиненими у воді електролітами відбуваються доволі швидко, оскільки йонам легко контактувати один з одним.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЙОННУ РЕАКЦІЮ В РОЗЧИНІ

Тобі знадобляться: пробірки; штатив для пробірок, розчин натрій хлориду; розчин аргентум(I) нітрату.

Завдання. Досліди взаємодію натрій хлориду з аргентум(I) нітратом.

Крок 1. У пробірку налий розчин натрій хлориду об'ємом 2-3 мл. Додай до нього розчин аргентум(I) нітрату об'ємом 1 мл і спостерігай за змінами у пробірці.

Крок 2. Напиши рівняння електролітичної дисоціації обох реагентів.

Крок 3. За наведеним нижче текстом з'ясуй йонну природу спостережуваних тобою змін.

Після зливання обох розчинів протилежно заряджені йони, що були в різних посудинах, опиняються настільки близько один до одного, що легко можуть асоціювати.

Можливість перша: $\text{Na}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{NaNO}_3$ — натрій нітрат.

Звернемось до таблиці розчинності і з'ясуємо, що натрій нітрат є сильним електролітом. Тож катіони натрію й нітрат-аніони цю можливість не реалізують, асоціація не відбувається, катіони Натрію й нітрат-аніони й надалі перебувають у розчині в дисоційованому стані.

Можливість друга: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$ — аргентум(I) хлорид.

Як засвідчує таблиця розчинності, аргентум(I) хлорид нерозчинний у воді. Отже, катіони Аргентуму й аніони Хлору асоціюють, утворюється нерозчинна речовина, осад якої ти спостерігав / спостерігала (мал. 26).

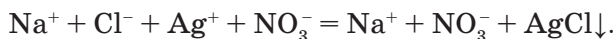


Мал. 26. Взаємодія натрій хлориду з аргентум(I) нітратом

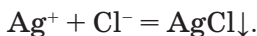
Поєднаємо обидві можливості записом одного **молекулярного рівняння** хімічної реакції, що відбулася, і після формули аргентум(I) хлориду поставимо стрілку ↓, щоб зазначити, що цей продукт реакції нерозчинний у воді й випадає в осад:



Напишемо **повне йонне рівняння реакції**. Так називають рівняння, в якому хімічні формули електролітів записують дисоційованими на йони, а неелектролітів — хімічною формулою. Як було з'ясовано вище, обидва реагенти і продукт реакції натрій нітрат належать до сильних електролітів. Тож у повному йонному рівнянні їх записують у дисоційованому стані, а аргентум(I) хлорид — хімічною формулою:



Скоротивши однакові йони у лівій і правій частинах повного йонного рівняння, матимемо запис **скороченого йонного рівняння**:



Таким чином, у спостережуваній тобою реакції після її завершення натрій нітрат міститься в розчині у дисоційованому на катіони Натрію й нітрат-аніони стані, а катіони аргентуму(I) і хлорид-аніони асоціювали з утворенням нерозчинного у воді аргентум(I) хлориду, осад якого утворився.

Сукупно до записів цих рівнянь застосовують назву «**рівняння в молекулярно-йонній формі**».

Молекулярне рівняння реакції — рівняння, у якому реагенти і продукти реакції записують хімічними формулами.

Повне йонне рівняння — рівняння, у якому формули електролітів записують дисоційованими на йони, а неелектролітів — хімічними формулами.

Скорочене йонне рівняння — рівняння, в якому записано катіони та аніони, з яких утворився недисоційований чи малодисоційований продукт реакції.

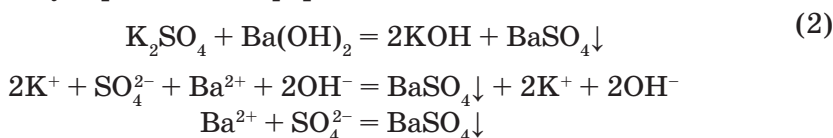
ЙОННІ ХІМІЧНІ РІВНЯННЯ І ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ МАСИ В ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЯХ. Повні та скорочені йонні рівняння записують з дотриманням закону збереження маси в хімічних реакціях. Це означає, що кількість одних і тих самих йонів до реакції і після неї однакова.

Щоб дотримуватись закону, під час складання повних йонних рівнянь враховують наявні у молекулярному рівнянні коефіцієнти.

Коефіцієнт перед хімічною формулою електроліта стосується і катіона, і аніона.

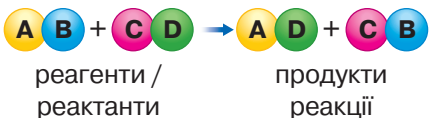
Завдання 1. Напиши рівняння хімічної реакції калій броміду з аргентум(I) нітратом в молекулярно-йонній формі.

СУТЬ РЕАКЦІЇ ОБМІНУ. Розглянемо ще один приклад запису рівняння в молекулярно-йонній формі:



Завдання 2. Поміркуй і зроби висновок, чи можна розглянуті у параграфі реакції зарахувати до одного з відомих тобі типів.

Щоб не помилитись з відповіддю, спершу проаналізуй склад формульних одиниць кожної речовини і з'ясуй, до простих чи складних речовин вони належать, чи змінюється кількість речовин до і після реакції. Результати аналізу переконують тебе, що їх не можна зарахувати до реакцій сполучення, розкладу чи заміщення. Реакції між електролітами в розчині належать до окремого типу реакцій — **реакції обміну**.

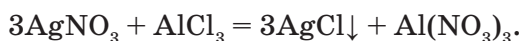
Тип	Схема реакції	Приклади
РЕАКЦІЇ ОБМІНУ		$\begin{aligned} \text{HNO}_3 + \text{KOH} &= \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \\ \text{AgNO}_3 + \text{NaCl} &= \text{AgCl} + \text{NaNO}_3 \\ 3\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 &= 3\text{BaSO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \end{aligned}$

Реакцією обміну називають реакцію між складними речовинами, під час якої вони обмінюються своїми складовими частинами.

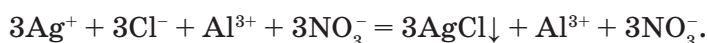
Реакції йонного обміну відбуваються дуже швидко й в усьому об'ємі розчину. Це тому, що немає потреби в руйнуванні хімічних зв'язків між складовими частинами реагентів, бо воно відбулося у процесі розчинення речовин під впливом полярних молекул води. Зіткнення різнойменно заряджених йонів нерозчинної чи малорозчинної речовин завершується їхньою асоціацією.

СКЛАДАННЯ ПОВНОГО ЙОННОГО ТА МОЛЕКУЛЯРНОГО РІВНЯНЬ РЕАКЦІЙ ЙОННОГО ОБМІНУ ЗА СКОРОЧЕНИМ ЙОННИМ.

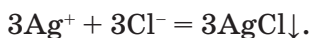
За відомим скороченим йонним рівнянням реакції обміну легко відтворити повне йонне і молекулярне рівняння можливих реакцій. Для цього слід керуватись інформацією таблиці розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей. Наприклад, маємо скорочене йонне рівняння реакції $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$, за яким необхідно скласти одне з можливих повних йонних рівнянь. Для цього в таблиці розчинності знайдемо речовини, що дисоціюють у розчині з утворенням катіона Аргентуму Ag^+ . Виявляється, що це сіль неорганічної нітратної та сіль органічної етанової (оцтової) кислот. Як варіант оберемо аргентум(I) нітрат AgNO_3 . За таблицею розчинності з'ясуємо, які розчинні у воді електроліти дисоціюють з утворенням хлорид-аніонів. Такими є більшість хлоридів і сама хлоридна кислота. З натрій хлоридом реакцію йонного обміну ми вже розглядали, тож виберемо інший хлорид, наприклад алюміній хлорид:



Залишається скласти повне йонне рівняння реакції:



Перевіримо, чи все правильно виконали. Для цього скоротимо однакові йони у правій і лівій частинах рівняння й одержимо:



Після скорочення всіх коефіцієнтів на 3 одержуємо зазначене в умові скорочене йонне рівняння реакції. Воно вказує на те, що під час реакції відбулася асоціація катіонів Аргентуму (I) й аніонів Хлору, продукт якої нерозчинний у воді, тому випадає в осад.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Яка відмінність між молекулярним і повним йонним рівняннями реакції?
2. Чим скорочене йонне рівняння реакції відрізняється від повного?
3. Між якими, взятими попарно, електролітами відбудуться реакції йонного обміну:
 - а) барій хлорид і нітратна кислота;
 - б) натрій сульфат і барій нітрат;
 - в) барій хлорид й аргентум нітрат;
 - г) цинк нітрат і калій карбонат?

Склади молекулярні, повні й скорочені йонні рівняння можливих реакцій.

4. Укажи йони, які не можуть одночасно перебувати в розчині у значній кількості.

4.1. Na^+ , SO_4^{2-} , OH^- , Ba^{2+}

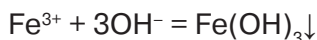
4.2. Cu^{2+} , Ba^{2+} , Cl^- , OH^-

Які знання і вміння дали тобі змогу виконати це завдання?

5. Склади формули електролітів із йонів, що наведені у рядку:



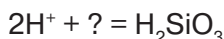
6. За скороченим йонним рівнянням реакції



склади два повні йонні рівняння реакцій обміну в розчині та відповідні молекулярні рівняння.



7. Віднови скорочене йонне рівняння реакції, склади повне йонне та відповідне йому молекулярне рівняння.



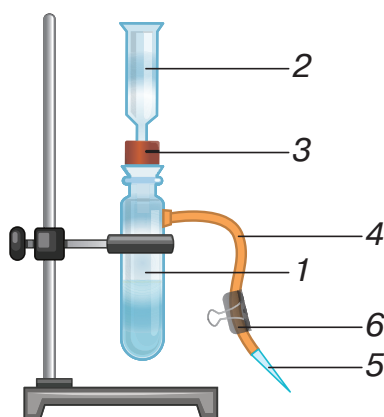
§ 16

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ МІЖ ЕЛЕКТРОЛІТАМИ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ



Пригадуємо й застосовуємо

- Фізичні явища, що супроводжують хімічні реакції і сприймаються органами чуття.
- З чого складається прилад для добування газів (мал. 27)? Назви, позначені цифрами, його складники.



Мал. 27. Прилад для добування газів

- Як перевірити прилад на герметичність?
- Як довести, що під час реакції виділяється вуглекислий газ?
- У якому середовищі фенолфталеїн змінює колір, які йони ним виявляють?
- Якими фізичними явищами супроводжується горіння вуглецю; взаємодія соди з оцтом; натрій хлориду з аргентум(I) нітратом?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

УТВОРЕННЯ ОСАДУ ЯК УМОВА ПЕРЕБІГУ РЕАКЦІЙ ЙОННО-ГО ОБМІНУ. Ця умова була досліджена тобою на попередньому уроці. Актуалізуй знання про неї, виконавши ще одне дослідження.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ РЕАКЦІЇ ОБМІНУ МІЖ СОЛЯМИ Й ОСНОВАМИ У РОЗЧИНІ

Тобі знадобляться: пробірки; штатив для пробірок; розчин купрум(II) сульфату об'ємом 2–3 мл; розчин калій сульфату об'ємом 2–3 мл; розчин натрій гідроксиду об'ємом 1–2 мл на кожен дослід; таблиця розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей.

Дослідження 1. Взаємодія розчинів купрум(II) сульфату і натрій гідроксиду

Крок 1. Скористайся прогностичною функцією таблиці розчинності і розглянь можливість перебігу реакції між купрум(II) сульфатом і натрій гідроксидом у розчині.

Крок 2. Перевір експериментально прогнозовану у **кроці 1** можливість перебігу реакції. Що свідчить про те, що відбулась хімічна реакція?

Дослідження 2. Взаємодія розчинів калій сульфату і натрій гідроксиду

Крок 3. Скористайся прогностичною функцією таблиці розчинності і розглянь можливість асоціації йонів після змішування розчинів калій сульфату й натрій гідроксиду.

Крок 4. Експериментально перевір спрогнозований у **кроці 3** результат взаємодії речовин.

Крок 5. Порівняй результати обох досліджень і поясни, про що вони свідчать і чи підтверджують твої передбачення.

Результати щойно проведених досліджень, а також спостереження за демонстраційним дослідом вчителя на попередньому уроці свідчать, що однією з умов перебігу реакцій йонного обміну є утворення **нерозчинного продукту реакції, тобто осаду**.

Утворення осаду — одна з умов перебігу реакцій йонного обміну між електролітами в розчині.

Завдання 1. Користуючись таблицею розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей, спрогнозуй, чи відбудеться реакція ферум(II) хлориду з натрій гідроксидом. Аргументуй свій прогноз.

УТВОРЕННЯ ГАЗУ ЯК УМОВА ПЕРЕБІГУ РЕАКЦІЙ ЙОННОГО ОБМІНУ. Продовжимо досліджувати реакції обміну між двома електролітами, що перебувають у розчиненому стані.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ РЕАКЦІЇ ОБМІНУ МІЖ РОЗЧИНАМИ ЕЛЕКТРОЛІТІВ, ЩО СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ УТВОРЕННЯМ ГАЗУ

Тобі знадобляться: прилад для добування газів, розчин натрій карбонату Na_2CO_3 об'ємом 3 мл, розбавлена хлоридна кислота HCl об'ємом 1,5 мл, вапняна вода (прозорий водний розчин кальцій гідроксиду $\text{Ca}(\text{OH})_2$) об'ємом 3 мл, пробірки, штатив для пробірок.

Крок 1. У чисту пробірку налий вапняну воду об'ємом 3 мл, постав пробірку у штатив для пробірок.

Крок 2. Збери прилад, як показано на малюнку 27 (с. 88), і перевір його на герметичність.

Крок 3. У пробірку перевіреного на герметичність приладу налий розчин натрій карбонату об'ємом 3 мл, влий хлоридну кислоту й відразу закрій корок. Кінець газовідвідної трубки опусти в пробірку з вапняною водою. Спостерігай за змінами в обох пробірках. Після помічених змін у пробірці з вапняною водою вийми з неї газовідвідну трубку приладу.

Крок 4. Напиши молекулярне, повне і скорочене йонні рівняння проведеної реакції. Звертаємо твою увагу, що карбонатна кислота H_2CO_3 — нестійка сполука і дуже слабкий електроліт. Катіон Гідрогену H^+ і карбонат-аніон CO_3^{2-} швидко асоціюють з утворенням молекул H_2CO_3 , але вони одразу ж розкладаються на воду і вуглекислий газ (мал. 28). Тому в хімічних рівняннях продуктом реакції записують не карбонатну кислоту, а воду й вуглекислий газ, на які кислота розкладається.



Мал. 28. Реакція йонного обміну між натрій карбонатом і хлоридною кислотою

Утворення газоватої речовини належить до умов перебігу реакцій обміну між електролітами в розчинах.

УТВОРЕННЯ ВОДИ ЯК УМОВА ПЕРЕБІГУ РЕАКЦІЙ ЙОННОГО ОБМІНУ. Про цю умову дізнайся з демонстраційного досліду і пояснення вчителя та відео за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/ULDIB> чи QR-кодом.



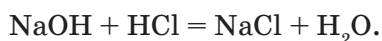
Дослідження взаємодії розчинної основи (лугу) з кислотою

Демонстраційний дослід. У хімічну склянку, на 1/4 наповнену розчином натрій гідроксиду NaOH, долємо хлоридну кислоту приблизно такого самого об'єму. Ні випадання осаду, ні виділення газу не спостерігаються, тому зробити висновок про те, що речовини прореагували, не можемо. Повторимо дослід, але спершу у склянку з натрій гідроксидом додамо кілька крапель фенолфталеїну, спостерігаємо, як розчин набуває інтенсивного малинового забарвлення. Після доливання хлоридної кислоти малинове забарвлення зникає, і розчин знову стає безбарвним (мал. 29). Як тобі відомо, зміна кольору — це одне із фізичних явищ, що супроводжують хімічні явища. У демонстраційному досліді зміна малинового кольору фенолфталеїну на безбарвний є свідченням того, що натрій гідроксиду в розчині не стало, отже, відбулась його взаємодія з хлоридною кислотою.



Мал. 29. Реакція йонного обміну між лугом і кислотою

Напишемо молекулярне рівняння цієї реакції:



Як бачимо, серед продуктів реакції осаду чи газу немає, але є малодисоційована речовина вода H_2O . Отже, під час демонстраційного досліду реакція обміну відбулась завдяки тому, що одним з утворених продуктів реакції є малодисоційована речовина вода.

Утворення малодисоційованої речовини, зокрема води, є однією з умов перебігу реакцій обміну між електролітами в розчинах. У рівняннях реакцій йонного обміну малодисоційовані продукти реакції пишуть хімічними формулами.

Складемо повне йонне рівняння проведеної реакції, враховуючи, що малодисоційована речовина вода пишеться в них хімічною формулою:



Скоротимо однакові йони в лівій і правій частинах повного йонного рівняння й напишемо скорочене йонне рівняння:

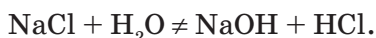


Завдання 2. Які умови перебігу реакції між цинк карбонатом і сульфатною кислотою? Відповідь аргументуй записом молекулярного та йонних рівнянь реакції.

Проведені дослідження реакцій йонного обміну в розчинах дали тобі змогу з'ясувати, за яких умов вони відбуваються.

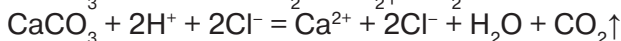
До умов перебігу реакцій обміну між розчинами електролітів належать: утворення осаду, газу або малодисоційованої речовини (наприклад, води, гідроген сульфату, амоніаку).

У математичних рівняннях перестановка лівої і правої частин рівняння не змінює суті математичного виразу. У рівняннях йонного обміну такі перестановки не відповідають дійсності: утворені продукти реакції не взаємодіють один з одним і не перетворюються на реагенти, наприклад:



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Йонними рівняннями реакцій можна записувати взаємодію розчину електроліту з нерозчинною речовиною. У такому разі дисоційованими на йони записують лише формули електролітів. Кальцій карбонат (основна складова крейди) — нерозчинна у воді сіль, що активно взаємодіє з кислотами. Складемо рівняння цієї реакції в молекулярно-йонній формі.



У реакції не беруть участь лише хлорид-аніони, тому скорочене йонне рівняння буде таким:





ТОБІ ДО СНАГИ

1. Чи може одному скороченому йонному рівнянню реакції відповідати кілька молекулярних? Поясни відповідь і наведи приклади.
2. Яка з умов реакцій йонного обміну забезпечує перебіг реакції між розчинами калій карбонату й нітратної кислоти?
 - 2.1. Склади молекулярне та повне і скорочене йонні рівняння реакції.
 - 2.2. Зазнач кількість катіонів Калію у повному йонному рівнянні реакції.
 - 2.3. Зазнач сумарну кількість карбонат-аніонів і нітрат-аніонів.
3. Яка з умов реакцій йонного обміну в розчинах забезпечує перебіг реакції калій гідроксиду з ортофосфатною кислотою? Склади молекулярне, повне та скорочене йонні рівняння реакції.
4. Знайди і виправ помилки у скорочених йонних рівняннях.

$$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3$$

$$\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

$$\text{Ba}^{2+} + \text{PO}_4^{3-} = \text{BaPO}_4$$
5. Склади молекулярні та повні й скорочені йонні рівняння можливих реакцій обміну між електролітами в розчині.
 - 5.1. Натрій гідроксид й ортофосфатна кислота.
 - 5.2. Барій гідроксид і калій хлорид.
6. Укажи пару речовин, для яких повне йонне рівняння реакції є одночасно й скороченим.

А купрум(II) хлорид й аргентум(I) нітрат

Б алюміній сульфат і барій гідроксид

В сульфатна кислота й калій карбонат

Г купрум(II) сульфат і барій гідроксид



§ 17

ВІЯВЛЕННЯ ЙОНІВ У РОЗЧИНАХ



Пригадуємо й застосовуємо

- Які ти знаєш індикатори кислотного і лужного середовищ?
- Назви фізичні явища, що супроводжують хімічні явища і можуть бути виявлені органами чуття людини.
- Яка якісна реакція на вуглекислий газ тобі відома?

**Опрацюй****Зрозумій****Використай**

Тобі неодноразово доводилося писати рівняння реакцій йонного обміну електролітів у розчинах, коли взаємодія різних реагентів відбувалася за одним і тим самим скороченим йонним рівнянням. Зокрема, це стосується реакцій аргентум(I) нітрату з натрій хлоридом й аргентум(I) нітрату з алюміній хлоридом.

Завдання 1. Наведи 2 інші приклади реакцій йонного обміну в розчині, у яких скорочені йонні рівняння однакові.

Стає зрозуміло, що існують речовини, які утворюють один і той самий продукт реакції під час взаємодії з різними реагентами. Спостерігаючи за явищами, що супроводжують їхню взаємодію, можна виявити наявність конкретної речовини чи йону.

Реакції йонного обміну, за допомогою яких можна виявити конкретний йон у розчині, називають **якісними реакціями**.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ВІЯВЛЕННЯ ЙОНІВ У РОЗЧИНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЯКІСНИХ РЕАКЦІЙ

Завдання 1. Спостерігай за дослідами 1–4, які демонструє вчителька / вчитель, записуй результати спостережень у стовпці «Ознака реакції» *таблиці 11* (таблицю заповнюй у зошиті). Стовпець «Скорочене йонне рівняння» заповнюй відповідним скороченим йонним рівнянням для кожного з йонів.

Таблиця 11

Виявлення йонів у розчині

Йон	Якісний йон	Ознака реакції	Скорочене йонне рівняння
1	2	3	4
SO_4^{2-}	Ba^{2+}		
Cl^-	Ag^+		
CO_3^{2-}	H^+		
PO_4^{3-}	Ag^+		

Примітка 1. Стовпці 1 і 2 у таблиці 11 можна поміняти місцями. Тоді якісним йоном для визначення написаного зараз у другому стовпці йону стане йон із першого стовпця. Проте ознака і скорочене йонне рівняння залишаться без змін.

Завдання 2.

Після закінчення спостереження за виконанням вчителькою / вчителем кожного демонстраційного досліду записуй у зошиті молекулярне і повні йонні рівняння реакцій. За потреби скористайся науковою інформацією параграфа, наведеною нижче.

Завдання 3.

Сформулуй **ВИСНОВОК** про те, на чому ґрунтується якісне визначення йонів у розчині.

Завдання 4.

Переглянь відео про виявлення йонів у розчині за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/Ufzhv> чи QR-кодом. Доповни *таблицю 11* новою інформацією, про яку тобі стало відомо з відео.

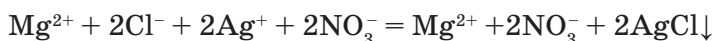
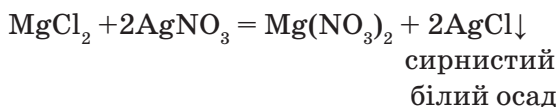


ВИЯВЛЕННЯ ХЛОРИД-ІОНІВ Cl^- У РОЗЧИНІ. Демонстраційний дослід 1. Взаємодія магній хлориду з аргентум(I) нітратом (*мал. 30*).

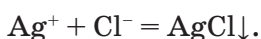


Мал. 30. Взаємодія магній хлориду з аргентум(I) нітратом

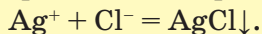
Опишемо молекулярним і повним йонним рівняннями реакцій хімічне явище, що відбулося.



Таким чином, хлорид-аніони у складі хлоридної кислоти та хлоридів можна виявити за допомогою розчину солі аргентум(I) нітрату. У кожному випадку скорочене йонне рівняння буде одне й те саме:



Виявити аніони Хлору Cl^- в розчині можна за допомогою катіонів Аргентуму(I), і навпаки, катіони Аргентуму(I) Ag^+ виявляють у розчині аніонами Хлору. Скорочене йонне рівняння таких реакцій:



Утворений осад не розчиняється у воді.

ВИЯВЛЕННЯ СУЛЬФАТ-ІОНІВ SO_4^{2-} У РОЗЧИНІ. Його здійснюють за аналогією з експериментальним виявленням хлорид-аніонів, але якісним йоном є **катіон Барію Ba^{2+}** .

Спершу добирають електроліт, що дисоціює у водному розчині з утворенням катіона Барію.

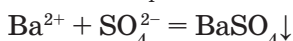
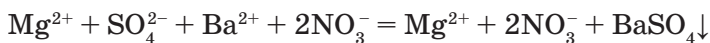
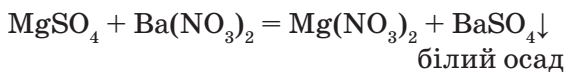
Завдання 2. За таблицею розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів, солей з'ясує, які електроліти у водному розчині дисоціюють з утворенням катіона Барію. Склади і запиши їхні хімічні формули у зошиті.

Демонстраційний дослід 2. Взаємодія магній сульфату з барій нітратом у розчині (мал. 31).



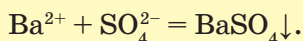
Мал. 31. Взаємодія магній сульфату з барій нітратом

Опишемо молекулярно-йонними рівняннями реакцій хімічне явище, що відбулося.



Як засвідчує скорочене йонне рівняння, відбулася реакція йонного обміну, в якій катіон Барію Ba^{2+} й сульфат-аніон SO_4^{2-} асоціювали, утворивши нерозчинну сіль барій сульфат BaSO_4 . Осад барій сульфату, подібно до осаду аргентум(I) хлориду, не розчиняється у воді.

Виявити сульфат-аніони SO_4^{2-} в розчині можна за допомогою катіонів Барію Ba^{2+} , і навпаки, катіони Барію виявляють у розчині сульфат-аніонами. Якісна реакція описується скороченим йонним рівнянням:

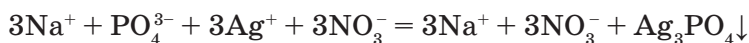
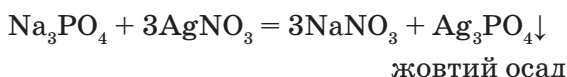


ВИЯВЛЕННЯ ОРТОФOSFAT-ІОНІВ PO_4^{3-} У РОЗЧИНІ. Демонстраційний дослід 3. Взаємодія натрій ортофосфату з аргентум(I) нітратом (мал. 32).



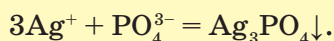
Мал. 32. Взаємодія натрій ортофосфату з аргентум(I) нітратом

Опишемо молекулярним і повним йонним рівняннями реакцій хімічне явище, що відбулося.



У цій реакції і катіони Аргентуму(I) асоціювали з ортофосфат-аніонами, утворивши осад аргентум(III) ортофосфату жовтого кольору.

Виявити ортофосфат-аніони PO_4^{3-} в розчині можна за допомогою катіонів Аргентуму(I) Ag^+ . Якісна реакція описується скороченим йонним рівнянням:

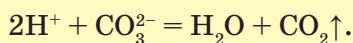


ВИЯВЛЕННЯ КАРБОНАТ-АНІОНІВ CO_3^{2-} У РОЗЧИНІ. Пригадай дослідження такої умови перебігу реакцій йонного обміну, як виділення газу (див. параграф 16). Описана там взаємодія натрій карбонату

з хлоридною кислотою є прикладом якісної реакції з виявлення карбонат-аніонів CO_3^{2-} у розчині.

Якісну реакцію з виявлення карбонат-аніонів CO_3^{2-} можна проводити з кислотами, які є сильнішими електролітами, ніж карбонатна кислота (таких кислот більшість).

Катіон Гідрогену H^+ є якісним йоном для виявлення у розчині карбонат-аніонів CO_3^{2-} . Реакція описується скороченим йонним рівнянням:



ПОНЯТТЯ ПРО ЯКІСНІ ЗАДАЧІ. У хімії задача — це завдання, яке потребує розв’язання і зазвичай виконується з використанням математичних обчислень (пригадай обчислення масової частки розчиненої речовини в розчині, відносної густини одного газу за іншим, кількості, маси та об’єму реагентів і продуктів реакції). Такі задачі називають **розрахункові**.

Не менш важливими у пізнанні хімії є **експериментальні задачі**. Вони не потребують математичних обчислень, їх розв’язування базується на проведенні якісних реакцій.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ВІЯВЛЕННЯ ЙОНІВ У РОЗЧИНІ ЯК СПОСІБ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ХІМІЧНИХ ЗАДАЧ

Експериментальна задача 1. Вияви, в якій пробірці міститься натрій хлорид, а в якій — хлоридна кислота.

Експериментальна задача 2. Розпізнай у трьох пробірках без етикеток воду, нітратну кислоту й калій гідроксид.

Експериментальна задача 3. Розпізнай розчини натрій ортофосфату і натрій сульфату.

Експериментальна задача 4. Розпізнай розчини калій карбонату і калій ортофосфату.

Завдання.

До кожної експериментально розв’язаної задачі у зошиті зафіксуй, за якими ознаками здійснено розпізнавання речовин. Напиши рівняння реакцій в молекулярно-йонній формі.



Медіапошук

Дізнайся, фахівцям яких спеціальностей необхідно володіти умінням виявляти йони в розчині. Добери інформацію, що доводить важливість проведення якісного аналізу для збереження здоров’я людини.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Укажи речовини, за допомогою яких можна довести якісний склад хлоридної кислоти.
А метиловий оранжевий, сульфатна кислота
Б нітратна кислота, аргентум(I) нітрат
В лакмус, аргентум(I) нітрат
Г барій нітрат, натрій сульфат
2. У трьох пробірках без підписів містяться розчини натрій хлориду, натрій сульфату, калій ортофосфату. Запропонуй спосіб розпізнання цих речовин, проведи уявний експеримент, напиши рівняння у молекулярно-йонній формі.
3. Розроби план виявлення у трьох пробірках без підписів розчинів калій хлориду, калій сульфату, калій карбонату.
4. Укажи речовини, між розчинами яких відбудеться реакція йонного обміну.
 - 4.1. Ферум(III) хлорид й ортофосфатна кислота.
 - 4.2. Ферум(III) хлорид і нітратна кислота.
 - 4.3. Калій нітрат і натрій карбонат.



5. Склади умову задачі на виявлення йонів у розчині й розв'яжи її.



§18

ЗНАЧЕННЯ РЕАКЦІЙ ЙОННОГО ОБМІНУ В ПРИРОДІ Й ВОДОПІДГОТОВЦІ



Пригадуємо й застосовуємо

- Пригадай назви найбільших річок України.
- У чому полягає суть дистиляції?
- Який розчин називають фізіологічним; де його використовують?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Пізнання науковцями суті реакцій йонного обміну засвідчило, наскільки вони важливі в природі, й відкрило шляхи до їх широкого

застосування у господарській діяльності людини. Без реакцій йонного обміну не може існувати жодна оболонка Землі, і насамперед — біосфера.

РЕАКЦІЇ ЙОННОГО ОБМІНУ В ПРИРОДІ. Основу обміну речовин в організмах, передачі нервових імпульсів до м'язів тіла, багатьох інших процесів становлять реакції йонного обміну.



пов'язане з йонним обміном, і підготуй для цього параграфа текст для рубрики «Хімія і життя».



Мал. 33. Фізіологічний розчин — джерело йонів Натрію і Хлору для реакцій йонного обміну в організмі людини

На хмаринці слів зазначені назви деяких природних явищ, пов'язаних з йонним обміном.



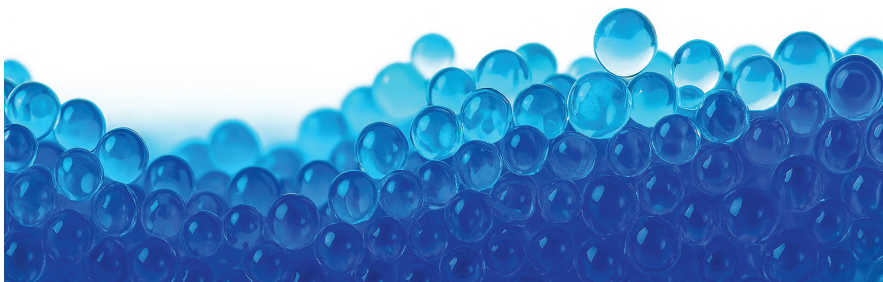


Завдання. З доступних джерел природничої інформації з'ясуйте значення реакцій йонного обміну в природі. Для цього кожен / кожна оберіть на хмаринці два значення чи запропонуйте два власні приклади й підготуйте лепбук, який разом із лепбуками інших членів групи презентує у класі як цілісний результат пошукової роботи, та порівняє свої результати з результатами інших груп.

ЙОННИЙ ОБМІН ЯК ЗАСІБ ВОДОПІДГОТОВКИ. Річки є не лише окрасою довкілля, водними магістралями, середовищем життя багатьох тварин і рослин, а й природними резервуарами життєдайної води для потреб людини.

Завдання. Якщо тобі доводиться користуватись централізованим водопостачанням, дізнайся, звідки здійснюється водозабір та яке очищення води проводять, перш ніж вона стає готовою до вжитку.

Вода проходить ретельне очищення різними способами, зокрема й за допомогою **іонітів** (мал. 34).

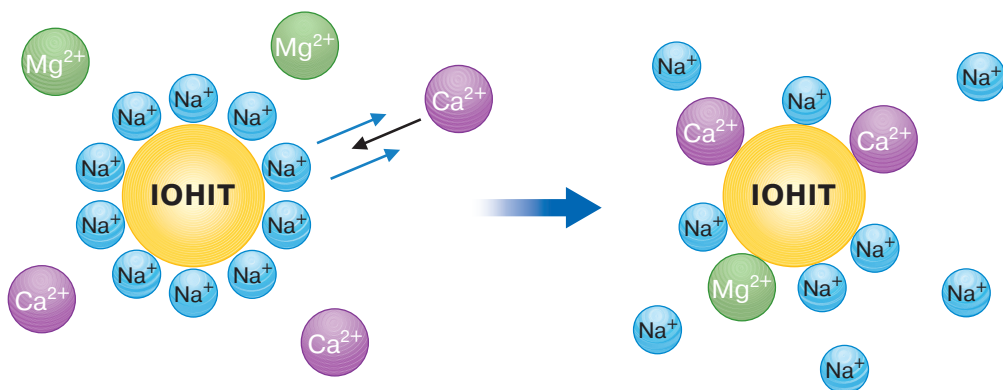


Мал. 34. Гранули одного з іонітів для очищення води

Назва **іонітів** походить від слова «іон», тому що ці тверді нерозчинні у воді матеріали утримують на своїй поверхні йони, які здатні обмінюватись на певні йони, що перебувають у розчиненому стані у воді.

Іоніти бувають природні (наприклад, глини, цеоліти) і синтетичні, тобто виготовлені людиною, як, наприклад, іонообмінні смоли.

Макромолекули іонообмінних смол мають форму тривимірної сітки, на поверхні якої утримуються відповідні йони. На них обмінюються катіони чи аніони, від яких очищають воду. Зокрема, катіони Гідрогену (H^+) чи Натрію (Na^+), що містяться на поверхні іоніту, заміщують катіони Кальцію, Магнію, Феруму (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}), а гідроксид-аніони (OH^-) заміщують хлорид-аніони, сульфат-аніони, нітрат-аніони (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-). Схематично йонний обмін під час водопідготовки показано на малюнку 35, поданому на наступній сторінці.



До йонного обміну

Після йонного обміну

Мал. 35. Схема йонного обміну на поверхні іоніту під час водопідготовки

Значення йонного обміну у водопідготовці полягає у видаленні з води небажаних йонів і заміщення їх на інші, що забезпечують необхідну якість води для різних потреб.

Іоніти застосовують у різних галузях виробництва з різною метою (мал. 36).



Мал. 36. Практичне застосування йонного обміну

ДЕ ОЧИЩАЮТЬ ВОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЙОННОГО ОБМІНУ?

Крім відомого тобі способу очищення води за допомогою дистиляції, вчені розробили інші способи. Один з них базується на реакціях йонного обміну. Цей поширений спосіб очищення води, доведення вмісту в ній певних йонів до визначеної норми, застосовується у фармацевтичній і харчовій промисловості, виробництві напоїв, у котельнях, що є джерелом теплової енергії і гарячого водопостачання (мал. 37) тощо.



Очищення води в приватному будинку

Фармацевтичне виробництво

Очищення води в котельні

Мал. 37. Приклади використання йонного обміну у підготовці води

А ще іонообмінники — складові сучасних пральних і посудомийних машин, побутових фільтрів для води тощо (мал. 38).



Мал. 38. Іонообмінники сучасної посудомийної та пральної машин

Іонний обмін покращує і подовжує термін роботи побутової техніки, питну воду робить не лише смачною, а й корисною для вживання.

ЧОМУ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЙОННОГО ОБМІНУ ВАЖЛИВЕ? По-перше, воно дає змогу вилучати з води небезпечні для здоров'я людини йони, досягати високого ступеня чистоти води для потреб фармацевтичної і харчової промисловості. По-друге, завдяки йонному обміну воду для виробничих потреб пом'якшують (роблять її м'якою).

М'якою називають воду з низьким умістом катіонів Кальцію Ca^{2+} і Магнію Mg^{2+} , **жорсткою** — з підвищеним умістом цих катіонів.

І якщо жорстка вода може бути придатною для пиття, то у котельнях застосовувати таку воду не можна з тієї причини, що під час нагрівання розчинені у воді солі цих хімічних елементів утворюють нерозчинні карбонати CaCO_3 та MgCO_3 . Вони осідають на стінках котлів, радіаторів опалення, труб, на дні звичайних чайників, чим погіршують тепловіддачу, скорочують термін придатності перелічених пристроїв. Наслідки, до яких призводить використання непідготовленої води, ілюструють світлини *колажу*.



Іонний обмін — це одна з найбільш ефективних технологій пом'якшення води. Вона широко застосовується як у промисловості, так і в побуті.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Наведи приклади реакцій йонного обміну в природі.
2. Поясни принцип йонного обміну у водопідготовці.
3. Яка відмінність між дистиляцією води і водопідготовкою з використанням йонного обміну?
4. З часом на дні чайника після неодноразового кип'ятіння водопровідної чи колодязної води утворюється накип. Про що це свідчить? Поцікався, як в домашніх умовах можна позбутись накипу, та в разі потреби скористайся отриманою інформацією.
5. Побувай на екскурсії (реальній чи віртуальній) на підприємстві, де здійснюють процеси з водопідготовки (ТЕЦ, водоканал, завод із виробництва напоїв тощо), й ознайомся з технологією очищення води. Дізнайся, як знання про йони, солі, реакції йонного обміну, електроліти використовуються у цьому процесі.
6. Дізнайся, фахівці яких професій працюють на підприємствах з водопідготовки, в лабораторіях контролю якості води; в яких освітніх закладах здійснюють їх підготовку.



§ 19

САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 2 «ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ В РОЗЧИНАХ»

Завдання 1.

Перейди за QR-кодом або покликанням і ознайомся із шаблоном для виконання всіх завдань цього параграфа. Якщо є така можливість, то роздрукуй цей шаблон.



<https://qr.orioncentr.com.ua/j5inO>

Завдання 2.

Якщо у тебе немає можливості роздрукувати шаблон із завдання 1, то створи його самостійно у зошиті. Для цього проаналізуй схеми на с. 105, 106 і на їх основі накресли таблицю із трьома варіантами оцінки: «Так», «Частково», «Ні».





Завдання 3.

Оціни свої досягнення в пізнанні хімії. Для цього у створеній тобою таблиці вибери один із трьох варіантів оцінки.

Завдання 4.

Для оцінки своєї роботи в групі на основі схеми (с. 54) створи у зошиті ще одну таблицю із трьома варіантами оцінки: «Завжди», «Часто», «Інколи».

Завдання 5.

Запиши в зошиті відповідь на запитання: «Наскільки корисною була для тебе співпраця в групі? Чим саме?».

Завдання 6.

Запиши в зошиті, що цікавого й корисного ти дізнався / дізналася, опрацювавши цю тему. Де і з якою метою ти зможеш використати набуті знання? Порівняй свої відповіді з відповідями однокласників / однокласниць.

Завдання 7.

Пригадай і запиши в зошиті своє найбільше досягнення під час вивчення теми «Досліджуємо хімічні реакції в розчинах».

Завдання 8.

Запиши в зошиті власні пропозиції щодо змін у темі «Досліджуємо хімічні реакції в розчинах», які, на твою думку, покращать сприйняття й засвоєння матеріалу.

**§ 20**

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 2 «ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ В РОЗЧИНАХ»

Виконання вправ і обчислень дадуть тобі змогу повторити й узагальнити вивчений матеріал, а онлайн виконання тестових завдань — діагностувати досягнуті результати навчання.

Вправи й обчислення

1. Впиши пропущені в реченнях слова.

1.1. Електролітом називають ...

1.2. До сильних належать електроліти, ступінь електролітичної дисоціації яких ...

1.3. Написати скорочене йонне рівняння означає ...

1.4. Показник рН більший 7 властивий ...

2. Скористайся таблицею розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей та спрогнозуй перебіг хімічних реакцій між



3. Вибери речовини, між якими відбувається реакція йонного обміну з утворенням осаду, та напиши молекулярні та йонні рівняння їхньої взаємодії: сульфатна кислота, калій карбонат, барій гідроксид, ферум(II) хлорид.
4. Дві посудини на 1/3 заповнені концентрованим розчином етанової кислоти. У першу посудину налили ще стільки само води, другу — підігріли. Як і чому змінився ступінь електролітичної дисоціації етанової кислоти у кожній посудині?
5. Чи є серед напівсхем реакцій напівсхема реакції йонного обміну, що відбувається до кінця? Відповідь підтвердь записами рівнянь у молекулярно-йонній формі.



6. Напиши два молекулярні рівняння реакцій, що відбуваються за скороченим йонним рівнянням $\text{Zn}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{ZnCO}_3 \downarrow$.
7. Віднови пропущені у схемі назви речовин.

натрій карбонат + ? = ? + вода + карбон(IV) оксид

Напиши молекулярне та йонні рівняння реакції, що відбувається за цією схемою.

8. За допомогою яких реакцій можна довести якісний склад барій хлориду? Відповідь аргументуй.
9. Як розпізнати кожну з трьох речовин — натрій силікат, натрій ортофосфат, натрій сульфат, — розчини яких містяться у трьох пробірках без етикеток?

Виконай онлайн-тест.

Для цього перейди за покликанням

<https://qr.orioncentr.com.ua/CwDKZ>

або скористайся смартфоном — зчитай QR-код.



Якщо результат виконання тесту тебе не задовольнить, тобі до снаги його покращити. Знайди можливість самостійно виправити зроблені помилки, щоб уникнути їх у майбутньому.

Бажаємо успіху та високого результату!

ДОСЛІДЖУЄМО ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ

Тема 3



§ 21

ПОНЯТТЯ ПРО ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ



Пригадуємо й застосовуємо

- Що тобі відомо про походження назви «органічні речовини»? Наведи приклади відомих тобі органічних речовин.
- Які ти знаєш види хімічного зв'язку?
- Від чого залежить кількість зв'язків у молекулах речовин з ковалентним зв'язком?
- Поясни особливості формул (хімічної, електронної, структурної), якими описують склад та будову речовини.
- Як обчислити масову частку елемента в речовині?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ ПРО ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ. Нині відомо понад 100 млн речовин, серед яких переважна більшість — органічні речовини. Вони мають менш різноманітний елементний склад порівняно з неорганічними речовинами, і кожна органічна речовина містить атоми Карбону.

Органічні речовини — це сполуки Карбону з Гідроеном, Оксигеном, Нітрогеном та деякими іншими елементами.

Загальна назва Карбону, Гідрогену, Оксигену й Нітрогену — елементи-органогени.

Трапляються також органічні речовини, до складу яких входять Сульфур, Фосфор, галогени та деякі інші хімічні елементи.

Деякі сполуки Карбону не належать до органічних речовин, тому що вони виявляють властивості неорганічних речовин. Це відомі тобі вуглекислий газ CO_2 , чадний газ CO , карбонатна кислота H_2CO_3 , її солі.

Елементний склад органічних речовин відображає розміщене на плашці визначення.

Завдання 1. Напиши символи та електронні формули хімічних елементів, з яких складаються органічні речовини. Зазнач, що спільного у будові зовнішнього енергетичного рівня їхніх атомів. До металічних чи неметалічних елементів вони належать?

КЛАСИФІКАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН. Загальний поділ органічних речовин на групи здійснено за якісним складом молекул. Залежно від того, атоми яких хімічних елементів входять до складу молекул, органічні речовини поділяють на **вуглеводні** (містять атоми Карбону С і Гідрогену Н), **оксигеновмісні** (містять атоми Карбону С, Гідрогену Н й Оксигену О), **нітрогеновмісні** (містять атоми Карбону С, Гідрогену Н, Нітрогену N, а деякі ще й Оксигену О).

У межах кожної із зазначених груп речовин існують додаткові класифікації, з деякими з них ти ознайомишся у цій темі.



Завдання 1. За наведеною вище інформацією складіть схему класифікації органічних речовин за якісним складом молекул. Ілюструйте схему прикладами формул зазначених нижче речовин, використовуючи дані про склад їхніх молекул:

- ✓ пропан (використовується як автомобільне паливо): молекула містить 3 атоми Карбону і 8 атомів Гідрогену;
- ✓ сахароза (цукор): молекула містить 12 атомів Карбону, 22 атоми Гідрогену й 11 атомів Оксигену;
- ✓ анілін (використовується для синтезу барвників і медичних препаратів): молекула складається з 6 атомів Карбону, 7 атомів Гідрогену й 1 атома Нітрогену.

Завдання 2. Обчисліть масову частку Карбону у кожній речовині.

Завдання 3. Проаналізуйте якісний склад наведених в кожному рядку формул речовин. Укажіть спільну характеристику речовин кожного рядка. З'ясуйте, у якому рядку формул якісний склад речовин більш різноманітний.

- 1) CaO , NaOH , H_2SO_4 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$
- 2) C_2H_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$

Завдання 4. Проаналізуйте будову зовнішнього енергетичного рівня атомів Гідрогену, Карбону, Оксигену і спрогнозуйте спосіб досягнення його завершеності (віддача електронів, приєднання електронів, утворення спільних електронних пар).

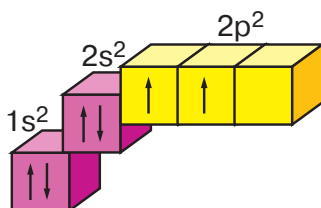
СПІЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН. По-перше, всі без винятку органічні речовини містять атоми Карбону, тоді як поміж неорганічних речовин така особливість не простежується (жоден хімічний елемент не є складником всіх неорганічних речовин). Тому розділ хімії, що вивчає органічні речовини, можна було б назвати хімією сполук Карбону.

По-друге, серед органічних речовин немає простих речовин, тобто всі органічні речовини складні, а в утворенні молекул беруть участь атоми неметалічних (за невеликим винятком) елементів.

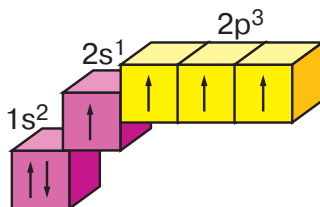
По-третє, у всіх органічних сполуках Карбон чотиривалентний.

Як таке можливо, якщо на зовнішньому енергетичному рівні атом Карбону має лише два неспарені електрони? Вчені пояснюють це тим, що утворенню атомом Карбону чотирьох ковалентних хімічних зв'язків передуює його перехід у збуджений стан. Один електрон s -підрівня другого енергетичного рівня переходить на p -підрівень цього ж рівня. Таким чином з'являється 4 неспарені електрони (мал. 39).

С (НЕЗБУДЖЕНИЙ СТАН)



С* (ЗБУДЖЕНИЙ СТАН)



Мал. 39. Карбон у незбудженому і збудженому станах

По-четверте, органічні речовини мають молекулярну будову, атоми у їхніх молекулах сполучені ковалентними зв'язками. Тож основним видом хімічного зв'язку в молекулах органічних речовин є ковалентний зв'язок. Серед неорганічних речовин, як тобі відомо, йонних сполук більше, ніж сполук з ковалентними зв'язками.

Завдання 2. Пригадай формулу метану і напиши його електронну та структурну формули. Поясни утворення хімічних зв'язків.

По-п'яте, в органічній хімії, на відміну від неорганічної хімії, де сполучення між собою кількох атомів одного й того самого хімічного

елемента у молекулах складних речовин трапляється зрідка, органічним речовинам властиве сполучення двох і більше атомів Карбону. Сполучаючись один з одним, вони утворюють карбонові ланцюги різноманітної форми: **прямі, розгалужені, замкнені**. А ще між двома атомами Карбону можуть утворюватись **одинарний, подвійний і навіть потрійний ковалентні зв'язки**. З цими особливостями органічних речовин знайомить *колаж* напівструктурних формул різних органічних речовин, до складу молекули яких входить по чотири атоми Карбону.

н-бутан: $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$

ізобутан:

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

циклобутан:

$$\begin{array}{cc} \text{CH}_2\text{—CH}_2 \\ | \qquad | \\ \text{CH}_2\text{—CH}_2 \end{array}$$

бут-1-ен: $\text{CH}_2\text{=CH—CH}_2\text{—CH}_3$

бут-2-ин: $\text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{C—CH}_3$

Навіть за наявності однакової кількості атомів Карбону кожна органічна речовина має властиву лише їй будову і назву.

Завдання 3. Напиши молекулярні формули речовин за зображеними у *колажі* на с. 112 напівструктурними формулами. Класифікуй їх на групи за формою карбонового ланцюга. Не здійснюючи математичних обчислень, укажи речовини з найбільшим і найменшим умістом Карбону.

Як видно із напівструктурних формул речовин, кожний атом Карбону чотиривалентний. У ряді електронегативності (*колаж*) елементи Карбон і Гідроген розміщені поруч, тож різниця в електронегативності між ними мінімальна й утворені ковалентні зв'язки слабо полярні.

F, O, Cl, N, Br, I, S, C, P, H, B, Si, Al, Mg, Li, Na, K, Cs.

електронегативність елементів зменшується →

Атоми Карбону в органічних речовинах здатні сполучатись між собою ковалентними хімічними зв'язками (від одного до трьох між двома атомами Карбону), утворюючи сполуки ациклічної будови (з лінійними й розгалуженими карбоновими ланцюгами) й циклічної будови. Завдяки цьому органічних сполук набагато більше, ніж неорганічних.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ НАЯВНІСТЬ КАРБОНУ І ГІДРОГЕНУ В ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИНАХ

Тобі знадобляться: пристрій та інтернет-з'єднання для перегляду відео за покликанням чи QR-кодом.

Завдання 1. Переглянь відео «Горіння парафіну, визначення його якісного складу за продуктами згорання» за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/XNuGp> чи QR-кодом та дізнайся, як можна довести, що у складі насичених вуглеводнів є Карбон і Гідроген.



Завдання 2. Запиши у зошиті перелік обладнання і речовин, що використовуються у дослідженні.

Завдання 3. Запиши у зошиті послідовність виконання досліду (крок 1, крок 2 і т. д.).

Завдання 4. Виконай завдання, запропоновані у кінці відео, запиши відповіді у зошит.



Медіапошук

З доступних інформаційних джерел дізнайся про основні речовини кожної оболонки Землі. Обери спосіб презентації здобутої інформації (малюнок, схема, лепбук тощо) й оприлюдни свою роботу в класі.

СПІЛЬНІ ОЗНАКИ ОРГАНІЧНИХ І НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

- ✓ За нормальних умов органічні й неорганічні речовини можуть перебувати у різних агрегатних станах. Наприклад, пропан C_3H_8 — газ, етанол (медичний спирт) C_2H_5OH — рідина, глюкоза $C_6H_{12}O_6$ — тверда речовина.
- ✓ Фізичні властивості органічних речовин характеризуються тими самими ознаками, що й неорганічних — густиною, кольором, розчинністю, температурами плавлення й кипіння.
- ✓ Хімічні реакції відбуваються з дотриманням закону збереження маси в хімічних реакціях.
- ✓ Для обох груп речовин властиві реакції сполучення, заміщення, розкладу, обміну. Ці типи реакцій відомі тобі з 8 класу.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Розташуй елементи, з атомів яких складаються молекули органічних речовин, за збільшенням:

а) заряду ядра атома; **б)** кількості електронів на зовнішньому енергетичному рівні; **в)** електронегативності елементів.

2. Поясни, чим зумовлене існування великої кількості органічних речовин порівняно з неорганічними.
3. Схарактеризуй особливості органічних речовин.
4. Вибери правильне твердження і поясни свій вибір.

Твердження I. Оксиген є складником усіх органічних речовин.

Твердження II. Усі органічні речовини є складними.

5. Про біологічну роль яких органічних речовин тобі відомо з уроків біології? Наведи конкретні приклади.
6. Що спільного та чим відрізняються органічні речовини від неорганічних?
7. У переліку речовин: вода, вуглекислий газ, пропан, сахароза, кисень, сульфатна кислота, циклобутан...

А немає неорганічних речовин

Б переважають неорганічні речовини

В переважають органічні речовини

Г органічних і неорганічних речовин порівну



8. З доступних джерел інформації дізнайся про вміст органічних речовин (жирів, білків, вуглеводів) в організмі людини й використай одержані відомості для побудови стовпчикової діаграми.



§ 22

ВУГЛЕВОДНІ. ПОНЯТТЯ ГОМОЛОГІЧНОГО РЯДУ



Пригадуємо й застосовуємо

- Як обчислити масову частку хімічного елемента в речовині?
- Як обчислити відносну густину газу?



Опрацюй

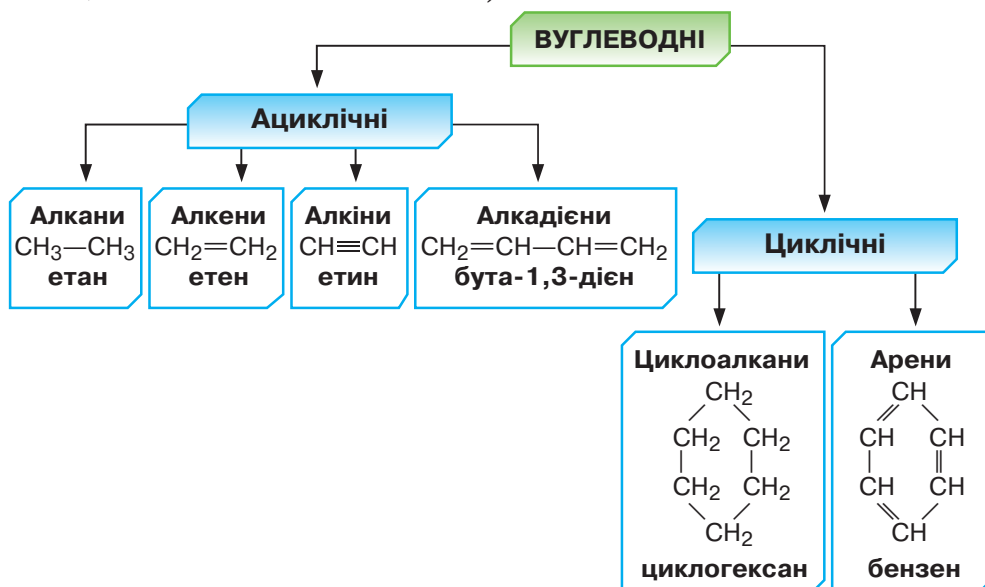
Зрозумій

Використай

Пізнання органічних речовин розпочнемо з їхньої найпростішої групи — **вуглеводнів**. Назва походить від слів вуглець і водень — так раніше називали хімічні елементи Карбон і Гідроген. Тому стає зрозумілим, що до вуглеводнів належать сполуки, молекули яких складаються тільки з атомів Карбону й Гідрогену.

Вуглеводні — багаточисельна група бінарних органічних сполук, молекули яких складаються з атомів Карбону і Гідрогену.

УЯВЛЕННЯ ПРО КЛАСИФІКАЦІЮ ВУГЛЕВОДНІВ. Здатність атомів Карбону сполучатись один з одним зумовила існування різних вуглеводнів, які за будовою та властивостями класифікують на окремі групи (мал. 40, поданий для ознайомлення).



Мал. 40. Класифікація вуглеводнів

Таблиця 12

Група вуглеводнів	Приклад вуглеводню й деякі його характеристики			
	Формула	Назва	Напівструктурна формула	Кількість зв'язків між атомами Карбону
Алкани				
Алкени				
Алкіни				

Вуглеводні з одним **подвійним** зв'язком атомів Карбону утворюють групу **алкенів**, а з одним **потрійним** зв'язком — **алкінів**.

$$\underset{\text{етен}}{\text{CH}_2=\text{CH}_2} + \text{H}_2 \rightarrow \underset{\text{етан}}{\text{CH}_3-\text{CH}_3}.$$

116



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЯКІСНИЙ ТА КІЛЬКІСНИЙ СКЛАД АЛКАНІВ (НАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ)

Завдання 1.

Опрацюйте таблицю 13, укладену із назв і молекулярних та напівструктурних формул десяти насичених вуглеводнів (алканів), записаних за збільшенням кількості атомів Карбону в молекулі, починаючи з найпростішого вуглеводню метану CH_4 (ця газувата речовина відома тобі з 8 класу).

Таблиця 13

Гомологічний ряд насичених вуглеводнів

Назва алкану	Молекулярна формула	Напівструктурна формула
Метан	CH_4	CH_4
Етан	C_2H_6	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$
Пропан	C_3H_8	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
Бутан	C_4H_{10}	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
Пентан	C_5H_{12}	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
Гексан	C_6H_{14}	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$
Гептан	C_7H_{16}	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$
Октан	C_8H_{18}	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$
Нонан	C_9H_{20}	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{CH}_3$

У цій таблиці записано молекулярні й напівструктурні формули алканів з прямими нерозгалуженими карбоновими ланцюгами.

Крок 1. Ознайомлення з назвами і формулами вуглеводнів.

1.1. Накресли у зошиті таблицю за зразком таблиці 13 без останнього стовпця з напівструктурними формулами, але додавши зліва стовпець для вписування порядкового номера вуглеводню у таблиці, й заповни її назвами та молекулярними формулами речовин.

1.2. Знайди спільне у якісному складі і назвах всіх речовин.

1.3. Пронумеруй вуглеводні в таблиці від першого до останнього та порівняй присвоєний тобою номер з кількістю атомів Карбону в молекулі вуглеводню. Яким є результат проведеного порівняння? Він важливий тим, що за назвою речовини ти зможеш вільно складати / записувати формули будь-якого алкану. Але для цього тобі необхідно ознайомитись з такими поняттями, як гомологічна різниця, гомологічний ряд, загальна формула алканів.

Крок 2. Порівняння кількісного складу алканів.

2.1. Порівняй склад молекул метану та етану і запиши його різницю.

2.2. Порівняй кількісний склад двох інших алканів (на твій вибір).

2.3. Сформулюй висновок, що спільного та відмінного у складі розглянутих речовин; на яку групу атомів відрізняється склад молекул алканів, розташованих поруч у таблиці 13.

ПОНЯТТЯ ГОМОЛОГІЧНОГО РЯДУ. Після проведених порівнянь ти пересвідчуєшся, що два алкани, розміщені за збільшенням кількості атомів Карбону у молекулі, відрізняються за кількісним складом на один атом Карбону і два атоми Гідрогену. В органічній хімії така відмінність кількісного складу молекул має назву **гомологічна різниця**.

Гомологічна різниця — група атомів $-\text{CH}_2-$, на яку (одну чи кілька) відрізняється склад молекул органічних речовин однотипної будови і схожих властивостей.

Завдання 1. На скільки гомологічних різниць склад молекули октану більший від молекули пропану?

До органічних сполук з однотипною будовою і схожими властивостями застосовують загальну назву **гомологічний ряд**. Тому *таблиця 13* не випадково має назву «Гомологічний ряд насичених вуглеводнів».

Склад молекул речовин одного гомологічного ряду відповідає одній загальній формулі. У загальних формулах кількість атомів Карбону позначають індексом **n** (ен). Загальна формула будь-якої групи вуглеводнів починається записом C_nH_{2n} . Залежно від кількості атомів Гідрогену в молекулі складають остаточну загальну формулу органічних речовин однієї групи.

Завдання 2. На кількох прикладах алканів (етану, пропану, нонану) перевір, чи відповідає склад їхніх молекул формулі C_nH_{2n} .

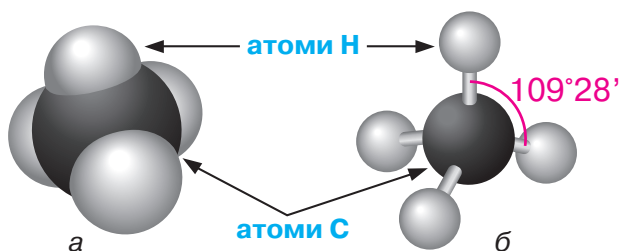
Якщо ти не помиляєшся, то формула кожної з цих речовин містить на 2 атоми Гідрогену більше, ніж добуток чисел 2 і n. Це доводить, що C_nH_{2n} не є загальною формулою алканів (насичених вуглеводнів). Їхня загальна формула $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

Усі насичені вуглеводні відповідають одній загальній формулі $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, де n — кількість атомів Карбону в молекулі речовини. Їхні індивідуальні назви закінчуються суфіксом **-ан**.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

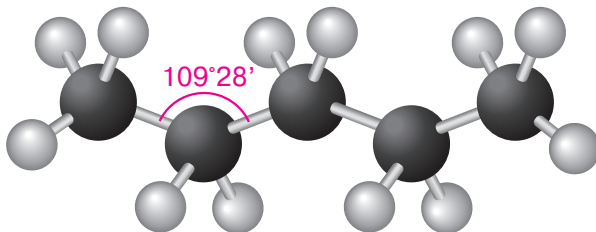
Просторова будова алканів. Просторове розташування атомів у молекулі метану (перший представник алканів) відображено за допомогою об'ємної (масштабної) і кулестрижневої моделей на малюнку 41.



Мал. 41. Моделі молекули метану:
а — об'ємна (масштабна);
б — кулестрижнева

Кут між напрямками хімічних зв'язків атома Карбону з атомами Гідрогену в молекулі метану дорівнює $109^{\circ}28'$.

Для молекул алканів, що містять три і більше атомів Карбону, характерною є зигзагоподібна форма карбонового ланцюга, у якому між атомами Карбону також зберігається валентний кут $109^{\circ}28'$ (мал. 42).

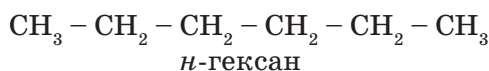


Мал. 42. Кулестрижнева модель насиченого вуглеводню

Завдання 4. За поданою на малюнку 42 кулестрижневою моделлю напиши молекулярну формулу і назву алкану. Який у нього карбоновий ланцюг — розгалужений чи нерозгалужений?

Валентний кут — кут між напрямками хімічних зв'язків атома в молекулах чи кристалах.

У назвах вуглеводнів нерозгалуженої будови використовують літеру «н» перед назвою вуглеводню. Пишуть її через дефіс, наприклад:



Вуглеводні розгалуженої будови називають за правилами систематичної номенклатури, які вивчаються у профільній школі.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Вислови судження про причини різноманіття вуглеводнів.
2. Чим відрізняються насичені вуглеводні від ненасичених?
3. Чи може вуглеводень складу C_5H_{10} належати до алканів? Чому?
4. Гомологом пропану є речовина, хімічна формула якої

A C_3H_6	B C_4H_{10}
Б C_4H_8	Г C_4H_6
5. Де більше молекул: у порції метану об'ємом 44,8 л (н. у.) чи порції пропану масою 44 г?
6. Не виконуючи математичних обчислень, зроби висновок, у якого з вуглеводнів — етану, етену чи етину — найбільший уміст Карбону.
7. Виведи формулу алкану, масова частка Карбону в якому 80 %, а густина за повітрям 1,034.



§23

МЕТАН ЯК ПРЕДСТАВНИК АЛКАНІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- Як обчислити відносну густина газу і масову частку елемента у сполуці?
- Що таке молярний об'єм газу?
- Сформулюй визначення сталої Авогадро.
- Яку реакцію називають реакцією горіння, а яку — реакцією заміщення?
- Що собою являє біогаз?



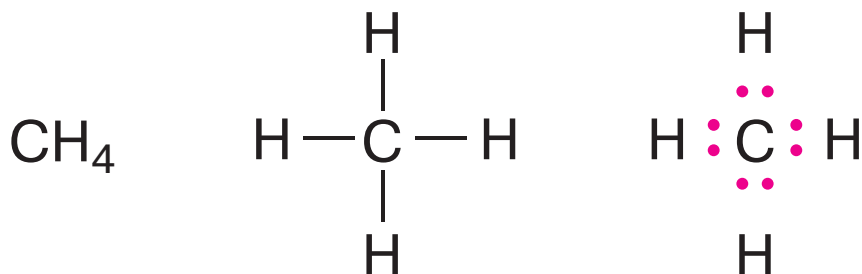
Опрацюй

Зрозумій

Використай

Завдання 1. Розглянь колаж формул (с. 121) і дай відповіді на запитання.

- ✓ Якій речовині належать всі ці формули?
- ✓ Яку загальну назву має кожна формула (хімічна, електронна, структурна)?



Завдання 2. Склади у вигляді хмари опис відомих тобі характеристик метану: агрегатний стан за нормальних умов, відносна густина за повітрям, колір, запах, розчинність у воді.

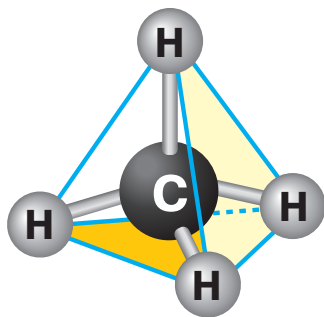
Завдання 3. Розв'яжи задачі.

3.1. Який об'єм за нормальних умов займає метан масою 28 г?

3.2. Скільки атомів Карбону та Гідрогену міститься в метані кількістю речовини 0,5 моль?

Продовжимо знайомство з метаном — найпростішим насиченим вуглеводнем, яким розпочинається гомологічний ряд алканів. Розглянемо його властивості як представника органічних речовин.

ПРОСТОРОВА ФОРМА МОЛЕКУЛИ МЕТАНУ. Наведені на *колажі* формули відображають якісний і кількісний склад молекули метану, порядок сполучення атомів і утворення ковалентних зв'язків у молекулі. Проте вони не відображають її просторової будови. Науковці дослідили, що молекула метану має форму правильного тетраедра, в центрі якого розташований атом Карбону, а на вершинах — атоми Гідрогену (*мал. 43*).



Мал. 43. Модель тетраедричної просторової будови молекули метану

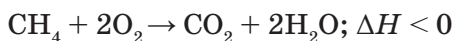
МЕТАН У ПРИРОДІ. Потужні родовища метану утворились багато віків тому з рослинних решток внаслідок їх розкладання без доступу кисню. Подібні процеси тривають і нині в заболочених екосистемах та в донних відкладах водойм. Метан, що утворюється, піднімається у вигляді бульбашок на поверхню води. Іноді це явище помилково пояснюють диханням риб.

Метан — це основна складова природного газу, значні запаси якого має Україна. На сьогодні лідером за покладами та обсягами видобутку природного газу є Полтавщина.

Метан — один із парникових газів в атмосфері Землі. Він також присутній в атмосферах Марсу, Юпітера, Сатурна та Урану і на поверхні Місяця.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАНУ. Реакційна здатність метану низька, виняток становить реакція горіння. Варто лише піднести сірник до увімкненої конфорки газової плити, як газ спалахує та горить яскравим блакитним полум'ям.

1. Повне горіння метану.



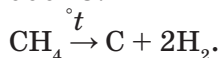
Реакція супроводжується виділенням теплоти, це позначають $\Delta H < 0$.



Загальноприйнято в рівняннях хімічних реакцій за участю органічних реагентів замість дорівнює «=» ставити стрілку «→».

За нестачі кисню відбувається неповне згорання метану, про нього можеш дізнатися з рубрики «Хімія і життя».

2. Термічний розклад метану відбувається без доступу повітря, за температури не нижче ніж 1000°C :



3. Заміщення атомів Гідрогену атомами Хлору чи іншого галогену.

Постадійно відбувається заміщення всіх атомів Гідрогену, а утворені речовини доволі широко застосовуються на практиці як розчинники, сировина для виробництва різних речовин тощо.

Розглянемо стадію заміщення одного атома Гідрогену в молекулі метану:



Завдання 4. Напиши рівняння реакції заміщення, схема якої:



Дай відповіді на запитання:

- ✓ що спільного у наведених рівняннях?
- ✓ що відмінного у кількісному складі продуктів цих реакцій?

Завдання 5. Поміркуй і поясни, чому реакції приєднання неможливі для метану.

Метан CH_4 — насичений вуглеводень, перший представник алканів. Його основні хімічні властивості: горить з виділенням теплоти, вступає в реакції заміщення, не вступає в реакції приєднання, розкладається за нагрівання.

Такими є основні хімічні властивості метану. Вони характерні й для інших представників гомологічного ряду алканів.

МЕТАН — ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ І НЕ ТІЛЬКИ. Про те, що природний газ, уміст метану в якому перевищує 90 %, використовують як джерело енергії, тобі вже відомо.

Завдання 6. Наведи 2–3 конкретні приклади використання метану з цією метою.

Хімічна промисловість використовує метан не лише для одержання енергії, а й як цінну сировину у виробництві багатьох речовин — водню, метанолу CH_3OH (має широке застосування як розчинник органічних речовин, добавка до автомобільних бензинів з метою поліпшення їхніх властивостей), пластмас, лакофарбових матеріалів тощо. У великих кількостях метан використовується для добування сажі, яка є необхідним компонентом гуми — матеріалу для виготовлення автомобільних шин.

Після спалювання метану в атмосферу надходить менше шкідливих речовин порівняно зі згоранням бензину чи дизельного пального. Тому метан є екологічно безпечною альтернативою цим видам пального. Як паливо метан продається у стисненому чи скрапленому стані (мал. 44).



Мал. 44. Балони з метаном

У фінансовому сенсі його використання як автомобільного пального також вигідне. У цьому ти переконаєшся, виконавши завдання № 7 рубрики «Тобі до снаги».



Медіапошук

За покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/UPc4q> чи QR-кодом переглянь цікаві факти щодо природного газу як пального та перспектив його використання в Україні.





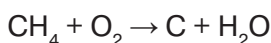
Метан нетоксичний, порівняно безпечний для здоров'я людини. Проте у великих концентраціях у приміщенні без провітрювання призводить до «кисневого голодування», і людина може задихнутися.

Небезпека природного газу криється у легкому займанні й вибуховості його суміші з повітрям.

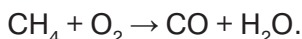
Ти знаєш, що до природного газу, призначеного для побутового використання, додають речовини з сильним специфічним запахом, щоб у разі витікання газу відразу це виявити. Вони мають загальну назву одоранти і є органічними сполуками, до складу яких входить Сульфур.

Ні в якому разі не ігноруй появу запаху одорантів, відразу перекривай крани доступу газу до побутових газових приладів і не запалюй сірник, запальничку та не вмикай електричне освітлення до повного провітрювання приміщення, інакше може статися вибух. Про виявлені негаразди повідом дорослих, які подбають про усунення витоку газу.

За умови недостатнього надходження кисню повне згорання метану не відбувається й замість води H_2O й вуглекислого газу CO_2 утворюються вуглець (сажа) і вода:



або отруйний карбон(II) оксид (чадний газ) і вода:



Завдання 7. За наведеними схемами напиши рівняння хімічних реакцій, установи кількісні відношення об'ємів метану і кисню за повного та неповного згорання метану.

Особливість чадного газу — відсутність запаху і кольору — робить його особливо небезпечним. Тому усвідом, наскільки важливо під час користування метаном як паливом стежити, щоб приміщення добре провітрювалось, увімкнені прилади не залишались без нагляду.

А от утворення сажі, що також свідчить про неповне згорання метану, легко виявити за зміною кольору полум'я (з блакитного на жовтуватий), а також за появою кіптяви на зовнішньому боці посуду, який використовується для приготування їжі на газовій плиті.

МЕТАН І ЗЕЛЕНА ЕНЕРГЕТИКА. Тобі відомо, що природний газ належить до невідновлюваних природних ресурсів. З роками попит на нього збільшується, тоді як запаси виснажуються, а задля сталого розвитку важливо зберегти його для майбутніх поколінь. Стає очевидним, що для виробництва електроенергії і тепла важливо знаходити й застосовувати інші джерела енергії. На розв'язання цієї проблеми спрямований розвиток зеленої енергетики, одним із видів якої є біоенергетика.

Біоенергетика — це вид зеленої енергетики, що використовує біомасу (речовини рослинного або тваринного походження) для виробництва електроенергії й тепла.

У спеціальних установках (мал. 45) з біомаси одержують біогаз, основним складником якого є метан (близько 55 %). Його або відразу використовують як паливо, або очищають для отримання біометану. Тобто біометан є газом, отриманим з біогазу.



Мал. 45. Установка для отримання біогазу / біометану з біомаси



Медіапошук

Збагати власну обізнаність про інші види зеленої енергетики, опрацювавши доступні джерела інформації. Із назв видів зеленої енергетики та сировинної бази кожного виду оформи схему чи колаж.

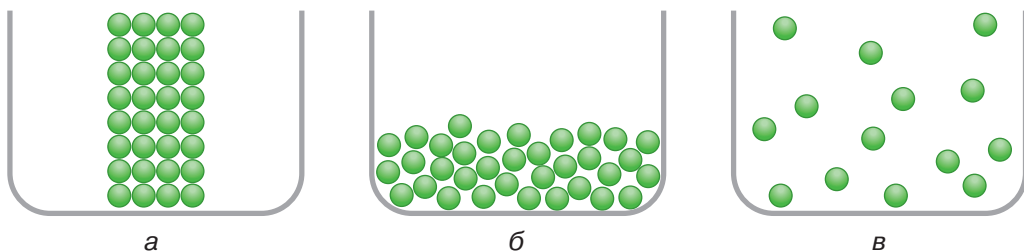
Україна має великий потенціал для генерації біометану, тому що площі українських сільськогосподарських угідь найбільші в Європі. В Україні намітилась тенденція до збільшення виробництва біометану. Станом на 2025 рік працювали понад 85 біогазових установок. Біогазові установки — це екологічні, сучасні та високотехнологічні підприємства, витрати на будівництво яких швидко покриваються, і вони стають прибутковими.

Виробництво біометану цінне тим, що забезпечує не лише додаткове вироблення енергії, а й поліпшує екологічний стан місцевості, де розташовані підприємства з виробництва біометану. Ось чому у 2023 році уряд ухвалив Енергетичну стратегію до 2050 року. Очікується, що біогаз стане одним із заміників природного газу.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. На якому малюнку схематично відображено агрегатний стан метану за нормальних умов?



2. Однакова чи різна кількість молекул міститься у метані, водні й вуглекислому газі об'ємом 1 л (н. у.) та у порціях масою 1 г?
3. Визнач об'єм вуглекислого газу (н. у.), який утвориться в результаті згорання метану масою 64 г.
4. Змоделюй розглянуту в параграфі хімічну взаємодію метану з хлором, дотримуючись кольорових позначень атомів Карбону, Гідрогену, Хлору.
5. За аналогією з метаном напиши рівняння реакції повного згорання його гомолога етану і визнач об'ємні відношення газів у цьому рівнянні.
6. В Україні для одоризації природного газу широко використовують етантіол — безбарвну прозору рідину з різким неприємним запахом. Його молекула складається з двох атомів Карбону, шести атомів Гідрогену й одного атома Сульфуру. Напиши молекулярну формулу сполуки, визнач, масова частка якого хімічного елемента у цій сполуці найбільша.
7. 1 л бензину марки А-95 коштує 60 грн, а 1 л скрапленого газу — 35 грн. Витрати бензину становлять 10 л на 100 км, а скрапленого газу — 12 л на 100 км. На якому виді пального вигідніше подорожувати? Якою буде економія коштів у разі поїздки на скрапленому газі з Полтави до Києва й назад порівняно з аналогічною поїздкою на бензині (шлях від Полтави до Києва близько 350 км)? У якому разі шкода довікілью буде більшою — за умови поїздки на газі чи на бензині?
8. Разом з іншими членами малої навчальної групи розробіть проєкт на тему «Поліпшення екологічної ситуації регіонів завдяки розвитку біоенергетики».



§ 24

ЕТЕН C_2H_4 Й ЕТИН C_2H_2 ЯК ПРЕДСТАВНИКИ НЕНАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- Які реакції називають якісними? Наведи приклади.
- Що розуміють під розчинністю речовини?
- Які групи вуглеводнів тобі відомі?
- Наведи приклади вуглеводнів різних груп.



Опрацюй

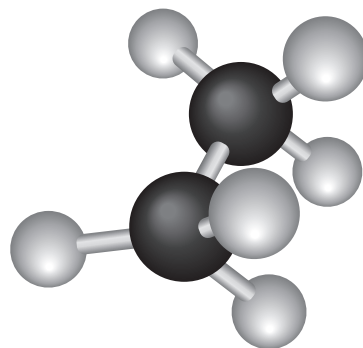
Зрозумій

Використай

На малюнку 46 зображено куле-стрижневу модель молекули **етану**.

Завдання 1. Що на малюнку 46 зображено кульками, а що — стрижнями? Скільки-ма хімічними зв'язками сполучені між собою атоми Карбону?

Як тобі стало відомо з попередніх параграфів цієї теми, крім насичених вуглеводнів, існують ще й ненасичені. Назва свідчить, що в їхніх молекулах атоми Карбону не з'єднані з максимально можливою кількістю атомів Гідрогену, необхідних для забезпечення чотиривалентного стану Карбону. У ненасичених вуглеводнів він досягається за рахунок утворення між атомами Карбону подвійного або потрійного зв'язку:



Мал. 46. Модель молекули етану



Наявність подвійного та потрійного зв'язків позначається на властивостях ненасичених вуглеводнів.

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ МОЛЕКУЛ ЕТЕНУ C_2H_4 Й ЕТИНУ C_2H_2 .

Порівнюючи склад і будову етану, етену й етину, можна дійти висновку, що спільного та чим відрізняються вуглеводні різних груп.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ БУДОВУ МОЛЕКУЛ ЕТАНУ, ЕТЕНУ ТА ЕТИНУ: СКЛАД, ЗВ'ЯЗКИ, ПРОСТОРОВУ КОНФІГУРАЦІЮ

» Дослідження виконуйте в групах.

Мета дослідження. Шляхом моделювання з'ясувати, чим відрізняється просторова будова молекул вуглеводнів різних груп — насичених (етан) і ненасичених (етен, етин).

Вам знадобляться: набори для моделювання молекул.

Завдання. За власноруч виготовленими моделями дослідіть, як вуглеводні різних груп відрізняються між собою просторовим розташуванням атомів у молекулі, кількістю зв'язків між атомами Карбону, валентними кутами.

Крок 1. Моделювання молекули етану.

Виготовте 2 кулестрижневі моделі молекули етану C_2H_6 . Опишіть зв'язки (прості, подвійні чи потрійні вони) та розташування атомів у молекулі (просторове чи площинне).

Крок 2. Виготовлення моделі молекули етену.

Візьміть одну модель молекули етану. Зніміть по одному атому Гідрогену біля кожного атома Карбону. Один вивільнений стрижень видаліть, а другим з'єднайте атоми Карбону, змодельовавши ще один ковалентний зв'язок. Ви готовили нову модель.

Крок 3. Дослідіть виготовлену модель і запишіть у зошит:

3.1. Кількісний і якісний склад молекули змодельованої речовини.

3.2. Тип ковалентного зв'язку між атомами Карбону (одинарний, подвійний, потрійний).

3.3. Просторову конфігурацію молекули (об'ємна чи площинна).

3.4. Молекулярну, електронну та структурну формули речовини та її назву.

Крок 4. Моделювання молекули етину.

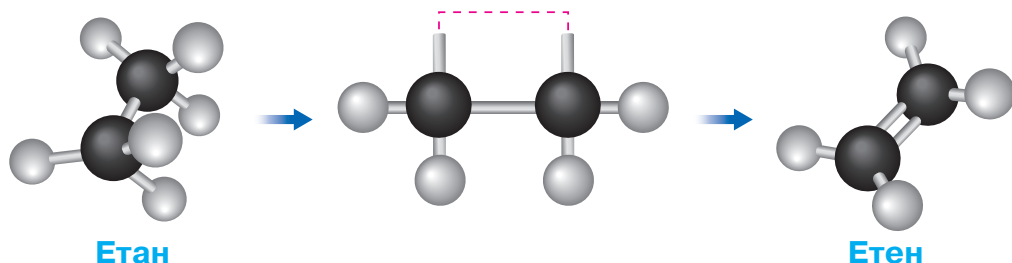
Із другої, виготовленої у **кроці 1** моделі етану, виготовте ще одну модель етену. Знову зніміть по одному атому Гідрогену біля кожного атома Карбону. Залиште один вивільнений стрижень і з'єднайте ним атоми Карбону. Так ви отримаєте модель молекули етину.

Дослідіть створену модель згідно з пунктами **кроку 3**.

Крок 5. Порівняйте просторове розташування атомів у змодельованих молекулах речовин. Зробіть висновок, як тип зв'язку між атомами Карбону впливає на просторове розташування атомів у молекулі. Поясніть, чим відрізняється просторова будова насичених і ненасичених вуглеводнів.

Крок 6. Обговоріть у групі результати моделювання та занотуйте кожен для себе, що нового дізнались про представників різних вуглеводнів з двома атомами Карбону в молекулах, заповнивши порівняльну таблицю «Деякі характеристики етану, етену, етину», формат якої розробіть колективно.

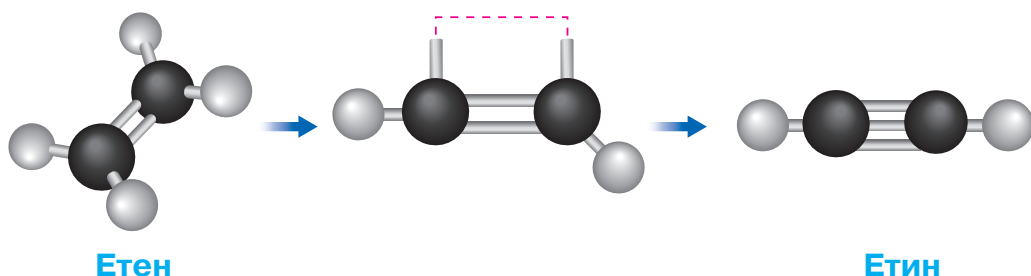
Щоб бути впевненими у правильності створених моделей молекул речовин, в одержаних результатах і сформульованих висновках, порівняйте виготовлені моделі із зображеними на *малюнках 47 і 48*.



Мал. 47. Перетворення моделі молекули етану на модель молекули етену

Виготовлена в дослідженні модель етену та *малюнок 47* вказують на те, що усі шість атомів молекули етену розташовані в одній площині, валентний кут (кут між хімічними зв'язками) дорівнює 120° . У цьому полягає відмінність просторової будови етену від етану, в якого просторове розміщення атомів не площинне, а подібно до метану — тетраедричне, і валентний кут інший.

На *малюнку 48* зображено перетворення молекули етену на молекулу етину.



Мал. 48. Перетворення моделі молекули етену на модель молекули етину

Як видно з моделі, усі чотири атоми молекули етину (2 атоми Карбону й 2 атоми Гідрогену) розташовані на одній лінії, між атомами Карбону існує потрійний зв'язок, а валентний кут дорівнює 180° .

Моделювання дало змогу з'ясувати, що просторова будова молекули етану — **тетраедрична**, етену — **площинна**, етину — **лінійна**.

Етан, етен та етин, хоча й належать до вуглеводнів, але відрізняються один від одного видами хімічних зв'язків між атомами Карбону. В етану він **одинарний**, в етену — **подвійний**, а в етину — **потрійний**.

Змодельовані перетворення вуглеводнів відбуваються насправді, якщо створити для цього відповідні умови.

Завдання 2. Проведене під час дослідження моделювання запиши рівняннями хімічних реакцій. Зваж, що під час їх перебігу відбувається відщеплення атомів Гідрогену і такі реакції називають **дегідрування** або **дегідрогенізація**.

Завдання 3. Скориставшись виготовленими під час дослідження моделями, напиши електронні формули етену й етину.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕТЕНУ Й ЕТИНУ (АЦЕТИЛЕНУ). Етен й етин мають подібні фізичні властивості з метаном: за звичайних умов вони газоподібні, безбарвні, погано розчиняються у воді. Етен має приємний слабкий запах.

ПОШИРЕННЯ У ПРИРОДІ. Етен та етин — хімічно активні речовини, тому не накопичуються в природі й не утворюють покладів. У невеликій кількості етен утворюється у плодах (найбільше під час дозрівання, яке він прискорює). Цим користуються працівники тепличних господарств, збагачуючи атмосферу теплиці етеном для швидшого дозрівання плодів, наприклад, помідорів.

Завдання 4. Обчисли, легші чи важчі за повітря етен й етин.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕТЕНУ Й ЕТИНУ. Етен і етин, як і метан та інші вуглеводні, горять з утворенням вуглекислого газу і води та з виділенням значної кількості теплоти.

1. Горіння етену й етину



Температура горіння етину (ацетилену) в кисні досягає близько 3200 °С. Завдяки цьому горіння етину застосовують у різанні і зварюванні металів.

Газозварник (гадозварниця), так зветься ця професія, користується етиново-кисневим пальником і проводить зварювальні роботи (мал. 49).



Мал. 49. Газозварник за роботою і балон з етином

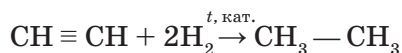
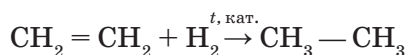
Люди цієї професії потребують спеціальної підготовки, обладнання та засобів захисту, а також дотримання правил безпеки, оскільки газозварювання належить до робіт підвищеної небезпеки.

2. Реакції приєднання

На відміну від метану, етен та етин вступають у реакції приєднання, які відбуваються завдяки розриву кратних зв'язків (подвійного та потрійного), але одинарний зв'язок зберігається.

Найпоширенішим типом хімічних реакцій, у які вступають етен й етин, є реакції приєднання: а) водню; б) галогенів та деяких інших речовин.

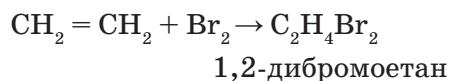
2.1. Приєднання водню



Завдання 5. Поясни, що спільного в обох цих рівняннях реакцій.

2.2. Приєднання брому Br_2

Реакції етену й етину з бромом відбуваються за нормальних умов, що свідчить про високу хімічну активність цих речовин.





1,1,2,2-тетрабромоетан

3. Демонстраційний дослід «Знебарвлення бромної води етенем»

За нормальних умов етен взаємодіє не лише з бромом, а й з бромною водою — так називають розчин бром у воді (мал. 50).



Ампула з бромом



Колба з бромною водою

Мал. 50. Бром і бромна вода

Для виконання досліду в пробірку наливають бромну воду і через неї пропускають етен. Бромна вода швидко знебарвлюється, що є свідченням перебігу хімічної реакції (мал. 51).



Мал. 51. Знебарвлення бромної води етенем

Розглянута реакція є якісною реакцією на ненасичені вуглеводні, до яких належить етен. Як бачиш, поняття якісної реакції поширюється й на властивості органічних речовин. Вивчаючи органічну хімію, ти матимеш справу й з іншими якісними реакціями на органічні речовини.

Завдання 6. Переглянь відео досліду «Знебарвлення бромної води при взаємодії з етиленом» за покликанням (етен раніше мав назву етилен)

<https://qr.orioncentr.com.ua/CmMH5> чи QR-кодом.

Як проведена у досліді реакція допомагає виявити ненасичені вуглеводні?



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Подібно до метану та гомологічного ряду алканів (насичених вуглеводнів) етен та етин є першими представниками гомологічних рядів вуглеводнів, що мають назви **алкени** та **алкіни** відповідно. Корінь їхніх назв збігається з коренем назви відповідного насиченого вуглеводню (відповідність полягає в однаковій кількості атомів Карбону).

Загальна формула алкенів C_nH_{2n} , назва закінчується суфіксом **ен**.

Завдання 1. Склади формули і назви алкенів з кількістю атомів Карбону 4 і 6.

Загальна формула алкінів C_nH_{2n-2} , назва закінчується суфіксом **ин** або **ін**.

Завдання 2. Склади формули і назви гомологів етину з кількістю атомів Карбону 4 і 5. На скільки гомологічних різниць відрізняються молекули цих алкінів від молекули етину?



Медіапошук

З доступних джерел дізнайся більше про використання етену й етину. Склади схему їх використання.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. У чому полягає відмінність будови молекул ненасичених вуглеводнів етену й етину від насиченого вуглеводню етану?
2. Побудуй стовпчикову діаграму вмісту Карбону в метані, етані, етені, етині.
3. Етен взаємодіє не лише з бромом, а й іншими галогенами. Змодельуй хімічну реакцію етену з хлором.
4. Обчисли густину етину за повітрям за нормальних умов.
5. Обчисли масу етену об'ємом 336 мл (н. у.).
6. Обчисли кількість молекул та атомів у порції етину кількістю речовини 0,2 моль.



§ 25

ПОНЯТТЯ ПРО РЕАКЦІЮ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ І ПОЛІМЕРИ



Пригадуємо й застосовуємо

- Що означає відносна молекулярна / формульна маса речовини та як її обчислюють?
- Які реакції називають реакціями сполучення?
- Що в хімії називають матеріалом? Наведи приклади матеріалів.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

З неорганічної хімії ти знаєш про реакції сполучення, рівняння яких неодноразово доводилося писати. Реагентами в них були дві чи три речовини, а продукт реакції — один.

УЯВЛЕННЯ ПРО РЕАКЦІЮ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ. Виявляється, поміж реакцій сполучення є такі, в яких для утворення однієї молекули продукту реакції з'єднуються багато (може бути понад 1000) молекул однієї й тієї самої чи кількох різних речовин. Неважко здогадатись, чому утворені молекули називають **макромолекули**. Реакції сполучення, під час яких утворюються макромолекули, називають реакціями полімеризації. Назва походить від грецького слова «полімерес» — утворений з багатьох частин.

Реакція полімеризації — це реакція сполучення багатьох молекул в одну макромолекулу, якісний склад якої однаковий з якісним складом реагента / реагентів.

Розглянемо особливості реакції полімеризації на прикладі етену.

ПОЛІМЕРИЗАЦІЯ ЕТЕНУ. Будучи ненасиченим вуглеводнем, етен активно сполучається не лише з різними речовинами, а й піддається полімеризації.

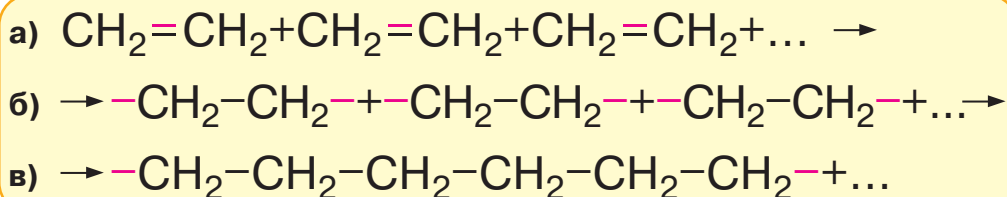
Продукт реакції полімеризації етену називають **поліетилен**. Ця назва походить від назви **етилен**, яку раніше мав етен. *Малюнок 52* знайомить з зовнішнім виглядом та агрегатним станом поліетиленових гранул, у вигляді яких полімер використовують для виготовлення поліетиленових виробів.



Мал. 52. Поліетилен і вироби з нього

Поліетилен уперше добули майже 100 років тому. Спочатку реакцію проводили за високого тиску й нагрівання, що вимагало значних енергетичних витрат. Згодом німецький науковець Карл Ціглер та італійський учений Джуліо Натта розробили метод каталітичної полімеризації етену (етилену) і пропену (пропілену), який значно здешевив процес. За це відкриття, що мало суттєве значення в науці й промисловості, у 1963 році науковцям присуджено Нобелівську премію.

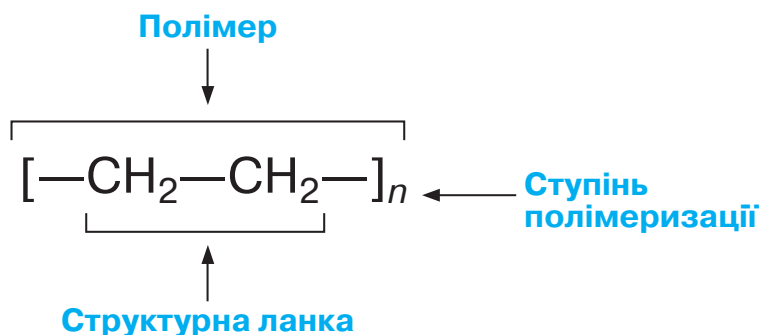
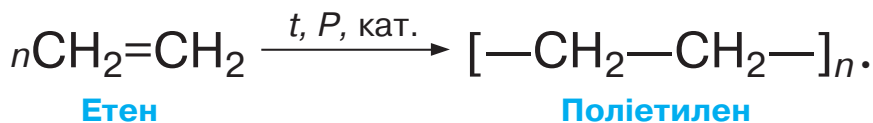
Розглянемо схему полімеризації етену на прикладі сполучення трьох молекул, розуміючи, що насправді одна макромолекула поліетилену утворюється зі значно більшої кількості молекул етену.



На записі а) подвійний зв'язок позначено червоним кольором. На записі б) бачимо, що він розірвався, і в кожній молекулі з'явилися по дві вільні валентності для з'єднання з іншими двома молекулами. Запис в) ілюструє частину полімерного ланцюга макромолекули поліетилену, утвореного з трьох молекул етену.

У довгому полімерному ланцюзі фрагмент $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ повторюється стільки разів, скільки молекул етену сполучилось в одну макромолекулу поліетилену.

Позначивши коефіцієнт перед формулою етену літерою n , напишемо схему реакції полімеризації етену, за якою ознайомимося з назвою кожного складника макромолекули поліетилену (див. с. 136):



Мономер — речовина з низькою відносною молекулярною масою, з молекул якої утворюється макромолекула полімеру.

Структурна ланка — група атомів, що багаторазово повторюється у структурі полімеру.

Ступінь полімеризації (n) — кількість структурних ланок у молекулі полімеру.

Ступінь полімеризації буває різним, внаслідок чого утворюються макромолекули з різною кількістю структурних ланок, а отже, з різною відносною молекулярною масою. Тому відносна молекулярна маса поліетилену є приблизним числом і може дорівнювати і 20 000, і 3 000 000. Хоча існують природні полімери (білки) зі сталою відносною молекулярною масою.

На сьогодні поліетилен виробляють у величезній кількості, що свідчить про його широке використання.

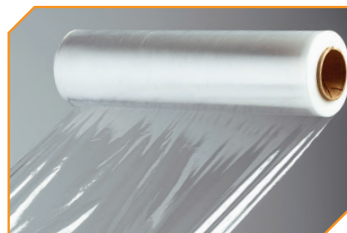
Завдання 1. Розглянь малюнок 52 (с. 135) і з'ясуй, що виготовляють із поліетилену.

ДЕЯКІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІЕТИЛЕНУ І ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

Широке використання поліетилену зумовлене його хімічними і фізичними властивостями.

Це тверда, водонепроникна, легша за воду, жирна на дотик, нетоксична речовина білого кольору, що не проводить електричний струм. Виготовлені з нього плівки прозорі.

Ще одна властивість поліетилену — **термопластичність**.



Термопластичність — це здатність матеріалів пом'якшуватись (ставати пластичними за умови нагрівання) і тверднути після охолодження зі збереженням набутої форми.

Завдання 2. Порівняй гранули поліетилену й форми та обриси виробів із них, що на малюнку 52 (с. 135). Усі вони — прояв і результат термопластичності поліетилену.

Полімерні матеріали, здатні за нагрівання набувати заданої форми та зберігати її після охолодження, мають загальну назву пластмаси. Прикладами пластмас (пластиків) є поліетилен, поліпропілен.

Поліетилен має високу хімічну стійкість, його молекула самочинно не розкладається і не вступає в реакції з іншими речовинами за нормальних умов.

Завдання 3. Порівняй хімічні зв'язки між атомами Карбону в молекулі етену й поліетилену та поясни хімічну неактивність поліетилену.

Стійкість поліетилену за кімнатної температури до дії органічних розчинників, кислот і лугів забезпечує йому широке використання у виготовленні посуду, ємностей для зберігання різних рідин, виготовлення водопровідних труб, деталей машин і механізмів. Тобі, напевне, відомі приклади його використання для виготовлення поліетиленової плівки, пакетів, тари і пакувальних матеріалів, виробів домашнього вжитку, зокрема й дитячих іграшок.

За масштабами виробництва пластмаси посідають перше місце поміж полімерних матеріалів.

Поряд з такими переконливими позитивними характеристиками поліетилену як матеріалу екологічно небайдужі громадяни б'ють на сполох щодо негативного впливу використаного поліетилену та інших пластмас на довкілля. Як виявилось, тривалий період розкладання поліетилену в природних умовах (понад 500 років) й масове його застосування у побуті призвели до накопичення величезної кількості пластикового сміття, яке негативно впливає на мешканців водойм, лісів тощо. Щорічно через пластикові відходи гинуть мільйони птахів і тварин. Тому понад 40 країн світу заборонили або обмежили продаж і використання поліетиленових пакетів й інших пластикових пакетів. Україна приєдналась до цих країн ухваленням у 2022 році закону про обмеження обігу цих виробів. Ним заборонено використання в торгівлі тонких (товщиною стінок 15–50 мікрометрів), оксорозкладних (що розкладаються на мікропластик) та надтонких пластикових пакетів, окрім як для первинного пакування свіжої риби, м'яса, сипучих продуктів, льоду.

Звичайно, без пакувальних матеріалів не обійтись. Тому перед вченими, конструкторами, технологами постає завдання своєю працею сприяти створенню більш екологічних пакувальних матеріалів, зокрема: пропонувати біорозкладні матеріали; покращувати способи переробки використаних поліетиленових виробів. У цій важливій справі вагому роль відіграють підтримка з боку держави, активність громадськості й небайдужість кожної людини.



Завдання 1. Зберіть інформацію про те, яку шкоду чинять довкіллю викинуті у водойму чи на смітники поліетиленові пакети та інші пакувальні матеріали, виготовлені з цього полімеру. Дійдіть висновку, наскільки важливе сортування сміття та вторинна переробка пластмас.

Завдання 2. Ознайомтесь з альтернативами використанню поліетиленових виробів і за результатами виконання обох завдань підготуйте плакат, назву якого придумайте самі.

Завдання 3. Обговоріть, чим виробництво великих обсягів поліетилену загрожує сталому розвитку. Розпочніть обговорення зі з'ясування сировини для виробництва мономера цієї пластмаси.



Медіапошук

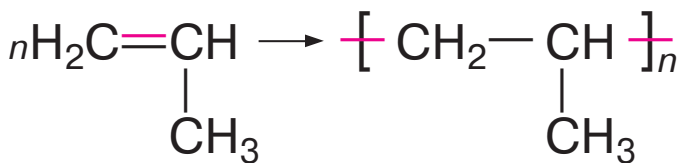
Апсайклінг — це можливість надати використаним виробам друге життя.

Завдання. З доступних інформаційних джерел дізнайся більше про апсайклінг. Запропонуй і реалізуй його щодо виробів із поліетилену.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Поліпропілен — полімер, мономером якого є пропен, що раніше називали пропілен. Полімеризація пропену аналогічна полімеризації етену. Її відображає схема:



Пропен → **Поліпропілен**

Як і поліетилен, поліпропілен міцний, довговічний, термопластичний, хімічно інертний, не має запаху, зручний у виготовленні виробів будь-якої форми.

Поліпропілен є досить поширеним матеріалом у виробництві компактних басейнів, які встановлюють на присадибних ділянках, в лазнях, розважальних закладах тощо; поліпропіленового волокна, труб, плівок, одноразового посуду тощо.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Важко знайти того, хто хоча б раз у житті не скористався такими виробами із пластмас (мал. 53).



Мал. 53. Посуд із пластмас

Найбільш поширеним матеріалом для їх виготовлення є поліпропілен, інформацію про який наведено у рубриці «Хімічна скарбниця».

Ти можеш дізнатись, з якого полімеру виготовлено той чи інший виріб, якщо знатимеш маркування пластмаси. Так, поліпропілен позначають літерами PP або ПП та цифрою 5. Цей матеріал найбільш розповсюджений у виготовленні пластмасового посуду. Він витримує температуру до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, тому вживати з нього гарячі напої чи страви цілком безпечно. Використовують його і для виготовлення плівки, у яку загортають заморожені продукти (вареники, пельмені та інші). Для розморожування чи приготування таких продуктів їх можна опускати в окріп прямо у цій плівці. Проте зазначений матеріал вразливий до впливу кислот і спиртів.

Поліетилен позначають літерами LDPE (поліетилен високого тиску) і цифрою 2. Проте варто пам'ятати, що зберігати у поліетиленовій тарі масло чи маргарин не можна, бо поліетилен не стійкий до впливу жирів.

Пляшки для мінеральної води, соків та олії виготовляють з поліетилентерефталату. Цьому полімеру властиві механічна міцність, термостійкість та хімічна стійкість. Його позначають аббревіатурою PET і цифрою 1.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Які реакції називають реакціями полімеризації?
 2. Яка відмінність між реакцією полімеризації етилену і реакцією приєднання водню до етену?
 3. Завдяки яким властивостям поліетилен набув популярності як матеріал?
 4. Чому у поліетилену приблизна, а не точна молекулярна маса? Від чого вона залежить?
 5. Назви відомі тобі заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу поліетиленового сміття на довкілля.
 6. Підготуй есе «Якби я був в міністром / міністеркою Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, то мої рішення щодо поліетилену як пакувального матеріалу були б такими: ...».
-  7. Між противниками і прихильниками використання поліетилену як пакувального матеріалу точаться дискусії. Долучись до цих дискусій: вислови свою думку; наведи аргументи і контраргументи, де потрібно, щоб твоя думка була переконливою.



§ 26

ПОШИРЕННЯ У ПРИРОДІ І ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- Який хімічний зв'язок називають водневим?
- Який полімер найчастіше використовують для виготовлення пластикових пакетів? З якої речовини його синтезують?
- Які гази спричиняють зміни клімату і виникнення парникового ефекту?
- Де на території України найбільші родовища нафти і природного газу?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ВУГЛЕВОДНІ У ПРИРОДІ. Вуглеводні — найпоширеніші органічні речовини нашої планети. Вони трапляються переважно в неживій природі, хоча деякі утворюються в живій природі (мал. 54).



Мал. 54. Поширення вуглеводнів у природі

У надрах планети вуглеводні утворюють поклади природного газу, нафти та кам'яного вугілля. В атмосфері у невеликій кількості є метан, який утворюється під час розкладу органічних решток.

У Світовому океані є поклади гідратів метану — кристалічних речовин, що формуються за низької температури та високого тиску. Молекули метану «замкнені» у кристалі води, тому зовні ці гідрати нагадують лід, але під час нагрівання з них виділяється метан.

У живій природі вуглеводні трапляються рідше. Зокрема, завдяки діяльності метаногенних бактерій метан утворюється в травному тракті жуйних тварин (корів, овець) і товстій кишці людини, а також на дні боліт під час розкладу органічних решток без доступу кисню.

Завдання 1. Пригадай, що тобі відомо про утворення етену в природі.

ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ. Усі вуглеводні, незалежно від їхнього агрегатного стану, горять із виділенням значної кількості енергії. Саме тому вони широко використовуються як паливо (таблиця 14).

Таблиця 14

Використання вуглеводнів різних агрегатних станів як палива

Агрегатний стан	Приклади	Використання
Газоподібний	Метан, пропан, бутан	Опалення приміщень, газові плити
Рідкий	Вуглеводні у складі бензину, дизельного пального, гасу	Пальне для двигунів внутрішнього згорання різних транспортних засобів

Агрегатний стан	Приклади	Використання
Твердий	Вуглеводні у складі кам'яного вугілля, торфу	Теплоелектростанції, металургія

До складу нафти входять переважно рідкі вуглеводні. З них добувають бензин, дизельне паливо, гас і мазут, які повсюдно використовують як пальне для транспорту та паливо в промисловості й побуті. Також нафта — цінна сировина для виробництва різноманітних речовин і матеріалів. Зі сферами застосування вуглеводнів знайомить *малюнок 55*.



Мал. 55. Вуглеводні — цінне паливо і незамінна сировина для сучасних сфер виробництва

Вуглеводні — це основа сучасної енергетики та промисловості, поширене паливо.

ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ З ВУГЛЕВОДНІВ. З вуглеводнів та їхніх похідних отримують **пластмаси**: поліетилен (ПЕ), поліпропілен (ПП), полістирол (ПС), полівінілхлорид (ПВХ) та інші. Зверни увагу і запам'ятай скорочені позначення названих полімерів, вони тобі неодноразово траплятимуться у повсякденному житті. З властивостями та застосуванням пластмас знайомить *таблиця 15*.

Таблиця 15

Характеристики найпоширеніших пластмас

Мономер	Полімер та деякі його властивості	Застосування полімеру	Розкладання в природі, у роках
Етен C_2H_4	Поліетилен (ПЕ) $(-CH_2-CH_2-)_n$ чутливий до високих температур, стійкий до низьких температур, пластичний, водостійкий, діелектрик	Пакети, пляшки, ізоляція, іграшки, труби для водопостачання, парникова плівка	100–400
Пропен C_3H_6	Поліпропілен (ПП) $(-CH_2-CH(CH_3)-)_n$ міцний, легкий, термостійкий (витримує високі температури без деформації або руйнування), вологостійкий	Контейнери для харчових продуктів, труби, шприци, елементи декору, плівки, автозапчастини, пакувальні матеріали, пляшки для напоїв, мішки, кришки, термоси	100–400
Стирол $C_6H_5-CH=CH_2$	Полістирол (ПС) $(-C_6H_5-CH-CH_2-)_n$ крихкий, легкий, теплоізоляційний, водонепроникний, токсичний за нагрівання	Одноразовий посуд, пінопласт, паковальний матеріал	Понад 500

Мономер	Полімер та деякі його властивості	Застосування полімеру	Розкладання в природі, у роках
Вінілхлорид (хлороетен) $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$	Полівінілхлорид (ПВХ) $(-\text{CH}_2 - \text{CHCl}-)_n$ висока міцність, не проводить струм (діелектрик), вогнетривкий, водонепроникність, низька теплопровідність, токсичний за нагрівання	Покриття для підлоги, лінолеум, труби, покрівельні, ізоляційні та вогнезахисні матеріали, віконні блоки, пакування для харчових жирів та рідин для миття скла	500–1000

Завдання 2. На основі інформації, наведеної у таблиці 15, виконай завдання:

1. Порівняй фізичні властивості поліетилену та полівінілхлориду. Як ці властивості впливають на їх застосування?
2. Який із зазначених у таблиці 15 полімерів є найбільш небезпечним для довкілля? Обґрунтуй свою думку.
3. Порівняй тривалість розкладання полімеру з періодом активного використання цих виробів (наприклад, одноразовий посуд — кілька хвилин). Що це означає для екосистем Землі?
4. Уяви, що ти створюєш контейнер для зберігання гарячої їжі. Який полімер вибереш? Поясни свій вибір.

Попри свою практичність і широке застосування, пластмаси мають одну спільну рису — вони надзвичайно довго розкладаються в природних умовах. Залежно від складу полімеру цей процес може тривати кілька сотень років. Під час розкладання пластик може виділяти небезпечні для живих організмів речовини, які забруднюють ґрунт, воду й повітря.

Щоб зменшити негативний вплив пластику на довкілля, науковці, технологи, підприємці запроваджують екологічні альтернативи:

- ✓ біорозкладні полімери на основі крохмалю, целюлози або молочної кислоти;
- ✓ скляні, металеві, тканинні вироби, які можна використовувати багаторазово;
- ✓ паперові пакування замість пластикових.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Не всі види пластику, створені з полімерних матеріалів, безпечні для здоров'я. Наприклад, за високих температур (понад 60 °C) з полістирену виділяється стирен — речовина, що спричинює алергічні реакції, порушення функцій нервової системи і нирок.

Під час горіння поліпропілен виділяє велику кількість токсичного диму та чадного газу, а ПВХ — небезпечні діоксини, які можуть спричинити онкологічні захворювання. Тому перш ніж потрапити до споживача, полімерні матеріали проходять ретельне тестування в лабораторіях, де вивчають їхній вплив на організм людини.

Щоб користуватися пластиковими виробами без шкоди для здоров'я, важливо вміти розпізнавати маркування на виробих чи пакуванні (колаж) та знати властивості матеріалу чи за позначенням дізнатись про них в інтернеті.

Нижче наведено міжнародно використовуваний набір символів на пластмасах.



Полівінілхлорид
належить до найнебезпечнішого типу пластмас, його практично не можна утилізувати



Поліетилен низького тиску — найбезпечніший пластик для пакування харчових продуктів; можна утилізувати і повторно використовувати



Поліпропілен
нетоксичний полімер, але його утилізація створює екологічні ризики.

Під дією сонячного світла й механічного стирання пластмаси подібноються до мікрочастинок — мікропластику, який потрапляє у воду, ґрунт, організми тварин і навіть у їжу людини.

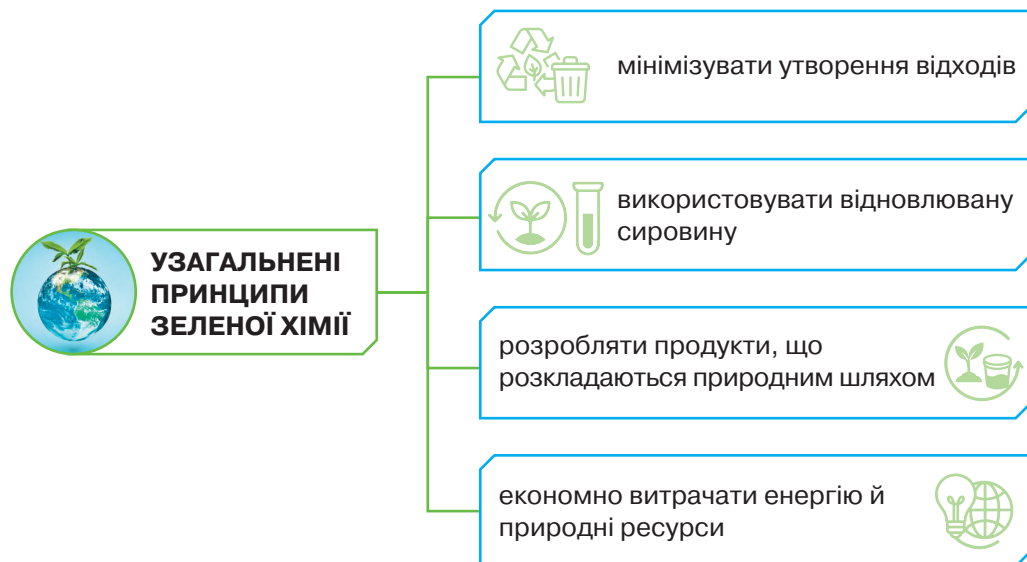
Щоб зменшити ризики для здоров'я й довкілля, мінімізуй використання пластику в побуті, обирай безпечніші матеріали: скло, кераміку, дерево або папір. Пам'ятай, що більшість пластикових виробів розкладається сотні років, тому важливо сортувати відходи й здавати їх на перероблення.

Завдання.

Чи варто наливати гарячі напої в пластикові стакани й тримати продукти в пластику тривалий час? Чому? Чим можна замінити пластиковий посуд, щоб не зашкодити здоров'ю?

ПЕРЕВАГИ Й РИЗИКИ ДОБУВАННЯ Й ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ. Технологічні процеси отримання з природних джерел і подальша переробка та застосування вуглеводнів негативно впливають на довкілля. Викиди вуглекислого газу, сажі та інших забруднювачів, які утворюються в результаті спалювання вуглеводнів, є однією з причин глобального потепління та погіршення якості повітря. Пластикові відходи становлять серйозну загрозу для екосистем нашої планети: вони

повільно розкладаються, виділяючи токсичні сполуки, які руйнують природні ланцюги живлення, забруднюють навколишнє середовище й загрожують життю тварин і людини. Тому людство шукає способи раціонального використання цих ресурсів і впроваджує принципи **зеленої хімії** (мал. 56). Так називається науковий напрям зі створення та вдосконалення продуктів і технологій, безпечних для людини і природи.



Мал. 56. Узагальнені принципи зеленої хімії

Тож, вивчаючи застосування вуглеводнів, ти не лише опановуєш хімію, а й вчишся жити відповідально, дбати про майбутнє нашої планети і її жителів.

Завдання 3. Переглянь соціальний ролик про сортування сміття за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/gz39v> чи QR-кодом.



1. Використай інформацію з відео та опиши вплив пластикових відходів на довкілля і здоров'я людини.
2. Запропонуй 2–3 екологічні альтернативи пластиковим виробам, які згадуються у відео.

Енергетика є основою функціонування економіки будь-якої країни світу. Для забезпечення потреб промисловості, транспорту, побуту та інших сфер людської діяльності використовуються різні джерела енергії. Хімія допомагає досліджувати властивості енергоносіїв, розробляти нові види палива, зменшувати шкідливі викиди та впроваджувати принципи зеленої енергетики.

Завдання 4. Вислови судження, як вибір джерел енергії впливає не лише на економіку, а й на довкілля, клімат і сталий розвиток.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Декарбонізація промисловості — це перехід від використання вуглеводнів (випального палива) до відновлюваних джерел енергії (Сонця, вітру, води). Головна мета декарбонізації полягає в досягненні нульових викидів CO_2 до 2050 року, як передбачено Паризькою кліматичною угодою. Цей процес є масштабною трансформацією світової енергетики, що вимагає розробки нових технологій. Хімія відіграє ключову роль у створенні чистих джерел енергії, екологічних матеріалів і каталізаторів, що зменшують шкідливі викиди.



Завдання 1. Розв'яжіть задачу.

Для опалення будинку використали природний газ, що містить (за об'ємом): 93 % метану, 4 % етану, 1 % пропану та 2 % вуглекислого газу. Обчисліть об'єм кисню, який знадобиться для спалювання 200 л цього газу.

Завдання 2. Уявіть ситуацію: у вашому населеному пункті планують побудувати нову теплоелектростанцію (ТЕЦ), що працюватиме на кам'яному вугіллі. Які аргументи «за» і «проти» використання кам'яного вугілля ви можете навести?

Завдання 3. Обговоріть у групі: чи варто заборонити використання одноразового посуду з полістирену? Запишіть спільне рішення й аргументи.

Завдання 4. Виконайте груповий проєкт «Енергія нашого краю: шлях до чистого довкілля». У процесі роботи над проєктом:

1) виберіть 1–2 види альтернативної енергії (сонячна, вітрова, біоенергетика, гідроенергетика тощо) і з'ясуйте:

- ✓ які є переваги й обмеження їх використання у вашому регіоні;
- ✓ який може бути економічний, екологічний і соціальний ефект;
- ✓ як це може вплинути на здоров'я людей (чисте повітря, відсутність шкідливих викидів);

2) обговоріть результати роботи над проєктом і презентуйте 3–5-хвилинний виступ із їхньою візуалізацією (постер, інфографіка, макет тощо);

3) обговоріть та оцініть проєкти інших груп.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ВУГЛЕВОДНІ У ТВОЄМУ ЖИТТЄВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Крок 1. Відшукай у себе вдома 5–7 виробів і явищ, які пов'язані з вуглеводнями. Склади список виявлених речей та явищ, зазнач їхнє призначення.

Крок 2. З'ясуй назви і хімічні формули вуглеводнів у складі досліджуваних об'єктів.

Крок 3. Оформ результати дослідження в обраний тобою спосіб (наприклад, презентація, інфографіка, відео) і підготуйся презентувати їх учнівству свого класу.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Де у природі поширені вуглеводні і чому вони є важливими для людини?
2. Склади список із п'яти найбільш використовуваних виробів повсякденного вжитку, створених з вуглеводневої сировини. Використовуючи додаткові джерела інформації, з'ясує, які з них можуть зашкодити здоров'ю людини.
3. Досліді маркування пластикових виробів, які використовуєш у повсякденні. Визнач, які з них можна переробити. Зафіксує полімерний матеріал, з якого виготовлений кожний виріб. Оформ результати дослідження і презентуй учнівству класу.
4. Як ти вважаєш, добування вуглеводнів та їх застосування сприяє сталому розвитку чи створює загрозу? Обґрунтуй свою думку.
5. Уяви, що ти пояснюєш учнівству 5 класу, навіщо вивчати вуглеводні. Які приклади з життя ти використаєш?
6. Як би змінилося життя людства, якби з нього повністю зникли вуглеводні? Склади порівняльну таблицю «Життя з вуглеводнями та без них». Наведи щонайменше три приклади з різних сфер (наприклад, побут, транспорт, косметика, рослинництво, медицина), вказавши назви вуглеводнів.
7. Опрацюй наведену в таблиці 16 інформацію і дай відповідь на запитання після неї.

Таблиця 16

Порівняння джерел енергії

Ознаки порівняння	Вуглеводневі джерела енергії (нафта, природний газ, вугілля)	Відновлювані джерела енергії (Сонце, вітер, гідро, біогаз)
Викиди CO ₂	Значні (спричиняють парниковий ефект)	Майже нульові
Негативний вплив на довкілля	Значний (забруднення, руйнування ландшафтів)	Мінімальний або нульовий
Вичерпність	Вичерпні (запаси обмежені)	Невичерпні (постійно поновлюються)
Економічна доступність	Доступність коливається, залежить від запасів	Висока початкова вартість, але низька експлуатаційна

1. Які джерела енергії є найменш шкідливими для довкілля? Обґрунтуй свою відповідь.
2. Чому інвестиції у відновлювані джерела енергії, попри їхню високу початкову вартість, більш вигідні у довгостроковій перспективі?

**§ 27**

ЕТАНОЛ C_2H_5OH І ГЛІЦЕРОЛ $C_3H_5(OH)_3$ ЯК ПРЕДСТАВНИКИ СПИРТІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- Що тобі відомо про спирти та їх дію на організм людини?
- Як розчинена речовина може впливати на температуру кипіння і замерзання розчину порівняно з температурою чистого розчинника?
- У чому суть реакцій йонного обміну в розчинах?

**Опрацюй****Зрозумій****Використай**

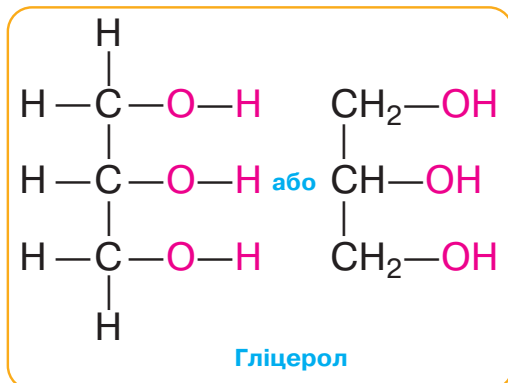
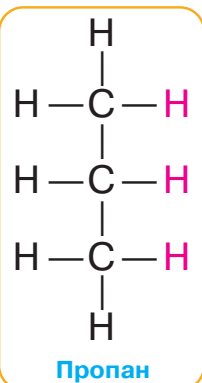
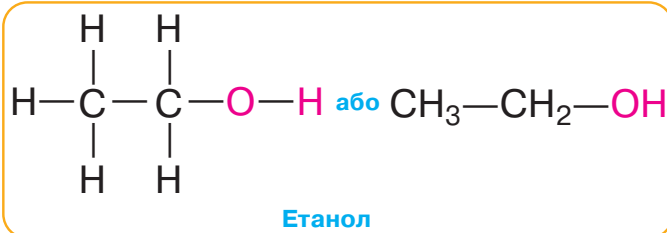
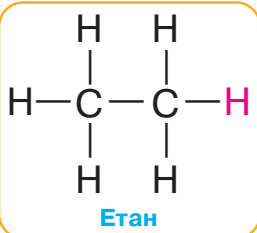
Етанол C_2H_5OH і гліцерол $C_3H_5(OH)_3$ (пропан-1,2,3-тріол, гліцерин) є представниками оксигеновмісних органічних сполук (з класифікацією органічних речовин ти вперше ознайомився / ознайомилась у параграфі 21). У складі молекул цих речовин крім Карбону й Гідрогену наявний ще один елемент — Оксиген. Групу оксигеновмісних речовин, до якої належать етанол та гліцерол, називають **спиртами**.

ЯКІ ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРЕДСТАВНИКІВ СПИРТІВ ЕТАНОЛУ Й ГЛІЦЕРОЛУ? Обидві речовини — безбарвні рідини, що змішуються з водою у будь-яких пропорціях. Етанол має специфічний запах. Гліцерол без запаху, солодкуватий на смак, в'язкий та дуже гігроскопічний, тобто поглинає водяну пару. Завдяки цій властивості гліцерол використовують у косметичних засобах (як зволожуючий агент), у харчовій промисловості (для запобігання висиханню продуктів) та у медицині (як розчинник). Етанол випаровується за нормальних умов, гліцерол — за нагрівання. Гліцерол безпечний, тоді як етанол отруйний, а за частого споживання спричинює небезпечне захворювання на алкоголізм.

Тобі відомо, що речовини об'єднують в окремі групи на підставі схожості будови і властивостей. З'ясуй, на підставі чого етанол і гліцерол належать до групи оксигеновмісних органічних речовин — **спиртів**, виконавши завдання рубрики «Пліч-о-пліч».



Завдання 1. Порівняйте склад і порядок сполучення атомів у молекулах етану й етанолу, пропану й гліцеролу, порівнявши наведені нижче структурні формули цих речовин. Результатами порівняння заповніть у зошиті таблицю 17 (с. 150).



Таблиця 17

Інформація про порівнювані речовини	Порівняння етану й етанолу		Порівняння пропану й гліцеролу	
	Етан	Етанол	Пропан	Гліцерол
Молекулярна формула				
Спільне у кількісному складі				
Відмінне у кількісному складі				
Наявність і кількість гідроксильних груп у молекулі				

Завдання 2. Попрацюйте з інформацією заповненої вами у зошиті таблиці 17 та текстом параграфа і дайте відповіді на запитання:

1. Що покладено в основу назви спиртів?
2. Яким суфіксом закінчується назва спиртів?
3. У складі якої групи атомів перебуває Оксиген у молекулі спирту?
4. До одного чи до різних атомів Карбону приєднані гідроксильні групи —ОН у молекулі гліцеролу?
5. Що спільного та відмінного у складі молекул спирту та відповідного йому алкану?
6. Сформулюйте визначення спиртів, за потреби зверніться до тексту параграфа. Озвучте й обговоріть сформульовані визначення у класі, а після обговорення остаточно сформулюйте визначення спиртів.

ПОНЯТТЯ ХАРАКТЕРИСТИЧНОЇ ГРУПИ. Порівняння складу і будови спиртів й алканів засвідчило, що молекулам етанолу й гліцеролу властиві гідроксильні групи —OH . Вони є обов'язковими складниками молекул усіх спиртів. Завдяки наявності цих груп спирти мають схожі властивості. Такі групи називають **характеристичні** або **функціональні групи**.

Гідроксильна група —OH є **характеристичною / функціональною групою** спиртів і зумовлює схожість їхніх фізичних і хімічних властивостей.

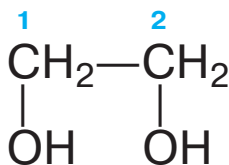
Назви спиртів походять від назв відповідних алканів (правила номенклатури спиртів вивчатимеш у старшій школі), і молекула спирту містить стільки атомів Карбону, скільки й молекула відповідного йому алкану. Щоб підкреслити наявність у молекулі етанолу характеристичної гідроксильної групи атомів —OH , замість молекулярної формули $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ пишуть $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

Тож спирти можна розглядати як похідні вуглеводнів, у молекулах яких один або кілька атомів Гідрогену заміщені одновалентною гідроксильною групою —OH . Наприклад, якщо в молекулі метану CH_4 замінити один атом Гідрогену гідроксильною групою, то отримаємо формулу спирту метанолу CH_3OH .

Завдання 1. Класифікуй речовини, формули яких наведено:



За кількістю наявних у молекулі спирту гідроксильних груп спирти поділяють на **одноатомні** (є одна гідроксильна група) та **багатоатомні** (є кілька гідроксильних груп). У жодного багатоатомного спирту дві характеристичні групи OH не розміщені біля одного атома Карбону. Наприклад, якщо в молекулі етану C_2H_6 біля кожного атома Карбону замість одного атома Гідрогену розмістити гідроксильну групу, то отримаємо формулу спирту етиленгліколю (етан-1,2-діолу):



Етиленгліколь (етан-1,2-діол)

Завдання 2. До якої групи спиртів за кількістю характеристичних груп у молекулі належить етанол, а до якої — гліцерол?

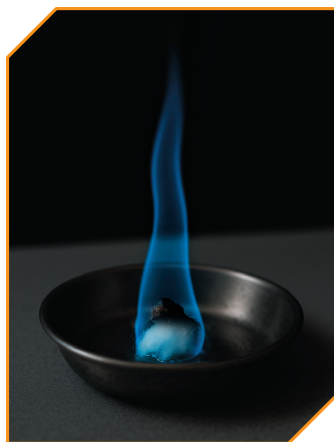
Завдання 3. Антифриз містить у своєму складі етиленгліколь (етан-1,2-діол). Визнач якісний і кількісний склад цього спирту, обчисли масові частки хімічних елементів у ньому.

ГОРІННЯ ЯК ОДНА З ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПИРТІВ

Етанол — легкозаймиста речовина. В цьому переконує *демонстраційний дослід*. Ватну кульку діаметром приблизно 3 см зволожують водою, але так, щоб вода з неї не капала. Кульку кладуть у порцелянову чи металеву посудину, виливають на кульку близько 1 мл етанолу і запалюють сірником. Спирт відразу ж займається й горить яскравим блакитним полум'ям (*мал. 57*).

Як і в усіх реакціях горіння, спостерігається виділення тепла і світла. Горіння припиняється, як тільки весь спирт повністю згорає.

Під час досліду ватна кулька не загорається, бо теплота, що виділялась, витрачалася на нагрівання та випаровування води, якою до початку досліду змочили вату.

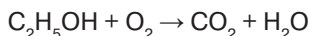


Мал. 57. Горіння етанолу

Завдання 4. Переглянь відео досліду «Горіння етанолу» за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/vKbLy> чи QR-кодом.

4.1. Назви обладнання, використане у відео.

4.2. Перетвори схему проведеної реакції



на рівняння і встанови кількісні відношення речовин у ньому.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЯКІСНУ РЕАКЦІЮ НА ГЛІЦЕРОЛ

Тобі знадобляться: гліцерол, розчин солі Купруму(II) (наприклад, сульфат, хлорид чи нітрат) й розчин лугу (наприклад, натрій гідроксид), пробірки, скляна паличка для перемішування.

Крок 1. Добування купрум(II) гідроксиду реакцією йонного обміну між розчинною сіллю Купруму(II) і лугом.

До розчину солі об'ємом 2–3 мл повільно доливай невеликими порціями розчин лугу до утворення драглистого осаду блакитного кольору. Запиши у зошиті рівняння проведеної реакції у йонно-молекулярній формі та назву речовини, що утворила осад.

Крок 2. Проведення якісної реакції на гліцерол.

До утвореного драглистого осаду купрум(II) гідроксиду доливай розчин гліцеролу, помішуючи вміст пробірки скляною паличкою. Спостережувані зміни фіксує у зошиті.

Крок 3. Повтори такий самий дослід з етанолом і порівняй результати **кроків 2 і 3**.

Крок 4. Сформулюй **ВИСНОВОК**, яка реакція є якісною реакцією на багатоатомний спирт гліцерол. Порівняй його з інформацією на кольоровій плашці.

Якісною реакцією на гліцерол є взаємодія зі свіжодобутим осадом купрум(II) гідроксиду. Блакитний осад купрум(II) гідроксиду розчиняється, натомість утворюється темно-синій розчин продукту реакції.

ВИКОРИСТАННЯ ЕТАНОЛУ І ГЛІЦЕРОЛУ. Здатність етанолу розчиняти неорганічні та органічні сполуки застосовують у виробництві лікарських препаратів, парфумів, косметичних лосьйонів і тоніків, лаків, фарб і різноманітних побутових засобів.

Етанол ефективно знищує бактерії та інші хвороботворні мікроорганізми. Тому в медицині його використовують як антисептик — засіб для знезараження шкіри, інструментів, рук медичного персоналу.

Вживання етанолу небезпечно для здоров'я людини. У великих дозах він є токсичним і спричинює серйозні порушення в роботі мозку, печінки та інших органів.

Завдання 5. Тобі, напевно, доводилося проходити такі медичні процедури, як уколи, забір крові на аналіз з пальця чи вени, вакцинавання. Перед кожною процедурою тобі протирали шкіру ватою, змоченою в етанолі. Поясни, навіщо це було потрібно.



Медіапошук

Етанол та гліцерол як лікарські засоби (мал. 58) можна придбати в аптеці.



Мал. 58. Лікарські засоби гліцерол і етанол

Завдання. З доступних джерел ознайомся з лікувальними властивостями цих засобів та дійди висновку, чи потрібні вони тобі у домашній аптечці та за яких обставин ти ними можеш скористатися.

З прикладами використання етанолу знайомить *малюнок 59*.



Мал. 59. Застосування етанолу

Гліцерол добре утримує вологу, тому його додають у зволожувальні креми, мазі, мило та парфумерію. У промисловості його використовують для пом'якшення тканин і шкіри. З гліцеролу добувають нітрогліцерин — речовину з потужними вибуховими властивостями, яку застосовують у виробництві динаміту для прокладання тунелів і доріг. Водночас у невеликих дозах нітрогліцерин використовують у медицині як компонент ліків, що допомагають людям із серцево-судинними захворюваннями.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

ЗГУБНА ДІЯ ЕТАНОЛУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Науковці встановили, що вживання навіть невеликих доз спиртних напоїв (до їх складу входить етанол) утруднює передачу нервових імпульсів, призводить до порушення процесів мислення та відмирання клітин мозку.

Етанол є наркотичною речовиною, тож його вживання спричинює звикання і залежність. У людини, котра надміру споживає алкогольні напої, розвивається алкоголізм. Це хвороба, яка завдає шкоди не лише організму, а й соціальному життю людини і важко лікується. Подолати алкоголізм можливо лише тоді, коли людина сама усвідомить проблему, відмовиться від вживання алкоголю й погодиться на лікування.

Алкоголізм — небезпечна наркотична залежність, від якої кожен може захистити себе, обираючи здоровий спосіб життя.

Завдання. Скориставшись знаннями з хімії та біології людини, а також додатковими джерелами інформації, обґрунтуй особливу небезпеку вживання спиртних напоїв у юнацькому віці. Підготуй реферат чи комп'ютерну презентацію для прийняття підлітками усвідомленого рішення щодо вживання алкоголю.

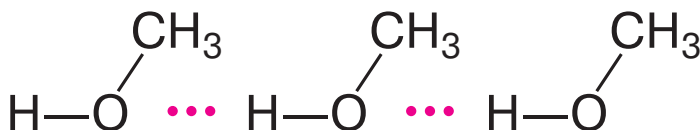


ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Поміж спиртів немає газів, тоді як перші чотири представники алканів — газ.

Завдання. Обчисли й порівняй молярну масу алкану бутану й спирту метанолу CH_3OH .

Хоча молекулярна маса метанолу майже вдвічі менша за молекулярну масу бутану, за звичайних умов метанол є рідиною. Причина полягає у наявності водневого зв'язку між молекулами спиртів. Такий зв'язок утворюється між атомом Оксигену гідроксильної групи однієї молекули й атомом Гідрогену іншої молекули спирту (мал. 60).



Мал. 60. Схема утворення міжмолекулярного водневого зв'язку в спиртах

У водних розчинах спирти утворюють також водневий зв'язок з молекулами води. Саме тому етанол і гліцерол змішуються з водою у будь-яких пропорціях.



ТОБІ ДО СПАГИ

1. Схарактеризуй кількісний і якісний склад етанолу та гліцеролу. Зазнач спільне і відмінності.
2. На яких властивостях етанолу базується його використання? Наведи приклади.
3. Із доступних джерел інформації добери приклади застосування гліцеролу в різних сферах. Склади схему «Застосування гліцеролу», розділивши приклади на три групи: побут, промисловість,

медицина. Підготуй коротке пояснення, які властивості гліцеролу зумовлюють його використання в кожній із цих сфер.

4. За допомогою якої якісної реакції можна виявити гліцерол?
5. Чим небезпечне вживання алкогольних напоїв (напоїв, що містять етанол)?
6. За рівняннями реакцій горіння етанолу й гліцеролу визнач об'ємні відношення кисню й вуглекислого газу. Обчисли об'єм кисню (н. у.), необхідний для спалювання метанолу кількістю речовини 4 моль.
7. Склади рівняння реакції горіння пропанолу C_3H_7OH за аналогією з рівнянням горіння етанолу та обчисли, кисень якого об'єму (н. у.) потрібний для спалювання цього спирту масою 90 г.
8. В аптеці можна придбати водний розчин етанолу з масовою часткою розчиненої речовини 70 %. Обчисли масу спирту, що міститься в розчині масою 200 г.
9. Із додаткових інформаційних джерел дізнайся, що пов'язує гліцерол / гліцерин і найвищу наукову відзнаку вчених — Нобелівську премію.



§28

ПОНЯТТЯ ПРО ОРГАНІЧНІ КИСЛОТИ



Пригадуємо й застосовуємо

- Які речовини називають кислотами?
- Назви приклади неорганічних кислот.
- На індикаторний папір нанесли кілька крапель лимонного соку, і папір почервонів. Про що це свідчить?
- Поміркуй, яку інформацію про речовини містить назва «органічні кислоти».



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Виявляється, що кислоти є не лише серед неорганічних, а й поміж органічних речовин. Одна з них — етанова кислота — вже неодноразово використовувалась у дослідях на уроках хімії та інтегрованого курсу «Пізнаємо природу». Її розчин під назвою «оцет» застосовується в побуті й харчовій промисловості.

ПОНЯТТЯ ПРО ОРГАНІЧНІ КИСЛОТИ. Таблиця 18 знайомить тебе з прикладами деяких органічних кислот (наведено для ознайомлення).

Таблиця 18

Приклади органічних кислот

Назва кислоти	Структурна формула кислоти
Метанова (мурашина)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
Етанова (оцтова)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
Аміноетанова	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Щавлева	$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{HO}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$
Яблучна	$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \parallel \qquad \qquad \parallel \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
Лимонна	$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \text{OH} \qquad \qquad \text{O} \\ \parallel \qquad \qquad \qquad \qquad \parallel \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \qquad \qquad \\ \qquad \qquad \text{C} \\ \qquad \qquad \parallel \qquad \qquad \text{OH} \\ \qquad \qquad \text{O} \end{array}$
Молочна	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\ \qquad \qquad \\ \text{OH} \qquad \qquad \text{OH} \end{array}$
Саліцилова	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}_6\text{H}_4-\text{C} \\ \qquad \qquad \\ \text{OH} \qquad \qquad \text{OH} \end{array}$

Назва кислоти	Структурна формула кислоти
Олеїнова	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$
Стеаринова	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$

Завдання 1. Розглянь наведені у таблиці 18 структурні формули і встанови, яка група атомів є характеристичною групою органічних кислот.

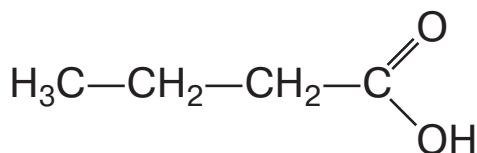
Групу атомів $-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$, або $-\text{COOH}$, називають **карбоксильна група**. Карбоксильна група є характеристичною групою органічних кислот.

На підставі складу, будови і хімічних властивостей речовин було сформульовано поняття «органічні кислоти».

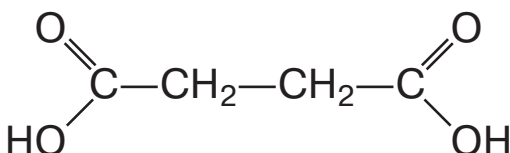
Органічні кислоти — оксигеновмісні органічні сполуки, що містять у молекулах карбоксильну групу $-\text{COOH}$ і проявляють кислотні властивості завдяки Гідрогену цієї групи.

Як стало тобі зрозуміло з таблиці 18, органічні кислоти доволі різноманітні за складом молекул, тому поміж них розрізняють окремі групи, наприклад карбонові кислоти, оксикислоти, амінокислоти та деякі інші.

До складу **карбонових кислот** входить одна чи кілька карбоксильних груп, наприклад:



Бутанова (масляна) кислота



Бурштинова кислота

Зверни увагу, що деякі наведені у таблиці 18 кислоти крім характеристичної карбоксильної групи, містять ще й характеристичну гідроксильну / гідроксильні групи $-\text{OH}$. Такі кислоти називають **окси-**

кислоти. Досить поширеною й добре відомою оксикислотою є молочна кислота, яка входить до різних широковживаних виробів (*колаг*).



Завдання 2. На етикетці косметичного крему зазначено «містить молочну кислоту». Як довести наявність кислоти у кремі за допомогою індикатора?

Серед органічних кислот зустрічаються сполуки з **аміногрупою** — NH_2 . Їхня загальна назва — **амінокислоти**, наприклад аміноетанова кислота $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$. Амінокислоти надзвичайно важливі для існування життя на Землі, адже вони є мономерами природних полімерів — білків. Амінокислоти та білки розглядаються у параграфі 33.

РІЗНОМАНІТНІСТЬ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ. Карбонові кислоти характеризуються великою різноманітністю, що позначається на їхній класифікації. За кількістю карбоксильних груп їх поділяють на *одноосновні* та *багатоосновні*, за будовою вуглеводневого замісника — на *насичені*, *ненасичені* та інші. Карбонові кислоти з вуглеводневим замісником насиченого вуглеводню називають *насичені карбонові кислоти*, наприклад пентанова кислота $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$. Систематичні назви карбонових кислот утворюють від назв відповідних алканів, додаючи закінчення **-ова** і слово «кислота». Наприклад: метан → метанова кислота, етан → етанова кислота. Крім систематичних назв, багато кислот мають тривіальні (історичні) назви, які склалися давно й пов'язані з джерелом отримання кислоти. Наприклад, метанову кислоту частіше називають мурашиною (вперше виділена з мурах), а етанову — оцтовою (з оцту).

За довжиною карбонового ланцюга розрізняють *нижчі* та *вищі* карбонові кислоти. Карбонові кислоти з умістом Карбону у вуглеводневому заміснику понад 10 атомів називають вищими карбоновими кислотами. Вони беруть участь в утворенні жирів.

Завдання 3. Класифікуй кислоти, наведені у таблиці 18 (с. 157–158), на вищі та нижчі.



Медіапошук

Бутанова (масляна) кислота у невеликих кількостях входить до складу жирів вершкового масла. Саме вона зумовлює характерний неприємний запах, що з'являється у зіпсованому маслі.

Завдання. Дізнайся про значення бутанової (масляної) кислоти для організму людини, а також про галузі її застосування.

ОРГАНІЧНІ КИСЛОТИ У ПРИРОДІ. На відміну від неорганічних, органічні кислоти більш поширені у природі. Вони утворюються в рослинах, накопичуються в органах деяких тварин. Найпоширенішими у природі карбоновими кислотами є стеаринова та пальмітинова кислоти, які входять до складу жирів. Куштуючи яблуко, ти відчуваєш кислий смак яблучної кислоти, кислого смаку лимону надає лимонна кислота. Про поширення органічних кислот у природі дізнайся з *малюнка 61*.



Метанова кислота



Лимонна кислота



Яблучна кислота



Щавлева кислота



Саліцилова кислота



Стеаринова кислота



Олеїнова кислота



Бутанова кислота

Мал. 61. Природні джерела органічних кислот



Завдання. Попрацюйте з *таблицею 18* і текстом параграфа та виконайте поставлені нижче завдання.

1. Складіть схему класифікації органічних кислот, ілюструйте її прикладами.
2. Складіть схему класифікації карбонових кислот, ілюструйте її прикладами.
3. Скопіюйте *таблицю 18* у зошит і доповніть її стовпцем «Поширення органічних кислот». Упишіть туди відповідну інформацію про кожну кислоту.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

- ✓ Кислотне середовище мають отрути бджоли, медузи, оси. Укус комахи чи жаління кропивою запам'ятовується надовго через подразливу дію метанової (мурашиної) кислоти. Якщо вжалить оса чи бджола, то місце укусу слід змочити розчином харчової соди, щоб нейтралізувати кислотне середовище.
- ✓ Органічні кислоти життєво необхідні організму людини. Вони поліпшують травлення, нормалізують кислотно-лужний баланс, підтримують мікрофлору кишечника, деякі з них є вітамінами. Наприклад, вітамін С (аскорбінова кислота) необхідний для зміцнення імунітету та нормального розвитку організму. Його можна отримати з фруктів і овочів, а також у вигляді спеціальних вітамінних добавок, одна з яких, напевно, тобі відома під назвою «аскорбінка».
- ✓ Важливо харчуватись продуктами, що містять органічні кислоти, або ті речовини, з яких вони утворюються в організмі. Окрім свіжих овочів і фруктів, це можуть бути консервовані соки, компоти, квашена капуста, кисломолочні продукти (йогурт, кефір тощо).
- ✓ Варто дотримуватись збалансованого вживання продуктів з високим вмістом органічних кислот, оскільки як надмірне, так і недостатнє надходження їх в організм людини шкодить здоров'ю.
- ✓ Косметологічна та фармацевтична продукція, що містить у своєму складі органічні кислоти, супроводжується інструкціями. Дотримання їх є необхідною умовою ефективного та безпечного використання таких засобів.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Поміркуй, яку особливість має якісний склад органічних кислот порівняно з неорганічними кислотами.
2. Обчисли і порівняй масову частку Оксигену у метановій та щавлевій кислотах.

3. Органічні кислоти використовуються у різних галузях. Скористайся текстом параграфа та додатковими джерелами інформації і склади схему «Використання органічних кислот».
4. Склади інфографіку «5 найважливіших органічних кислот у повсякденному житті людини», у якій: **1)** подай назви кислот і де вони трапляються (у продуктах, ліках, косметиці тощо); **2)** коротко опиши їхню роль або призначення; **3)** додай зображення чи піктограми для наочності.
5. Аскорбінова кислота більш відома як вітамін С, від нестачі якого в організмі людини розвивається тяжка хвороба цинга. Організм людини не виробляє аскорбінову кислоту, тому необхідно дбати, щоб вона у достатній кількості потрапляла в організм з продуктами харчування.
- 5.1.** Розроби план і виконай проєкт «Роль аскорбінової кислоти в організмі людини». Виконуючи проєкт, не обійди увагою такі питання:
- ✓ яка середня добова норма аскорбінової кислоти для людей твого віку?
 - ✓ які продукти багаті на аскорбінову кислоту?
 - ✓ до якого захворювання призводить нестача аскорбінової кислоти в організмі людини, які симптоми і наслідки цього захворювання?
- 5.2.** Запропонуй тарілку харчування, що забезпечує добову норму надходження аскорбінової кислоти до твого організму.



§29

ЕТАНОВА КИСЛОТА CH_3COOH ЯК ПРЕДСТАВНИК КАРБОНОВИХ КИСЛОТ

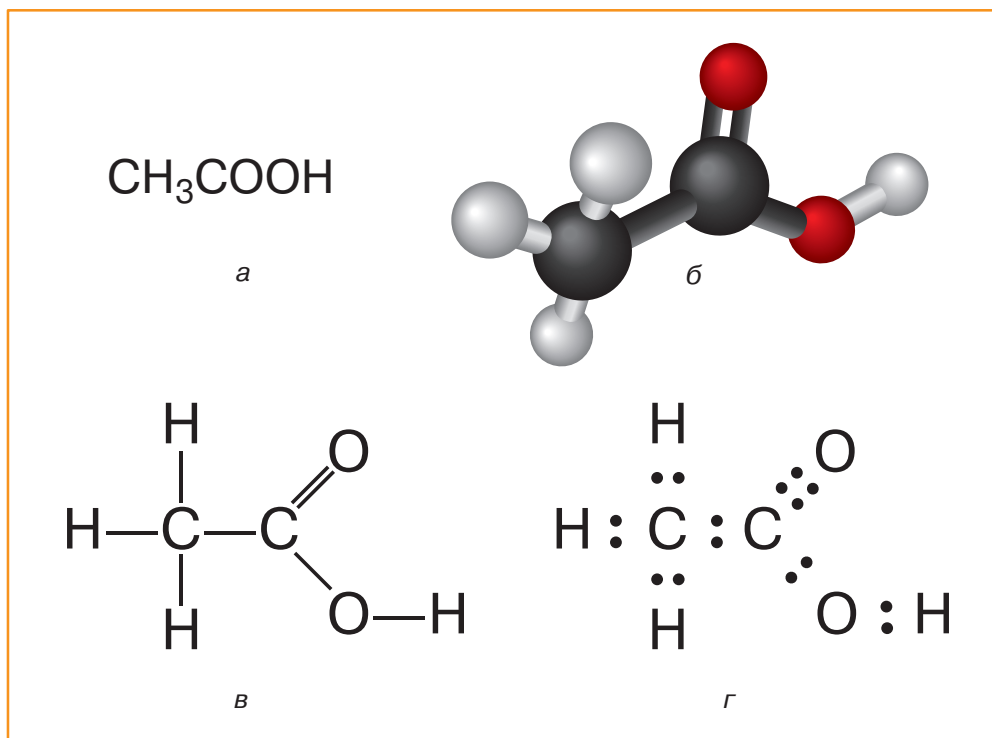


Пригадуємо й застосовуємо

- Які йони спільні для розчинів усіх неорганічних кислот? Якими індикаторами їх виявляють?
- Що називають ступенем електролітичної дисоціації? На які групи класифікують речовини за його величиною?
- Напиши рівняння електролітичної дисоціації хлоридної і нітратної кислот.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕТАНОВУ КИСЛОТУ. На *колажі* наведено зображення, що характеризують склад і будову етанової кислоти.

Завдання 1. Розглянь *колаж* і поясни, що ілюструє кожне зображення.



Завдання 2. Обчисли:

- ✓ молярну масу етанової кислоти;
- ✓ масові частки Гідрогену, Карбону, Оксигену в цій речовині;
- ✓ кількість молекул етанової кислоти у порції масою 30 г.

Етанова кислота відома людині з глибокої давнини. Спершу її добували скисанням вина. Під дією бактерій і за участю кисню етанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, що входить до складу вина, перетворюється на етанову кислоту. Концентровану етанову кислоту вперше добув відомий алхімік Теофраст Парацельс у 1537 р. Нині її виробляють у великій кількості кількома способами. До споживачів етанова кислота надходить у вигляді розбавленого (9 %) водного розчину під вже відомою тобі назвою «Оцет» чи оцтової есенції — концентрованого водного розчину з умістом етанової кислоти 70–80 %. Є ще крижана етанова кислота — майже безводна речовина, яка за температури нижче ніж $+17^\circ\text{C}$ перетворюється на тверду кристалічну масу, що зовні нагадує кригу (*колаж на с. 164*).



Сучасна назва речовини походить від назви насиченого вуглеводню етану, молекула якого також містить два атоми Карбону. Особливість полягає в тому, що в молекулі кислоти до складу вуглеводневого замісника входить лише один атом Карбону, тоді як другий міститься в одновалентній карбоксильній групі. Тобто, у вуглеводневому заміснику цієї кислоти на один атом Карбону менше, ніж у відповідного алкану етану. Така закономірність властива усім карбоновим кислотам.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ. За нормальних умов — безбарвна рідина з різким специфічним запахом, кисла на смак, добре розчинна у воді, змішується з водою у будь-яких співвідношеннях. Належить до летких сполук.

ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ. Етанова кислота дисоціює у водному розчині. У складі її молекули є гідроксильна група OH та чотири атоми Гідрогену — три у вуглеводневому заміснику й один у карбоксильній групі.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНУ ДИСОЦІАЦІЮ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ

Тобі знадобляться: розчин етанової кислоти, розчини індикаторів лакмусу, метилового оранжевого, фенолфталеїну чи універсальний індикаторний папір, чотири пробірки, штатив для пробірок.

Завдання. З'ясуй, яким є середовище водного розчину етанової кислоти — нейтральним, лужним чи кислотним, адже у характеристичній групі етанової кислоти є й гідроксильна група OH, і чотири атоми Гідрогену.

Крок 1. Формулюємо дві гіпотези та експериментально перевіряємо їх.

Гіпотеза 1. Якщо індикатори виявлять лужне середовище розчину, то етанова кислота дисоціює з утворенням гідроксид-аніонів OH^- .

Гіпотеза 2. Якщо індикатори виявлять кислотне середовище, то етанова кислота дисоціює з утворенням катіонів Гідрогену H^+ .

Крок 2. Налий у чотири пробірки по 1 мл розчину етанової кислоти та випробуй її дію на фенолфталеїн, лакмус, метиловий оранжевий, універсальний індикаторний папірець. Результати спостережень фіксує у зошиті.

Крок 3. Поясни, як і чому змінювався або лишався без змін колір індикатора. Про наявність яких йонів у розчині свідчить виконаний дослід? Яка з гіпотез підтвердилась?

Крок 4. На підставі здобутих результатів сформулуй **ВИСНОВОК** про те, чи можна етанову кислоту, в молекулі якої наявна гідроксильна група, вважати органічною основою.

Етанова кислота дисоціює з утворенням катіонів Гідрогену. Це підтверджує зміна забарвлення індикаторів у її водному розчині: лакмусу — на червоний, а метилового оранжевого — на рожевий.

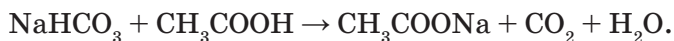
Щоб написати рівняння електролітичної дисоціації етанової кислоти, необхідно знати, скільки катіонів Гідрогену H^+ утворюється під час дисоціації однієї молекули, адже їх у неї чотири — три у вуглеводневому заміснику й один у карбоксильній групі. Дослідивши дисоціацію етанової кислоти, вчені з'ясували, що молекула етанової кислоти у водному розчині дисоціює з відщепленням одного катіона Гідрогену H^+ , що міститься у складі карбоксильної групи. На підставі цієї інформації напишемо рівняння електролітичної дисоціації етанової кислоти:



» У рівнянні електролітичної дисоціації етанової, а також інших карбонових кислот спочатку записують аніон кислотного залишку, потім — катіон Гідрогену.

Завдання 3. Переглянь відео про дію етанової кислоти на індикатори за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/plSFI> чи QR-кодом і виконай завдання в кінці відео.

Етанова кислота належить до слабких електролітів. Проте вона сильніша за карбонатну кислоту H_2CO_3 . Це доводить відома тобі ще з курсу «Пізнаємо природу» та хімії 7 класу реакція між харчовою содою (сіль карбонатної кислоти) й етановою кислотою:



Загальна назва солей етанової кислоти — **етаноати**. Тож утворена сіль має назву натрій етаноат.



Завдання 4. У таблиці розчинності кислот, основ, солей та амфотерних гідроксидів у воді вміщено кислотний залишок CH_3COO^- етанової кислоти. Скориставшись таблицею, склади формули двох інших солей етанової кислоти і назви їх.

Етанова кислота проявляє й інші, спільні з неорганічними кислотами, хімічні властивості, а також має відмінні від них властивості, обумовлені наявністю у молекулі карбоксильної групи та вуглеводневого замісника.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ. Серед карбонових кислот за обсягами виробництва й застосуванням їй належить першість. *Малюнок 62* знайомить з деякими галузями застосування етанової кислоти та продуктами, виготовленими з її використанням.



Мал. 62. Застосування етанової кислоти

Металеву тару не рекомендують використовувати для зберігання маринадів, консервів та інших продуктів, що містять етанову кислоту. Кислота вступає в реакцію з металами, утворюючи солі та шкідливі для здоров'я людини сполуки. Тому для зберігання таких продуктів безпечніше використовувати скляний або емальований посуд.



Завдання. Створіть лепбук «Використання етанової кислоти». За основу його змісту оберіть галузі застосування цієї кислоти, зазначені на малюнку 62.

1. Розподіліть у групі, хто якою галуззю опікуватиметься.
2. Виробіть спільні підхід і план виконання завдання.
3. Презентуйте учнівству класу результати групової роботи.



Медіапошук

Консерванти перешкоджають псуванню продуктів під впливом мікроорганізмів. Ось чому, консервуючи огірки, помідори, овочеві салати, господині готують маринад з додаванням етанової кислоти (оцту).

Завдання.

Обери улюблений овоч і знайди рецепт його консервування. З'ясуй, скільки літрів маринаду для його консервування можна приготувати, використавши одну пляшку оцту. Необхідні дані для проведення розрахунків знайди не етикетці «Оцту». Проведи порівняння вартості приготування однієї літрової банки овочу вдома і ціною аналогічного продукту в магазині / супермаркеті.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Гомологічні ряди утворюють не лише вуглеводні, а й оксигеновмісні органічні речовини, наприклад карбонові кислоти.

Завдання.

Пригадай, що називають гомологічним рядом та гомологічною різницею. Наведи приклади.

Розглянемо гомологічний ряд насичених одноатомних карбонових кислот. Такі його представники, як метанова, етанова, бутанова кислоти, тобі відомі. Порівняй склад молекул цих речовин і переконайся, що гомологічною різницею, як і в насичених вуглеводнів, є група атомів CH_2 .

Зверни увагу, що у назві насичених одноатомних карбонових кислот звучить назва відповідного алкану (метан — метанова, етан — етанова, бутан — бутанова), до якої додається закінчення **—ова**.

Ти можеш легко скласти формули та назви перших десяти представників насичених одноосновних карбонових кислот, якщо не забуватимеш, що один атом Карбону зі складу відповідного насиченого вуглеводню входить до характеристичної карбоксильної групи кислоти.

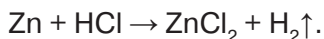


ТОБІ ДО СНАГИ

1. За розглянутими у попередньому параграфі класифікаціями карбонових кислот визнач, до яких груп може належати етанова кислота.
2. Зважаючи на фізичні властивості етанової кислоти, сформулюй твердження про тип кристалічних ґраток крижаної етанової кислоти.
3. Яка кількість атомів Оксигену міститься у порції етанової кислоти масою 30 г?
4. Етанова кислота не лише розчиняється у воді, а й сама є розчинником деяких речовин. Тому для виведення плям у побуті часто використовують розчин етанової кислоти (оцет). З'ясуй, які види

забруднень можна усунути за її допомогою та за необхідності скористайся одержаною інформацією.

5. У якому з розчинів масова частка розчиненої речовини більша: у розчині, виготовленому з етанової кислоти кількістю речовини 2 моль і води об'ємом 380 мл, чи у хлоридній кислоті, виготовленій розчиненням гідроген хлориду об'ємом 134,4 л (н. у.) у воді об'ємом 781 мл?
6. У 8 класі тобі доводилося добувати водень із цинку та розбавленої хлоридної кислоти. Реакція відбувалась за схемою



Етанова кислота, подібно до хлоридної кислоти, взаємодіє з активними металами з утворенням солі й водню.

6.1. Напиши хімічне рівняння взаємодії цинку з етановою кислотою.

6.2. Обчисли, використання якого з розчинів, про виготовлення яких йшлося у завданні 5, дасть змогу добути більше водню (н. у.). Цинк в обох випадках взятий у достатній кількості.

7. Обчисли об'єм води, якою необхідно розбавити розчин етанової кислоти масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 9 %, щоб приготувати розчин з масовою часткою кислоти 6 %?
8. Харчова сода була «погашена» розчином етанової кислоти. Внаслідок реакції виділився вуглекислий газ об'ємом 2,24 л (н. у.). Обчисли масу розчину з масовою часткою етанової кислоти 18 %, взятого для проведення цієї реакції.
9. Доповни наведені у параграфі відомості про використання етанової кислоти самостійно здобутою інформацією і в обраний тобою спосіб презентуй її у класі.



§30

ЖИРИ, ЇХ ЗНАЧЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ



Пригадуємо й застосовуємо

- У чому полягає біологічна роль жирів?
- У чому полягає енергетична цінність жирів?
- Чому тварини перед зимою накопичують підшкірний шар жиру?
- Що називають екстракцією?

ЖИРИ У ПРИРОДІ. Жири утворюють групу оксигеновмісних органічних сполук. Розрізняють жири тваринного і рослинного походження (мал. 63).



Лляна олія



Какао-масло



Кукурудзяна олія



Свинячий жир



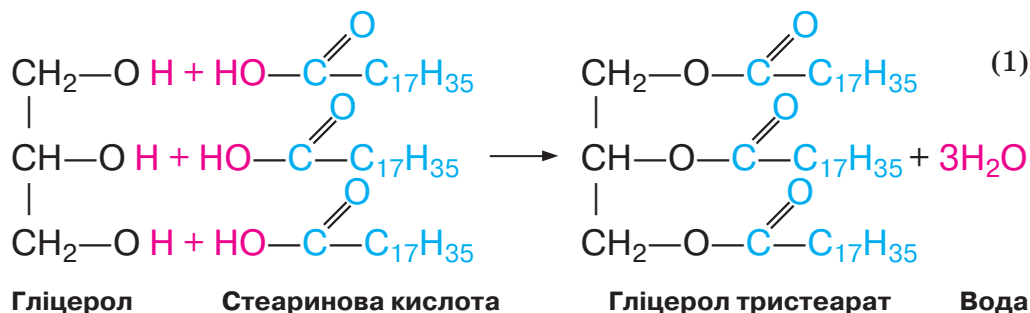
Вершкове масло



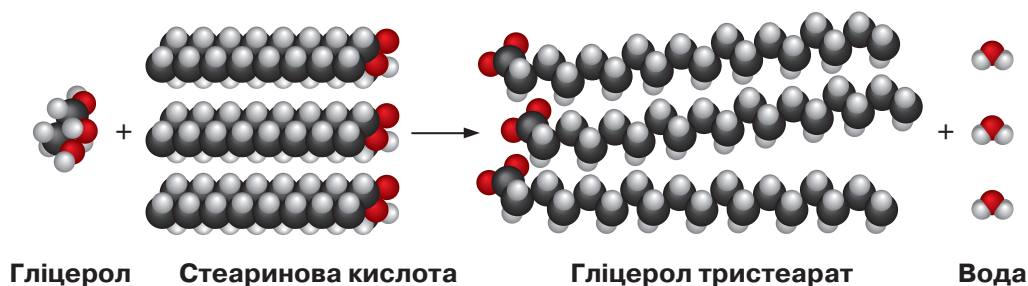
Риб'ячий жир

Мал. 63. Жири рослинного і тваринного походження

СКЛАД І ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЖИРІВ. Доволі тривалий час хімікам не вдавалось одержати жири лабораторним способом. Вперше синтез жиру здійснив француз П'єр Бертло у 1854 році, нагріваючи гліцерол зі стеариновою кислотою в запаяній посудині. Ознайомся зі структурними формулами реагентів і продукту цієї реакції:

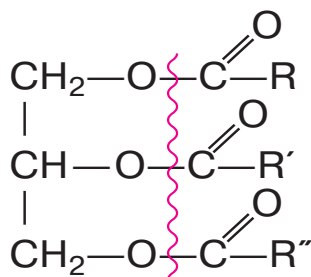


Модель взаємодії гліцеролу з стеариновою кислотою зображена на малюнку 64 (с. 170).



Мал. 64. Модель взаємодії гліцеролу і стеаринової кислоти

В органічній хімії вуглеводневі замісники мають загальне позначення літерою R . Оскільки всі жири утворюються з трьохатомного спирту гліцеролу, скористаємось позначенням вуглеводневих замісників R , R' , R'' і напишемо загальну формулу жирів:



Хвилястою лінією розмежовано частину молекули гліцеролу і залишки вищих карбонових кислот, з яких складається жир.

З попереднього параграфу тобі відомо, що кислоти, у молекулах яких міститься 10 і більше атомів Карбону, називають **вищі карбонові кислоти**. Поширеними у природі є вищі карбонові кислоти, що містять від 10 до 22 атомів Карбону. Кількість атомів Карбону в їхніх молекулах здебільшого парна, а карбоновий ланцюг нерозгалужений. У складі жирів можуть бути і насичені, й ненасичені вищі карбонові кислоти. Зі складу молекули гліцерол тристеарату стає зрозуміло, що жири — оксигеновмісні речовини.

Жири — це продукти взаємодії трьохатомного спирту гліцеролу і вищих карбонових кислот.



Завдання.

Ознайомтесь за таблицею 19, поданою на наступній сторінці, з деякими вищими карбоновими кислотами, з яких утворюються жири, класифікуйте їх за відомими вам ознаками, опишіть агрегатний стан і колір речовин.

Приклади кислот, з яких утворені жири

Назва	Формула	Зовнішній вигляд
Стеаринова	$C_{17}H_{35}COOH$	
Пальмітинова	$C_{15}H_{31}COOH$	
Олеїнова	$C_{17}H_{33}COOH$	

Той, хто хоч раз забруднював одяг жиром, пам'ятає, що жирні плями водою не змити. Якщо тобі доводилось смажити щось на олії, то відбувалось це за помірної температури. Із сала на гарячій сковорідці досить швидко виділяється рідкий жир. Щойно покладеш на сковорідку вершкове масло, як воно відразу ж плавиться. Тобто з ужиткової хімії тобі відомо, що жири не розчиняються у воді й легкоплавкі. Знання властивостей жирів стануть корисними кожному, хто має з ними справу у повсякденні.

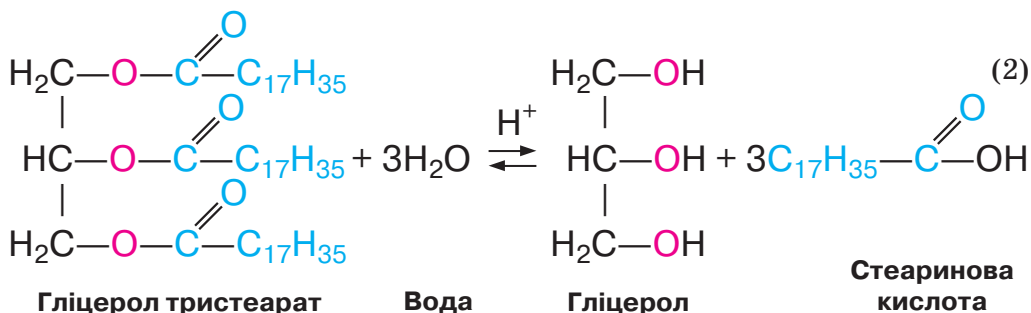


Медіапошук

Дізнайся з доступних джерел, у яких речовинах / сумішах речовин розчиняються жири. Сформулюй висновок і наведи приклади практичного застосування цієї властивості.

ГІДРОЛІЗ — ОСНОВНА ХІМІЧНА ВЛАСТИВІСТЬ ЖИРІВ. Гідролізом називають хімічну взаємодію речовин з водою. Суть реакції стає зрозумілою з походження цього терміна: грецькою «гідро» — вода, «лізис» — розкладання. Тобто гідроліз — це розкладання речовин під дією води. На які речовини розкладаються жири під час гідролізу та за яких умов? Адже це нерозчинні у воді речовини.

Якщо проаналізувати рівняння (1 на с. 169) реакції синтезу жиру, то логічно передбачити, що продуктами гідролізу є реагенти синтезу жиру — гліцерол і вищі карбонові кислоти. І це насправді так:

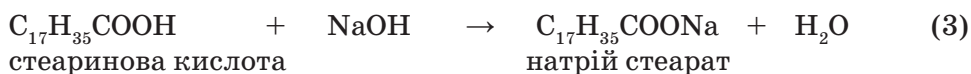


Зверни увагу, що у рівнянні реагенти відокремлені від продуктів реакції двома протилежно спрямованими стрілками. Їх ставлять, якщо реакція одночасно відбувається у двох напрямках: прямому, коли реагенти взаємодіють між собою й утворюють продукти реакції, та зворотному, під час якого утворені продукти стають реагентами, а їхня взаємодія завершується утворенням реагентів прямої взаємодії.

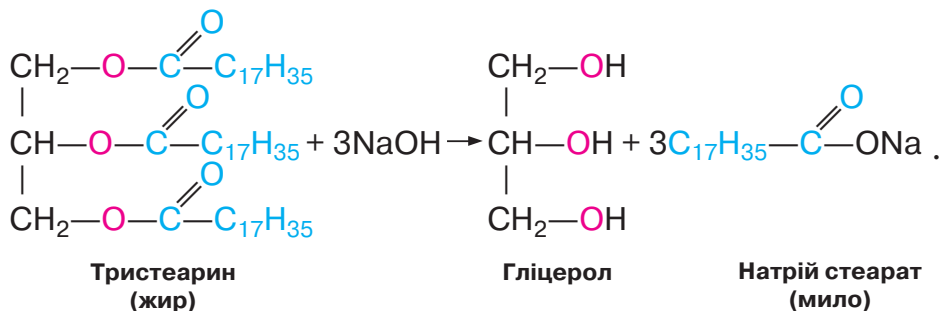
Завдання 1. Назви реагенти прямої та зворотної реакцій, що відбуваються під час гідролізу жиру тристеарину.

Під час проведення реакцій гідролізу постає необхідність забезпечити процес, на який вказує стрілка, спрямована вправо. Цього можна досягти зменшенням кількості утворюваного продукту реакції.

Проводячи гідроліз жиру, кількість утворюваної карбонової кислоти зменшують додаванням у гідролізатор лугу, наприклад натрій гідроксиду NaOH. Річ у тім, що всім кислотам (як неорганічним, так і органічним) властива взаємодія з основами з утворенням солі і води. Під час гідролізу жиру у присутності лугу відбувається ще одна хімічна реакція — взаємодія утворених карбонових кислот з лугом, наприклад:



Поеднавши обидва процеси, одержимо рівняння, що відображає вироблення господарського мила під час гідролізу жиру:



Натрій стеарат — тверда речовина, калій стеарат — рідина. Перша сіль входить до складу твердого мила, друга — рідкого.

Завдання 2. Обчисли масу твердого мила, утвореного під час гідролізу гліцерол тристеарату кількістю речовини 20 моль за наявності натрій гідроксиду.

Мила — солі вищих карбонових кислот і лужних металічних елементів. Натрієві солі вищих карбонових кислот — **тверді мила**, калієві — **рідкі**.

Мило має якісну мийну дію у дощовій і річковій воді, але погану у морській. Пояснюється це тим, що морська вода має підвищений уміст розчинених у ній солей Кальцію та Магнію. Тому мило в ній замість того, щоб густо пінитись і змивати бруд, утворює з катіонами цих металічних елементів нерозчинні у воді солі, втрачаючи при цьому мийну здатність. На відміну від мила засоби для прання проявляють хорошу мийну здатність у будь-якій воді.

Колаж знайомить тебе з різними видами мила.



Медіапошук

Дізнайся про відмінності між господарським, туалетним та косметичним милом (склад, призначення). Вибери один зразок мила (з колажу або на власний розсуд) та підготуй коротке повідомлення, помістивши в нього:

1. Назву вибраного мила та його категорію (господарське, туалетне чи косметичне).
2. Інформацію про його виробництво в Україні (виробник, основна сировина).

РІЗНОМАНІТНІСТЬ ЖИРІВ. Серед жирів є тверді та рідкі за звичайних умов речовини. Рідкі рослинні жири називають олії. Вони утворюються з ненасичених карбонових кислот, зокрема з олеїнової. Хоча серед рослинних жирів є й тверді, наприклад кокосовий і пальмовий жири. До складу твердих тваринних жирів (свинячого, баранячого тощо) входять

насичені карбонові кислоти, наприклад стеаринова, пальмітинова. Але серед тваринних жирів трапляються й рідкі за нормальних умов речовини, наприклад риб'ячий жир.

Завдання 3. Наведи приклади олій, за потреби звернись до тексту параграфа 5 (с. 32).

Насичені жири, утворені з гліцеролу і насичених вищих карбонових кислот, містяться переважно у тваринних продуктах (масло, сало, м'ясо). **Ненасичені жири**, утворені з гліцеролу і ненасичених вищих карбонових кислот, переважно містяться в рослинних продуктах (різні види олії).



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Біологічні функції жирів

Жири — обов'язковий компонент твого харчового раціону.

1. Для організму людини жири — це найкалорійніше джерело енергії поміж усіх поживних речовин. Помилковою є думка, що енергія потрібна лише під час бігу чи ходьби. Навіть коли ти спиш чи переглядаєш екран гаджетів, твій організм витрачає енергію. Близько 60–70 % добової енергії використовується на підтримання базових функцій організму (дихання, робота мозку, терморегуляція, функціонування систем кровообігу, травлення тощо).
2. Жири виконують роль природного амортизатора. Внутрішні органи (нирки, серце, печінка) огорнуті жировою тканиною, яка пом'якшує удари та вібрації під час руху.
3. Жири беруть участь в утворенні деяких гормонів.
4. У жирах розчиняються деякі вітаміни (A, D, E, K), тому їхнє транспортування в організмі залежить від наявності жирів як розчинників.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Опиши склад і фізичні властивості жирів.
2. Порівняй кількісний склад стеаринової та олеїнової кислот. Знаючи основні властивості ненасичених вуглеводнів, запропонуй, як можна олеїнову кислоту перетворити на стеаринову. Поцікався, де в промислових масштабах проводять таку реакцію.
3. Поясни склад і властивості мила.
4. Напиши хімічні формули кальцій стеарату та магній стеарату. Що тобі стало відомо про ці солі з тексту параграфа?
5. Чому повна відмова від споживання жирів небезпечна для здоров'я? Наведи аргументи з тексту параграфа та додаткових джерел інформації.

6. Переглянь відео про виготовлення свічки з мила за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/f0eQ7> чи QR-кодом. Запиши у зошиті формули речовин, які згадуються у відео, і наявні у відеоматеріалі фізичні явища. Спробуй самостійно виготовити таку свічку.



7. Норма споживання жирів для дорослої людини від 0,8 г (мінімальна) до 1,5 г (максимальна) на 1 кг ідеальної маси тіла. Обчисли свою мінімальну і максимальну добову норму споживання жирів (у грамах). Використовуючи *таблицю 20* (вміст жирів у харчових продуктах), сплануй сніданок, обід та вечерю, які б у сумі забезпечили приблизно 80–90 % твоєї максимальної добової норми жирів.

Таблиця 20

Вміст жирів у харчових продуктах

Назва групи	Уміст жирів, (г/100 г продукту)	Приклади харчових продуктів
Продукти з дуже високим умістом жиру	понад 80	рослинна олія й вершкове масло, маргарин, сало
Продукти з високим умістом жиру	від 20 до 80	майже всі види твердого сиру, вершки, сметана від 20 % жирності, м'ясо качки, м'ясо гуски, свинина, ковбаси всіх видів, молочні сосиски, шпроти, тістечка, шоколад, халва
Продукти з середнім умістом жиру	від 10 до 19,9	жирний м'який сир, яйця, баранина й курятина, яловичі сардельки, чайна та дієтична ковбаси, чорна і червона ікра, жирні сорти риби (сьомга, осетер, сайра)
Продукти з низьким умістом жиру	від 3 до 9,9	незбиране молоко, жирний кефір, напівжирний м'який сир, яловичина, пісна баранина, помадні цукерки, ставрида, скумбрія, горбуша
Продукти з незначним умістом жиру	менше ніж 3	квасоля, крупи, знежирене молоко, знежирений м'який сир, хліб, тріска, хек, щука



§31

ГЛЮКОЗА І САХАРОЗА – ПРЕДСТАВНИКИ ВУГЛЕВОДІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- Що називають фотосинтезом?
- Як розпізнати розчини етанової кислоти і гліцеролу, що містяться у двох посудинах без етикеток?
- Які речовини належать до парникових газів? Яка роль парникових газів у природі?
- Що таке гормони та яка їх функція в організмі?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ ПРО ВУГЛЕВОДИ. Вуглеводи — доволі поширені у природі оксигеновмісні речовини. Така назва з'явилась тому, що склад молекул деяких із них можна передати загальною формулою $C_n(H_2O)_m$, наприклад глюкоза $C_6H_{12}O_6$ — $C_6(H_2O)_6$, сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$ — $C_{11}(H_2O)_{11}$. Вуглеводи — основний харчовий продукт людини.

До поширених у природі вуглеводів належать глюкоза $C_6H_{12}O_6$, сахароза (цукор) $C_{12}H_{22}O_{11}$, крохмаль і целюлоза, у яких однакова загальна формула $(C_6H_{10}O_5)_n$, але різні будова й молекулярна маса.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГЛЮКОЗИ. Як стає зрозуміло з *малюнка 65*, глюкоза кристалічна, добре розчинна у воді речовина. А ще вона солодка на смак, її наявність у клітинному соку рослин надає плодам (овочам та фруктам) солодкого смаку.

Особливо великий вміст глюкози у плодах винограду, звідки походить її поширена назва — виноградний цукор. Також глюкоза у значній кількості міститься в меді та нектарі квітів. Глюкоза — обов'язковий складник крові людини, від вмісту якого залежить забезпечення клітин енергією, а отже, загальне самопочуття і здоров'я.

Кристалічна
харчова глюкоза



Мал. 65. Глюкоза



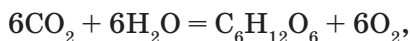
Медіапошук

У доступних джерелах інформації відшукай відповіді на запитання:

- ✓ яка добова норма споживання глюкози для підлітка твого віку?
- ✓ які наслідки для здоров'я може мати: **а)** нестача (низький вміст) глюкози у крові; **б)** підвищений вміст глюкози у крові?
- ✓ який гормон виконує функцію регулювання вмісту глюкози у крові та який орган його виробляє?

Завдання. Поміркуй, як ти можеш корегувати свій раціон харчування, щоб підтримувати баланс енергії та уникати негативних наслідків нестачі чи надлишку глюкози.

ГЛЮКОЗА — ПРИРОДНИЙ УНІКУМ. Глюкоза утворюється в зелених листках рослин з неорганічних сполук, яких удосталь на Землі, — вуглекислого газу і води. Реакція, рівняння якої



відбувається під дією сонячної енергії завдяки хлорофілу (зеленому пігменту). Як ти вже пригадав / пригадала, мова йде про **фотосинтез**.

У процесі фотосинтезу рослини виділяють життєдайний кисень і поглинають вуглекислий газ (CO_2) — один із головних парникових газів, що спричинює глобальне потепління. У рослинному організмі глюкоза є «будівельним матеріалом» для синтезу інших вуглеводів: сахарози, крохмалю, целюлози.

Завдання 1. Відомо, що вміст вуглекислого газу в повітрі великих міст помітно вищий, ніж у лісах. Обґрунтуй важливість збереження зелених насаджень у містах, використовуючи терміни *фотосинтез*, *парниковий ефект*.

ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ГРУПИ ГЛЮКОЗИ. Тобі відомо, що у водному розчині карбонова кислота дисоціює з утворенням катіонів Гідрогену H^+ , які відщеплюються від карбоксильної групи. Ти також знаєш, що характеристичними групами спиртів є гідроксильні групи — OH .

Виходячи з кількісного складу молекули глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, можна припустити, що в ній є ці групи.



Формулюємо навчальну проблему та розв'язуємо її

Які характеристичні групи є в молекулі глюкози?

Формулюємо і перевіряємо експериментально *гіпотези 1 і 2*.

Гіпотеза 1. Якщо у молекулі глюкози є карбоксильна група, то лакмус чи метиловий оранжевий набудуть в її розчині рожевого забарвлення.

Гіпотеза 2. Якщо глюкоза належить до багатоатомних спиртів, то подібно до гліцеролу реагуватиме зі свіжодобутим блакитним осадом купрум(II) гідроксиду. Осад розчиниться, а розчин набуде темно-синього кольору.

Скориставшись експериментальним методом, доведи або спростуй сформульовані гіпотези.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ НАЯВНІСТЬ ХАРАКТЕРИСТИЧНИХ ГРУП У МОЛЕКУЛІ ГЛЮКОЗИ

Завдання 1. Дослідним шляхом установи, чи належить глюкоза до карбонових кислот та чи виявляє спільну з гліцеролом хімічну властивість — взаємодію з купрум(II) гідроксидом.

Тобі знадобляться: розчини глюкози, гліцеролу, купрум(II) сульфату, натрій гідроксиду, пробірки, штатив для пробірок, індикатори.

Крок 1. Випробуй розчин глюкози розчинами лакмусу чи метилового оранжевого або універсальним індикаторним папірцем. Результати спостереження фіксуй у зошиті.

Крок 2. Добудь осад купрум(II) гідроксиду, як ти це робив / робила, досліджуючи якісну реакцію на гліцерол (параграф 27, с. 152).

За можливості переглянь відео, що допоможе виконати **крок 3**. Для цього скористайся покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/a5jlk> або QR-кодом.



Крок 3. Розподіли добутий осад на 2 пробірки. У першій проведи реакцію з глюкозою, у другій — з гліцеролом. Що спостерігаєш? Запиши результати спостереження у зошит.

Завдання 2. Дослідним шляхом з'ясуй, чи має глюкоза відмінні від гліцеролу властивості.

Тобі знадобляться: вміст пробірок після виконаного **кроку 3**, пробіркотримач, нагрівний прилад.

Крок 4. Сформулуй судження щодо належності глюкози до кислот і багатоатомних спиртів. Порівняй його з інформацією, що в тексті параграфа.

Крок 5. Проведи по чергово помірне нагрівання вмісту кожної пробірки, що утворились після виконання **кроку 3**. Користуйся пробіркотримачем. Спостерігай, що відбувається у пробірках. Пояснення змін, які ти спостерігаєш, наведене у параграфі нижче.

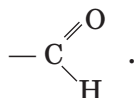
Експериментально довівши відсутність катіонів Гідрогену у розчині глюкози, ти переконався / переконалась, що вона не належить до кислот.

Зникнення блакитного осаду купрум(II) гідроксиду під дією розчину глюкози та забарвлення вмісту пробірки в яскраво-синій колір засвідчило, що глюкоза виявляє властивості багатоатомних спиртів.

Хімічним аналізом кількісного складу глюкози встановлено, що 5 атомів Оксигену входять до складу гідроксильних груп ОН, тобто вона є багатоатомним (п'ятиатомним) спиртом.

З'ясуємо, чому темно-синій розчин, що утворився в результаті взаємодії глюкози з купрум(II) гідроксидом, змінює колір за нагрівання і з'являється цегляно-червоний осад.

Науковці встановили, що в молекулі глюкози шостий атом Оксигену входить до складу нової для тебе характеристичної групи — **альдегідної**



Завдяки цій групі під час виконання **кроку 5** відбулася реакція, унаслідок якої утворився цегляно-червоний осад купрум(I) оксиду Cu_2O (мал. 66).



а



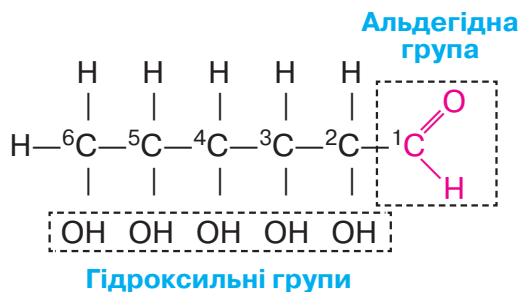
б

Мал. 66. Результати взаємодії глюкози з купрум(II) гідроксидом:
а — до нагрівання; б — після нагрівання

Зауваж, що нагрівання результату реакції гліцеролу з купрум(II) гідроксидом не спричинює випадання осаду і зміну кольору розчину.

Якісною реакцією на глюкозу є взаємодія зі свіжодобутим осадом купрум(II) гідроксиду за нагрівання, що супроводжується утворенням цегляно-червоного осаду купрум(I) оксиду Cu_2O .

Завдання 2. Розглянь наведену для ознайомлення структурну формулу глюкози і з'ясуй, як в її молекулі розміщені п'ять гідроксильних груп та альдегідна група. Зверни увагу, що нумерація атомів Карбону в ланцюзі починається з Карбону альдегідної групи.



САХАРОЗА (БУРЯКОВИЙ ЦУКОР, ТРОСТИННИЙ ЦУКОР)
 $C_{12}H_{22}O_{11}$. Фізичні властивості сахарози подібні до фізичних властивостей глюкози. Високий вміст сахарози мають коренеплоди цукрового буряка (від 16 до 27 %) та стебла цукрової тростини (до 25 %). Ці рослини є основною сировиною у виробництві цукру (*колаж*).



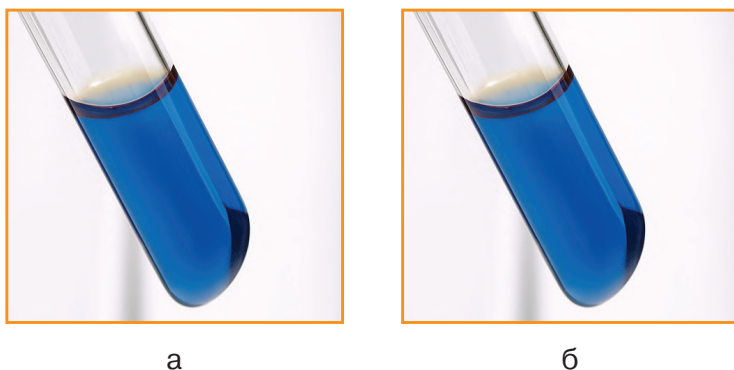
Сахароза є як готовим харчовим продуктом людини, так і сировиною для виготовлення кондитерської, консервної, молочної, хлібопекарської продукції.

ПОРІВНЯННЯ ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ САХАРОЗИ І ГЛЮКОЗИ.

Демонстраційний дослід.

Взаємодія сахарози зі свіжодобутим осадом купрум(II) гідроксиду

До свіжодобутого осаду купрум(II) гідроксиду доливаємо водний розчин сахарози і вміст пробірки перемішуємо. Результати цієї реакції ілюструє *малюнок 67*.



Мал. 67. Результати взаємодії сахарози з купрум(II) гідроксидом:
а — за кімнатної температури; б — за нагрівання

Як бачиш, за нагрівання інтенсивно-синій колір розчину не змінюється, що свідчить про відсутність альдегідної групи в молекулах сахарози.

Виявити сахарозу в розчині можна, як і гліцерол, взаємодією за звичайних умов зі свіжодобутим осадом купрум(II) гідроксиду. Блакитний осад розчиняється, й уміст пробірки набуває інтенсивно-синього забарвлення, яке не змінюється за нагрівання.

Завдання 3. Вислови судження про спільні та відмінні хімічні властивості сахарози й глюкози на підставі спостереження за демонстраційним дослідом вчителя.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

В урожайні роки українські аграрії збирають по 500 ц коренеплодів цукрового буряка з 1 га. На цукрових заводах їх переробляють та одержують цукор, який споживається не лише в Україні, але й експортується до багатьох країн світу. Основними виробниками цукру є Вінницька, Львівська, Полтавська, Черкаська, Волинська області.

Особливість цукрового виробництва полягає в тому, що підприємства не синтезують сахарозу, а вилучають її з природної сировини — цукрових буряків чи цукрової тростини — за спеціальною технологією, яка ґрунтується на розділенні сумішей. Тобто в основу виробництва цукру покладено не хімічні, а фізичні явища.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Сахароза в органах травної системи людини перетворюється на глюкозу, яка потоком крові транспортується до кожної клітини тіла. Там значна її частина під впливом ферментів перетворюється на вуглекислий газ і воду. Таке перетворення супроводжується виділенням життєво необхідної енергії. Хоча внаслідок повного окиснення 1 г глюкози виділяється менше енергії, ніж від окиснення 1 г жиру, вона все ж залишається основним джерелом енергії для організму людини. Це зумовлено тим, що вуглеводи є найбільш доступними для засвоєння, а також займають значне місце в харчовому раціоні людини.

Іноді цукор називають «солодкою смертю». Це, звичайно, перебільшення, але надмірне споживання солодощів може спричинити шкідливе для організму підвищення рівня глюкози в крові. Цього не трапляється, якщо підшлункова залоза виробляє достатньо інсуліну. Однак за нестачі інсуліну порушується засвоєння глюкози, і виникає ризик розвитку цукрового діабету.

Завдання. Дай відповідь на запитання: чому надмірне споживання солодощів шкідливе для здоров'я людини?



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Назви відомі тобі фізичні властивості глюкози й сахарози.
2. Схарактеризуй поширення глюкози і сахарози в природі.
3. Вислови судження про вплив фотосинтетичної діяльності рослин на склад атмосфери і продовольчу базу людства.
4. Як за допомогою одного й того самого реагенту можна розпізнати глюкозу й сахарозу?
5. Обчисли масу глюкози у ємності для крапельниці за наведеними на етикетці даними, що на *малюнку 65* (вважай, що густина розчину дорівнює 1 г/мл).
6. Порівняй масові частки хімічних елементів у молекулах глюкози та сахарози, побудуй гістограму.
7. Якщо в твоєму регіоні працює цукровий завод, ініціюй проведення екскурсії на це виробництво, попередньо розробивши план і завдання.
8. Обґрунтуй важливість хімічних знань про глюкозу, сахарозу, гормони для підтримання особистого здоров'я та самопочуття.
9. Добери й візуалізуй інформацію про основні сфери застосування глюкози та сахарози. Продемонструй результати своєї роботи учнівству класу.



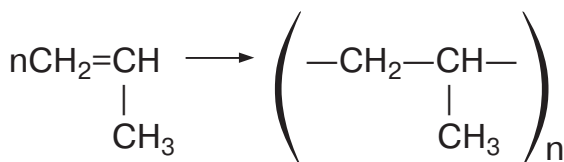
§32

КРОХМАЛЬ І ЦЕЛЮЛОЗА – БІОПОЛІМЕРИ СЕРЕД ВУГЛЕВОДІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- У чому суть реакції полімеризації?
- Що означають терміни *мономер*, *полімер*, *структурна ланка*, *ступінь полімеризації*, *макромолекула*?
- У наведеній схемі полімеризації пропілену назви мономер і структурну ланку, порівняй їхній кількісний та якісний склад.



Пропен (пропілен)

Поліпропілен

- Поясни походження назви «біополімери».

Людині вдалося створити перші полімери лише у XX столітті, хоча у природі синтез полімерів відбувається постійно, починаючи з моменту появи життя на нашій планеті. Організми і синтезують, і перетворюють такі природні біополімери, як крохмаль, целюлозу, білки.

ПОНЯТТЯ ПРО ПРИРОДНІ ПОЛІМЕРИ КРОХМАЛЬ І ЦЕЛЮЛОЗУ. Склад обох цих біополімерів — представників оксигеновмісних органічних речовин вуглеводів — загалом позначають формулою $(C_6H_{10}O_5)_n$. Мономером обох речовин є глюкоза.

Що крохмаль і целюлоза — різні речовини, які легко відрізнити навіть візуально, переконує *малюнок 68*.

КРОХМАЛЬ



ЦЕЛЮЛОЗА



Мал. 68. Крохмаль і целюлоза та їх поширення у природі

З *малюнка 68* стає зрозуміло, що крохмалевмісними є бульби картоплі (приблизно 20 % крохмалю), зерна злакових рослин (близько 60–70 %). На целюлозу багаті оболонки клітин трав'янистих рослин і дерев. Завдяки їй вони механічно міцні. Деревина на 45 % і більше складається з целюлози (або клітковини). У стеблах льону її приблизно 80 %, у коробочках рослини бавовнику — понад 90 %.

Завдання 1. Про фізичні властивості крохмалю й целюлози дізнайся зі схеми, поданої на наступній сторінці.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Крохмаль — білий аморфний хрусткий на дотик порошок, нерозчинний у холодній воді, без смаку і запаху. У гарячій воді він набухає з утворенням крохмального клейстеру. Подібне явище відбувається під час випікання хліба.

Целюлоза, або **клітковина**, — волокниста, біла речовина без запаху та смаку, нерозчинна у воді та органічних розчинниках.

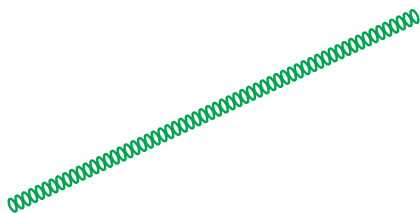
ЩО ЗУМОВЛЮЄ ВІДМІННОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОХМАЛЮ І ЦЕЛЮЛОЗИ? Хоча утворення крохмалю і целюлози відбувається за однією схемою:



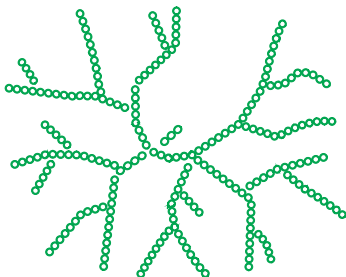
утворені вуглеводи відрізняються просторовою будовою та ступенем полімеризації. У крохмалю він може бути від кількох сотень до кількох тисяч, тоді як у целюлози значно більший — від 10 000 до 40 000 і більше. Зважаючи на великий ступінь полімеризації, відносна молекулярна маса целюлози може досягати мільйонів.

До складу крохмалю входять молекули лінійної та розгалуженої будови (мал. 69 і 70). Молекули целюлози мають лише лінійну (нерозгалужену) будову (мал. 69) і розташовані впорядковано та щільно. Тому целюлоза, на відміну від крохмалю, придатна для виготовлення волокон.

Існують й інші відмінності властивостей крохмалю та целюлози.



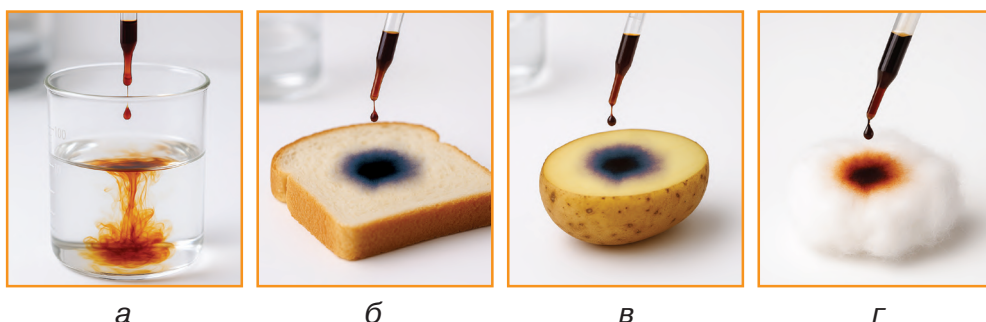
Мал. 69. Схема будови лінійних молекул крохмалю і целюлози



Мал. 70. Схема будови розгалужених молекул крохмалю

Відмінності у будові молекул крохмалю й целюлози (ступінь полімеризації, просторове розташування структурних ланок у макромолекулах) зумовлюють значні відмінності у властивостях цих природних полімерів.

Як тобі відомо з курсу «Пізнаємо природу», якщо на крохмаль чи крохмалевмісний харчовий продукт капнути спиртовим розчином йоду, то з'явиться синє забарвлення (мал. 71, б, в).



Мал. 71. Дія спиртового розчину йоду на: а — воду; б — пшеничний хліб; в — сиру картоплю; г — волокна вати

Цю властивість використовують для виявлення крохмалю в харчових продуктах. У целюлози така властивість відсутня (мал. 71, г).

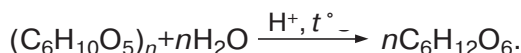
Завдання 2. Переглянь відео за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/w0swc> чи QR-кодом і запропонуй, як розрізнити крохмаль і харчову соду, склади план цього експерименту.



Медіапошук

З доступних джерел дізнайся про генетично модифікований крохмаль. Обґрунтуй своє ставлення до використання генетично модифікованого крохмалю.

У целюлози й крохмалю є спільна хімічна властивість — **гідроліз**. Схематично його можна записати так:



У промислових і лабораторних умовах він відбувається з додаванням розчинів неорганічних кислот (хлоридної, сульфатної) і за нагрівання, а в організмі людини — під дією ферментів. В організмі людини й багатьох тварин немає ферменту, який би каталізував гідроліз целюлози,

тому вона, на відміну від крохмалю, в їхньому організмі не засвоюється. Проте у шлунку деяких тварин (наприклад, корів, коней, овець, кролів) целюлоза гідролізується. Таких тварин влітку годують травною, а взимку сіном, силосом.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Вуглеводи — основний енергетичний матеріал клітин

Більшу частину добової норми вуглеводів організм людини отримує з рослинною їжею у вигляді крохмалю (картопля, хліб, крупи, макарони), меншу — у вигляді глюкози (соки, фрукти) і сахарози (цукор).

У травній системі людини сахароза і крохмаль гідролізуються з утворенням глюкози — основного джерела енергії для організму людини.

З джерелами вуглеводів у харчовому раціоні людини знайомить таблиця 21.

Таблиця 21

Групи харчових продуктів відповідно до вмісту вуглеводів

Назва групи	Вміст вуглеводів, %	Приклади харчових продуктів
Продукти з дуже високим вмістом вуглеводів	65 % і більше	Кондитерські вироби, цукор, випічка, фініки, родзинки, макаронні вироби, манна крупа, варення, мед, джем, мармелад
Продукти з високим вмістом вуглеводів	40–60 %	Майже всі сорти хліба, бобові культури, халва, шоколад
Продукти з помірно високим вмістом вуглеводів	10–20 %	Картопля, буряк, деякі фрукти (виноград, яблука), фруктові соки
Продукти з низьким вмістом вуглеводів	5–10 %	Дині, кавуни, груші, персики, абрикоси, мандарини, апельсини, кабачки, гарбуз, морква, капуста
Продукти з незначним вмістом вуглеводів	до 5 %	Молочні продукти (кефір, сметана, сир, молоко), гриби, зелень, помідори, листові овочі, лимони

Потреба у вуглеводах залежить від віку, способу життя, професії, стану здоров'я людини тощо. Та за будь-яких умов добове споживання вуглеводів людиною у 4–5 разів перевищує споживання жирів і білків.

Завдання. Чому вуглеводи — обов'язкова частина харчового раціону людини?

Незважаючи на те що в організмі людини целюлоза (клітковина) не перетравлюється, вона є важливим рослинним компонентом їжі у формі харчових волокон. Вони нормалізують роботу кишечника, сприяють виведенню з організму шкідливих речовин. Основне джерело клітковини для організму людини — фрукти й овочі. Джерелом клітковини також є висівки. Під час замішування висівкового хліба їх додають у тісто для додаткового забезпечення організму цими харчовими волокнами.

ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ КРОХМАЛЮ ТА ЦЕЛЮЛОЗИ. Крохмаль є основним наповнювачем пігулок. Прочитай інструкцію для медичного застосування будь-якого лікарського засобу у вигляді пігулок і побачиш, що вміст активної речовини зазначається в міліграмах, тоді як крохмалю в ньому у разі більше. У багатьох дитячих присипках міститься кукурудзяний або картопляний крохмаль.

Крохмаль застосовують у паперовій, текстильній, поліграфічній, косметичній та харчовій промисловості. Він є інгредієнтом для виготовлення багатьох кулінарних страв, наприклад кисілів, фруктових начинок, соусів. Також з нього добувають глюкозу, що використовується у виробництві етанолу для фармацевтичної та харчової промисловості. Щоб надати крохмалю властивостей, яких вимагає конкретне виробництво, вуглевод модифікують — змінюють властивості фізичними, хімічними і ферментативними методами. Зокрема, модифікований крохмаль має вищу стійкість до нагрівання у порівнянні із звичайним.

Горіння деревини супроводжується виділенням значної кількості світлової і теплової енергії. Тому її застосовують як паливо для обігріву невеликих приміщень чи розведення багаття. Незважаючи на стрімке збільшення кількості різноманітних виробів із пластмас і металів, деревина як матеріал не втратила актуальності й привабливості.

Гідроліз целюлози здійснюють у промислових масштабах з метою добування глюкози. Добуту з неї глюкозу використовують для виробництва технічного етанолу, з якого добувають багато речовин, зокрема етен і каучук.

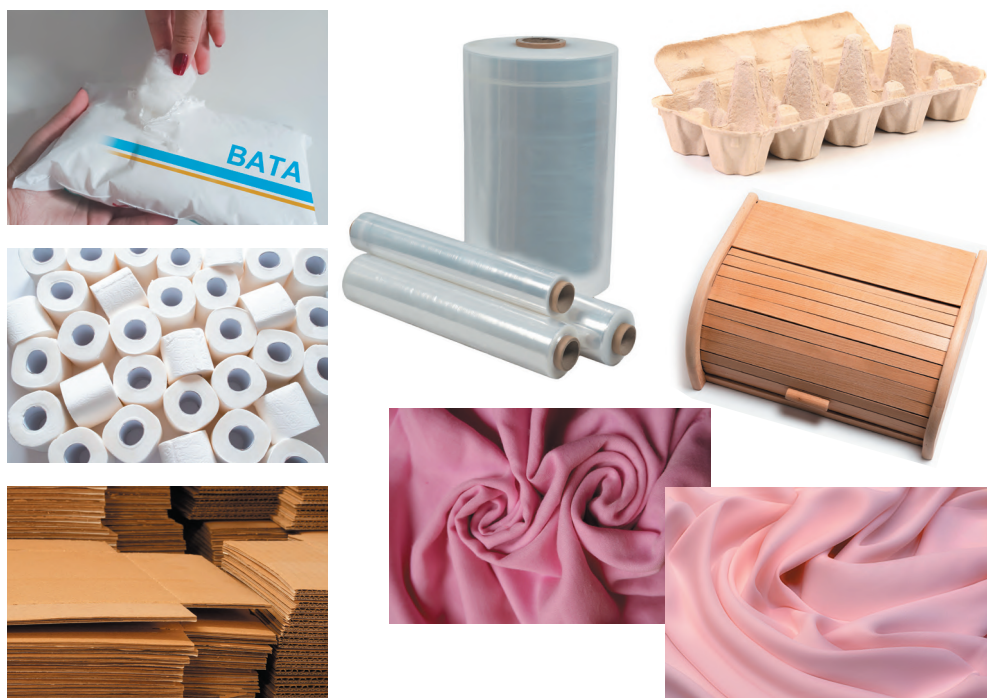
Целюлозу застосовують у виробництві вибухівки, целулоїду, целофану, а також різноманітних волокон і тканин. Наші предки здавна вирощували коноплі, з волокон яких за спеціальною технологією виготовляли пряжу. Практично у кожному краєзнавчому музеї можна бачити прядки (мал. 72), на яких вручну пряли волокна, а потім ткали з них полотно, необхідне для пошиття одягу та інших речей.



Мал. 72. Прядка — експонат музею

Таке виготовлення ниток і тканин відійшло у минуле. Зараз підприємства текстильної промисловості у великій кількості виробляють з целюлози натуральні волокна (бавовняні, лляні), а також штучні (ацетатний шовк, віскозу, штапель). Штучні волокна виготовляють з відходів деревини шляхом хімічної обробки.

Найбільше целюлози використовує паперова промисловість. Наприклад, сторінки цього підручника виготовлено з офсетного паперу, обкладинку — з картону. Є ще такі види паперу, як газетний, пакувальний, фільтрувальний (мал. 73).



Мал. 73. Вироби з целюлози

Завдання 3. За наведеною інформацією про застосування вуглеводів, а також скориставшись іншими доступними джерелами інформації, склади схему «Природні джерела та використання крохмалю і целюлози».

Вуглеводи — найпоширеніший у природі клас оксигеновмісних органічних сполук, представниками якого є глюкоза, сахароза, крохмаль, целюлоза та інші. Це основні джерела енергії для людини, сировина для виробництва багатьох речовин.



Завдання 1. У складі малих груп обговоріть проблему «Негативні наслідки виробництва глюкози з деревини». З-поміж іншої інформації зосередьте увагу на тій, що дозволяє відповісти на запитання:

1. Скільки целюлози необхідно для добування 1 т глюкози?
2. Як довго має рости ліс, щоб у ньому можна було рубати дерева для виробництва глюкози із целюлози?
3. Який об'єм кисню (н. у.) виділився б у довілля внаслідок фотосинтетичної діяльності дерев, зрубаних для виробництва 100 кг глюкози із целюлози?

Завдання 2. Проведіть необхідні обчислення, щоб відповісти на поставлені запитання. Розрахунок проводьте на одну структурну ланку хімічної формули целюлози.

ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

У тексті параграфа йшлося про вуглеводи, що синтезуються рослинними організмами. А чи утворюються вуглеводи іншими представниками живої природи, наприклад тваринами?

Відповідь на це запитання ствердна. На уроках біології ви дізналися про те, що структурним матеріалом зовнішнього скелету членистоногих (жука-олень, рака, краба тощо) є **хітин**. Ця речовина за будовою схожа на целюлозу, однак відрізняється від неї тим, що її структурна ланка, крім Карбону, Гідрогену та Оксигену, містить ще й Нітроген. Різнобарвні й ажурні крила комах також побудовані з хітину. Оболонки клітин грибів побудовані не із целюлози, а з хітину.



В організмі людини і тварин утворюється вуглевод **глікоген**. Цей природний полімер має з крохмалем та целюлозою однакову загальну формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$, проте в нього своя, відмінна від крохмалю, розгалужена будова. Глікоген є запасною речовиною тваринних організмів, що за необхідності під дією ферментів розщеплюється до глюкози.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Назви формулу крохмалю та целюлози, порівняй їхні властивості.
2. Порівняй кількісний склад мономера і структурної ланки пропену й поліпропілену, глюкози й крохмалю. Яку відмінність ти виявив / виявила під час порівняння?
3. Де застосовують вуглеводи? Які властивості вуглеводів зумовлюють їх застосування?
4. До фізичних чи хімічних явищ належить виробництво крохмалю із бульб картоплі, зернівок кукурудзи? За бажання чи потреби виготов картопляний крохмаль в домашніх умовах.
5. Наведи приклади харчових продуктів з високим умістом вуглеводів. Вибери в таблиці 21 два крохмалевмісні харчові продукти, які найчастіше споживаєш чи які є твоїми улюбленими, порівняй уміст крохмалю в них та обчисли масу порції кожного, під час споживання якої до твого організму надходить 100 г крохмалю.
6. Вислови судження про роль целюлози у природі та її значення для української економіки.
7. Дізнайся, якщо тобі ще невідомо, про апсайклінг та надай «друге життя» старим виробам із целюлози.
8. Виконай проєкт на тему «Користь від висадження і шкода від вирубки однієї липи».



§33

АМІНОКИСЛОТИ ТА БІЛКИ



Пригадуємо й застосовуємо

- Наведи приклади природних і створених людиною полімерів.
- Що тобі відомо з біології про роль білків у живій природі?

- Що ти знаєш про характеристичну групу карбонових кислот?
- Поясни явище екстракції та наведи приклади її промислового використання.
- Якою є фізіологічна норма температури тіла людини?



АМІНОКИСЛОТИ — МОНОМЕРИ БІЛКІВ. Із курсу біології тобі відомо, що амінокислоти є будівельним матеріалом білків — життєво важливих біополімерів. Приклади амінокислот було розглянуто під час ознайомлення з різноманітністю органічних кислот у *параграфі 28* цього підручника.

Амінокислоти — органічні нітрогеновмісні речовини з двома характеристичними групами в молекулі: карбоксильною — COOH й аміногрупою — NH_2 .

Завдання 1. Напиши молекулярну і структурну формули леткої сполуки Нітрогену з Гідрогеном.

Більш детально ознайомимось з амінокислотами на прикладі аміноетанової кислоти.

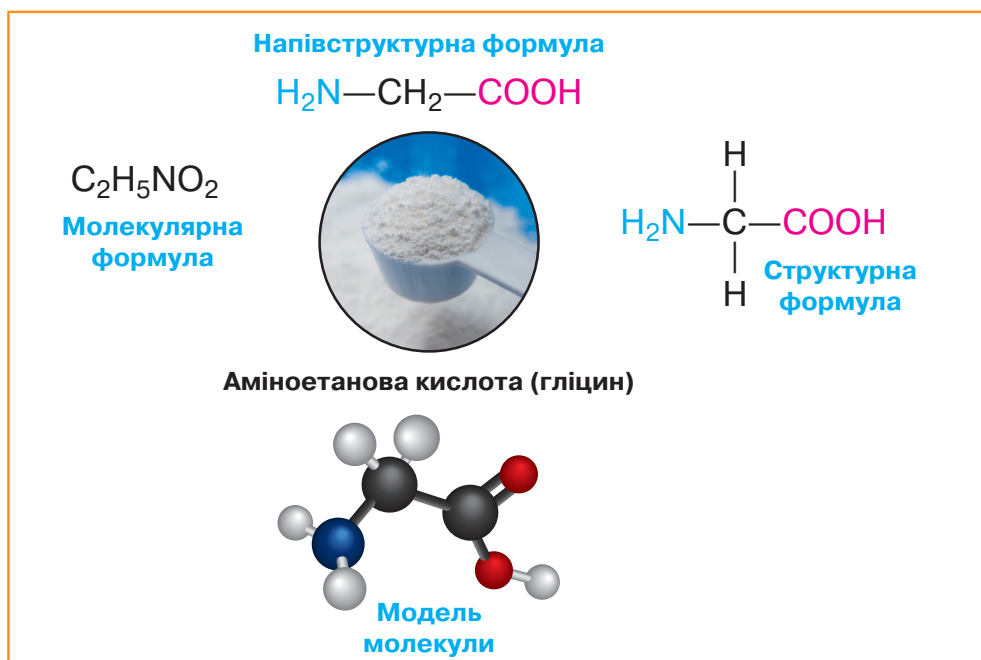
АМІНОЕТАНОВА КИСЛОТА. Аміноетанова кислота (її тривіальна / історична назва **гліцин**) — білий кристалічний порошок, легко-розчинний у воді, солодкий на смак (грецькою «glykys» — солодкий). Це одна із двадцяти амінокислот, які входять до складу білкових молекул. Гліцин є інгредієнтом лікарських засобів і біологічних добавок (*мал. 74*).



Мал. 74. Гліциновмісні лікарські засоби і добавки

В організмі людини гліцин виконує різні функції, наприклад бере участь у синтезі ферментів і гормонів, налагоджує роботу нервових клітин як нейромедіатор.

Скористаймося *колажем* і проаналізуймо будову молекули аміноетанової кислоти.



Наведені формули свідчать про те, що:

- 1) у молекулі аміноетанової кислоти є Нітроген. Це визначає її належність до нітрогеновмісних органічних речовин;
- 2) карбоксильна група $-\text{COOH}$ залишається без змін (як у етанової кислоти CH_3-COOH);
- 3) аміногрупа $-\text{NH}_2$ заміщує один атом Гідрогену у групі CH_3- ;
- 4) карбоновий ланцюг складається з двох атомів Карбону.

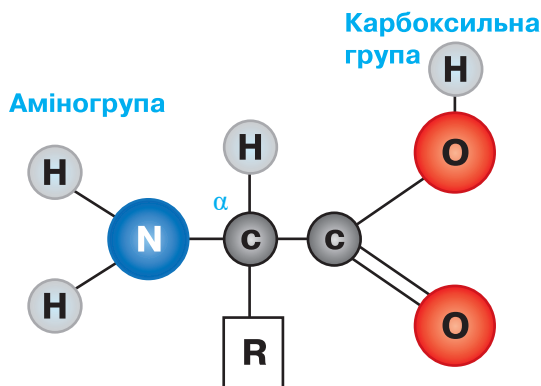
Завдання 2. Заповни порівняльну таблицю 22 (усно або в зошиті).

Таблиця 22

Речовина	Молекулярна формула	Характеристичні групи	Клас органічних сполук
Етанова кислота			
Аміноетанова кислота			

Які ознаки допомогли тобі визначити клас органічних сполук, до яких належать ці речовини?

УТВОРЕННЯ БІЛКОВИХ МОЛЕКУЛ ІЗ АМІНОКИСЛОТ. У живій природі найважливішу роль відіграють **альфа-амінокислоти** (**α -амінокислоти**) — сполуки, в яких аміногрупа розміщена біля атома Карбону, сполученого з карбоксильною групою.



де R — решта карбонового ланцюга молекули α -амінокислоти

α

C — атом Карбону, що одночасно сполучений з обома характеристичними групами.

У складі R можуть бути не лише Карбон і Гідроген, а й інші елементи, наприклад Сульфур, Оксиген. Це спричинює різноманітність амінокислот і їхніх властивостей.

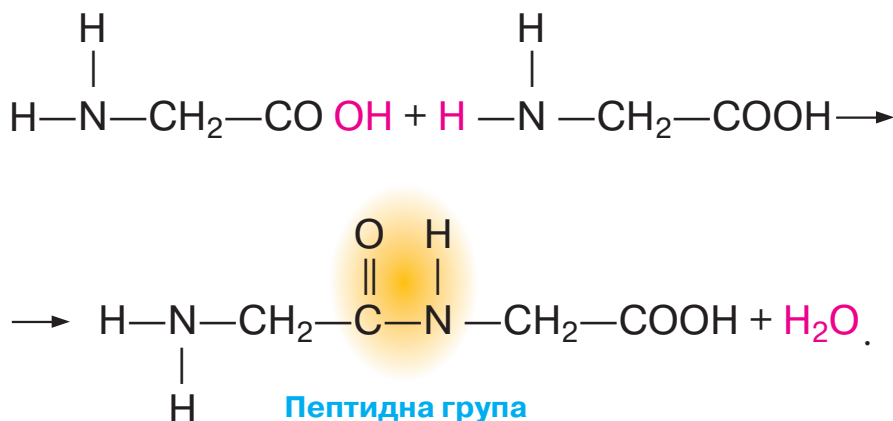
У природі існує 20 α -амінокислот, з яких утворюються білки існуючих на Землі організмів. Приклади таких амінокислот наведено у таблиці 23.

Таблиця 23

Приклади α -амінокислот, з яких утворюються білки

Назва	Формула
Гліцин (амінооцтова, аміноетанова)	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Аланін (α -амінопропіонова, 2-амінопропанова)	$\text{CH}_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Валін	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{NH}_2}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{CH}-\text{COOH}$
Лізін	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$

Як відбувається сполучення α -амінокислот з утворенням білкових макромолекул, розглянемо на прикладі димеризації (сполучення вдвох молекул) аміноетанової кислоти:



Виділена кольором група атомів називається **пептидна група**. Її утворення відбулось із карбоксильної групи молекули однієї α -амінокислоти й аміногрупи іншої. У такий спосіб сполучаються молекули різних α -амінокислот. Утворення білкових молекул супроводжується *дегідратацією* — відщепленням молекул води. В організмах утворення білків з амінокислот відбувається за участю ферментів за такою схемою:



Унікальна властивість амінокислот взаємодіяти між собою забезпечила існування в природі найскладніших і найважливіших біополімерів — білків. Кожний білок має певний набір амінокислот, розташованих у чітко визначеній послідовності.

Білки — це природні полімери, мономерами яких є α -амінокислоти. Структурні ланки в білковій молекулі з'єднані пептидними групами. Утворення кожної пептидної групи супроводжується відщепленням однієї молекули H_2O .

Завдання 3. Скільки молекул води утвориться внаслідок сполучення десяти α -амінокислот?



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

В організмі людини налічується понад 100 000 різних білків, і кожен з них виконує певну функцію. Колаген надає міцності та еластичності шкірі, кісткам, хрящам, сухожиллям і судинам. Гемоглобін транспортує кисень до клітин тіла людини. Близько 3000 ферментів, що мають білкову природу, каталізують хімічні реакції, пов'язані

з травленням, диханням, метаболізмом тощо. Життєво необхідними для людини є імуноглобуліни (антитіла) — білки, що захищають організм від інфекцій.

Білки дуже чутливі до нагрівання і не витримують високих температур. За температури вище +42 °С білки починають руйнуватись, а це становить небезпеку для життя. Щоб убезпечити білки організму людини від руйнування під впливом підвищення температури тіла до критичних значень, лікарі призначають жарознижувальні засоби.

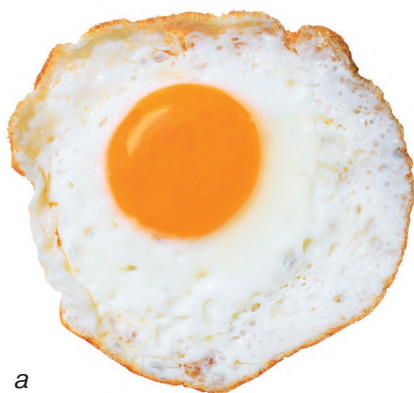
Завдання. Дізнайся, які рослини проявляють жарознижувальну дію. Підготуй про них лепбук.

Пам'ятай: краще запобігти хворобі, ніж лікувати її. Дбай про своє здоров'я — харчуйся збалансовано, рухайся, відпочивай і загартовуй організм.

ДЕЯКІ ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ. Найважливішою хімічною властивістю білків є **гідроліз**. В організмі людини гідроліз білків відбувається за участю ферментів (пепсину, трипсину) у травній системі. У лабораторних умовах його здійснюють, нагріваючи білок із сильними кислотами або лугами. Під час гідролізу пептидні зв'язки руйнуються й утворюються вільні α -амінокислоти, що схематично можна записати:



Денатурація, або **зсідання**, — інша властивість білків. Відбувається вона під впливом високої температури, кислот, лугів (*мал. 76*).



а



б

Мал. 76. Денатурація білка курячого яйця: а — під впливом нагрівання; б — унаслідок дії кислоти

Цю властивість білків ти міг / могла спостерігати під час приготування яєчні, смаження риби чи м'яса. Денатуровані білки відновленню не підлягають.

Білки в розчині можна виявляти за допомогою **якісних реакцій**, їх ще називають кольоровими, оскільки відбуваються зі зміною кольору. Одна з них — взаємодія білків з розчином купрум(II) сульфату у присутності лугу без нагрівання.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЯКІСНУ РЕАКЦІЮ НА БІЛКИ

Завдання 1. Проведи спостереження за демонстраційним дослідом учителя / учительки з виявлення білків за допомогою розчину купрум(II) сульфату. Сформулюй правило / судження про цю якісну реакцію на білок та її ознаки.

Демонстраційний дослід. Взаємодія білка курячого яйця з купрум(II) сульфатом у присутності лугу.

Крок 1. Наповнюємо пробірку на 1–2 мл розчином білка курячого яйця, додаємо трішки розчину лугу (натрій гідроксиду чи калій гідроксиду) і перемішуємо.

Крок 2. До утвореної у пробірці суміші додаємо кілька крапель купрум(II) сульфату і знову перемішуємо, спостерігаємо за змінами у пробірці (мал. 77).



Мал. 77. Кінцевий результат якісної реакції на білки

Крок 3. Формулюємо судження про одну з якісних реакцій на білок.

За покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/h90p0> чи QR-кодом переглянь відео проведення цієї якісної реакції.



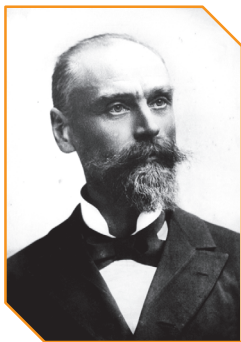
Однією з якісних / кольорових реакцій на білок є взаємодія у водному розчині з купрум(II) сульфатом з додаванням лугу. Утворений спершу блакитний осад швидко зникає, і розчин у пробірці набуває фіолетового забарвлення. Це вказує на наявність пептидних груп, за допомогою яких α -амінокислоти сполучаються між собою.



Медіапошук

З доступних джерел інформації дізнайся, як відрізнити натуральну вовняну тканину (має білкове походження) від синтетичної, виготовленої хімічним способом.

З'ЯСУВАННЯ БУДОВИ І ВЛАСТИВОСТЕЙ БІЛКІВ — ВИЗНАЧНЕ ДОСЯГНЕННЯ ХІМІЧНОЇ НАУКИ. Ідею про утворення білків з α -амінокислот одним із перших висловив український учений Іван Якович Горбачевський. Він навчався в Тернопільській гімназії, а згодом працював за кордоном, залишаючись відданим українській науці. Відкриття Горбачевського стали основою сучасної біохімії. Один із кратерів на Місяці названо на честь Івана Горбачевського.



Іван Горбачевський
(1854–1942)



Пам'ятник І. Горбачевському біля
Тернопільського державного медичного
університету, якому присвоєно ім'я вченого



Завдання.

Виконайте проєкт на тему «Наукові досягнення у вченні білків».

Для цього:

- ✓ складіть план виконання проєкту і розподіліть завдання між учасниками групи;
- ✓ оберіть форму презентації результатів проєктної діяльності.

У проєкті розкрийте питання:

- ✓ історія відкриття білків;
- ✓ лауреати Нобелівської премії у галузі дослідження білків;
- ✓ внесок українських учених, зокрема науковців Інституту біохімії імені О. В. Палладіна НАН України у дослідження білків;
- ✓ сучасні напрями досліджень і використання білків.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Чим амінокислоти відрізняються від карбонових кислот за складом і властивостями?
2. Схарактеризуй особливості білкових молекул, надаючи відповіді на запитання:
 - 2.1. Які речовини є мономерами білкових молекул?
 - 2.2. Яка група атомів з'єднує мономери білкової молекули, з яких характеристичних груп вона утворюється?
 - 2.3. Який з біополімерів: крохмаль, целюлоза, інсулін — має сталу молекулярну масу?

3. Склади розповідь про біологічну роль білків. Наведи конкретні приклади.
4. На основі інформації параграфа вислови судження, чому денатурація білків в організмі людини небезпечна для життя.
5. Як за допомогою розчину купрум(II) сульфату розпізнати глюкозу, сахарозу і білок?
6. Відносна молекулярна маса гемоглобіну дорослої людини дорівнює 64900, його молекула містить 3032 атоми Карбону, 4816 атомів Гідрогену, 780 атомів Нітрогену, 872 атоми Оксигену, 8 атомів Сульфуру та 4 атоми Феруму.
 - 6.1. Проведи необхідні обчислення і побудуй гістограми масових часток хімічних елементів у цьому білку.
 - 6.2. Пригадай з анатомії людини роль гемоглобіну в організмі людини.
 - 6.3. Які продукти слід споживати, щоб підтримувати рівень гемоглобіну в нормі?
 - 6.4. До яких наслідків призводить нестача гемоглобіну в організмі людини?
 - 6.5. Що таке гематоген? Який його основний інгредієнт? Коли і кому рекомендують вживати гематоген?



§34

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА НАЯВНІСТЬ ЖИРІВ, ВУГЛЕВОДІВ, БІЛКІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- Наведи приклади олійних рослин.
- Які реакції називають якісними?
- За допомогою яких якісних реакцій можна виявити глюкозу, сахарозу, крохмаль, білок?
- Що називають фільтратом?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

У темі 3 «Досліджуємо органічні речовини» твоя предметна компетентність в хімії збагатилася знаннями фізичних та хімічних властивостей жирів, вуглеводів, білків. Тобі стало зрозуміло, що деякі з хімічних властивостей вуглеводів та білків використовують як якісні реакції,

за допомогою яких можна підтверджувати їх наявність чи відсутність у досліджуваних зразках речовин та сумішей.

Більшість харчових продуктів також є сумішами різних речовин. Одні речовини наявні в них як природні складники, інші людина додає з різною метою. Про їх наявність свідчать **Е-числа** на етикетках харчових продуктів. Це загальноприйняті коди харчових добавок у Європейському Союзі, якими позначають речовини, що надають продуктам певних властивостей, наприклад колір, смак, консистенцію. Так, Е-число етанової кислоти як регулятора кислотності багатьох харчових продуктів позначається E260, крохмалю як згущувача — E1404. Трапляється, що виробники збільшують уміст деяких добавок, наприклад крохмалю, щоб здешевити вироблену продукцію. Це одна з причин різних цін на м'ясні та молочні вироби.

Завдання 1. З додаткових джерел дізнайся коди широкоживаних виробниками речовин — харчової соди і лимонної кислоти.

Завдання 2. За можливості ознайомся з етикетками харчової продукції, маркованої з використанням Е-чисел. З доступних джерел інформації ідентифікуй позначені ними речовини.

Скористайся набутими знаннями та проведи дослідження за завданнями рубрики «Нумо досліджувати». Це чудова нагода переконатись, де в житті можуть знадобитись набуті хімічні знання і вміння. Якщо ж у майбутньому ти обереш професію, пов'язану з технологічною експертизою та безпекою харчової продукції чи кулінарією, то ці дослідження стануть сходинкою до опанування омріяної спеціальності.



Медіапошук

З доступних джерел дізнайся, які заклади передвищої та вищої освіти готують фахівців зі спеціальності «харчові технології», які сучасні обладнання, методи і технології аналізу та контролю якості харчових продуктів опановують студенти, навчаючись у цих закладах освіти.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ



Під час дослідження дотримуйся правил безпеки життєдіяльності.

Завдання 1. Проведи дослідження деяких харчових продуктів на наявність у їхньому складі тих чи інших органічних речовин.

Дослідження 1. Виявлення жиру в насінинах рослин.

Тобі знадобляться: насінини соняшника, ядро волоського горіха, листки паперу (столові серветки), качалка для тіста або товчачик, молоток, клаптик бавовняної тканини, органічний розчинник (наприклад, бензин).

Крок 1. Загорни у чистий папір кілька очищених насінин соняшника та розітри їх качалкою для тіста чи товкачем або подрібни молотком.

Крок 2. Розгорни папір. Зафіксуй і поясни зміни, що сталися з папером.

Крок 3. Повтори кроки 1 і 2 з ядром волоського горіха. Чи збіглися результати досліджень насіння соняшника та горіха?

Крок 4. Нанеси жирну пляму на клаптик бавовняної тканини. Спробуй видалити її бензином. Фіксуй наслідки.

Крок 5. Поясни, що відбулось під час проведених досліджень і чому.

Дослідження 2. Виявлення глюкози у фруктах.

Тобі знадобляться: розчин глюкози, яблучний сік, розчин натрій гідроксиду, розчин купрум(II) сульфату, штатив із пробірками, нагрівальний прилад, пробіркодержач, піпетка.

Крок 1. У дві пробірки налий по 1 мл розчину натрій гідроксиду та добав по кілька крапель розчину купрум(II) сульфату до утворення осаду.

Крок 2. У першу пробірку додай 1 мл розчину глюкози, у другу — 1–2 мл яблучного соку. Спостерігай за змінами в обох пробірках. Поясни ці зміни.

Крок 3. Вміст пробірок злегка нагрій. Фіксуй і поясни спостережувані зміни.

Крок 4. На підставі результатів дослідження сформулюй **висновок** про те, чи містить яблучний сік глюкозу.

Дослідження 3. Виявлення крохмалю в кетчупі та майонезі.

Тобі знадобляться: кетчуп, майонез, дистильована вода або кип'ячена охолоджена до кімнатної температури питна вода, спиртовий розчин йоду, дві хімічні склянки, скляна паличка.

Крок 1. В одну хімічну склянку (в домашніх умовах — звичайна прозора склянка чи чашка) помісти половину чайної ложки кетчупу, а в іншу — стільки ж майонезу.

Крок 2. До обох склянок додай по 5 мл теплої дистильованої води й перемішай скляною паличкою чи чайною ложкою до утворення однорідної суміші.

Крок 3. До вмісту кожної склянки добав по краплі спиртового розчину йоду. Зафіксуй і поясни спостережувані зміни.

Крок 4. Сформулюй **висновок** про наявність крохмалю в досліджуваних продуктах. Поцікався, чи зазначено крохмаль на етикетках як складник кетчупу чи майонезу.

Дослідження 4. Виявлення крохмалю у деяких харчових продуктах та фруктах.

Тобі знадобляться: варена картопля, відварений рис, борошно, яблуко, лимон, спиртовий розчин йоду, дистильована вода або кип'ячена охолоджена до кімнатної температури питна вода, ступка з товкачиком, пробірки, штатив для пробірок, лійка, піпетка.

Крок 1. Розітри окремо кожний продукт (крім борошна) до кашкоподібного стану в ступці.

Крок 2. У пронумеровані пробірки помісти по 1,5–2 мл кожного подрібненого продукту. Ще в одну пробірку насип стільки ж борошна.

Крок 3. Добав у кожну пробірку по 2–3 мл дистильованої води, ретельно перемішай і дай кілька хвилин відстоятись.

Крок 4. Добав у кожну пробірку по 1–2 краплі розчину йоду. Спостерігай, у яких пробірках з'являється синє забарвлення.

Крок 5. Скопіюй таблицю 24 у робочий зошит. Заповни її результатами дослідження 4.

Таблиця 24

№ пробірки	Харчовий продукт	Забарвлення після додавання розчину йоду	Наявність крохмалю
1	Варена картопля		
2	Варений рис		
3	Яблуко		
4	Лимон		
5	Борошно		

Дослідження 5. Виявлення крохмалю у вареній ковбасі.

Тобі знадобляться: невеликий шматочок вареної ковбаси масою 5–10 г, дистильована вода (за її відсутності використай кип'ячену охолоджену до кімнатної температури питну воду), спиртовий розчин йоду, дві хімічні склянки, ступка з товкачиком, скляна паличка, лійка, паперовий фільтр.

Крок 1. Розітри у ступці невеликий шматочок вареної ковбаси до однорідної маси й помісти утворену масу в хімічну склянку.

Крок 2. Додай у склянку 3–5 мл дистильованої води та обережно перемішай скляною паличкою.

Крок 3. Утворену суміш профільтруй крізь паперовий фільтр.

Крок 4. До фільтрату додай одну краплину спиртового розчину йоду. Що спостерігаєш?

Крок 5. Сформулюй **висновок**, чи додають виробники у досліджену варену ковбасу крохмаль.

Дослідження 6. Виявлення білкових молекул у білку курячого яйця та м'ясному бульйоні.

Тобі знадобляться: білок курячого яйця, м'ясний бульйон, дистильована вода, розчин купрум(II) сульфату та лугу, пробірки, штатив для пробірок, лійка, фільтрувальний папір.

Крок 1. Із білка курячого яйця і дистильованої води виготов суміш у пропорції компонентів 1:1.

Крок 2. Налий у пробірку 1–2 мл виготовленої суміші і додай стільки ж розчину лугу та кілька крапель розчину купрум(II) сульфату. Спостерігай за змінами у пробірці. Про що вони свідчать?

Крок 3. Повтори **крок 2**, але для дослідження візьми 2 мл відфільтрованого м'ясного бульйону. Фіксуй у зошиті результати спостереження.

Завдання 2. Проаналізуй результати проведених досліджень 1–6 і сформулюй **загальний висновок**, у якому зазнач:

- ✓ У яких харчових продуктах виявлені речовини є природними інгредієнтами, а в які їх було додано під час виготовлення?
- ✓ Які теоретично набуті знання підтвердилися експериментально?
- ✓ Чи завжди одержані результати дослідів збігалися із твоїми передбаченнями?
- ✓ Чи виникали труднощі з виконанням кроків (указати, яких саме)?
- ✓ Яке значення мають набуті тобою дослідницькі уміння у повсякденному житті?
- ✓ Який профорієнтаційний потенціал особисто для тебе мали проведені дослідження?



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Візуалізуй дослідження та його результати у вигляді буклету, колажу, постеру тощо.
2. Обери 1–2 харчові продукти, які не досліджувались на уроці. Сформулюй гіпотезу: які органічні речовини (білки, жири, крохмаль, глюкоза) ти очікуєш виявити у кожному з них. Розроби детальний план дослідження і за можливості реалізуй його, використовуючи відомі тобі якісні реакції. Зафіксуй спостереження та сформулюй висновок.



§ 35

САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 3 «ДОСЛІДЖУЄМО ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ»

Завдання 1.

Перейди за QR-кодом або покликанням і ознайомся із шаблоном для виконання всіх завдань цього параграфа. Якщо є така можливість, то роздрукуй цей шаблон.



<https://qr.orioncentr.com.ua/b4vEf>

Завдання 2.

Якщо у тебе немає можливості роздрукувати шаблон із завдання 1, то створи його самостійно у зошиті. Для цього проаналізуй схеми на с. 204, 205 і на їх основі накресли таблицю із трьома варіантами оцінки: «Так», «Частково», «Ні».





Завдання 3.

Оціни свої досягнення в пізнанні хімії. Для цього у створеній тобою таблиці вибери один із трьох варіантів оцінки.

Завдання 4.

Для оцінки своєї роботи в групі на основі схеми (с. 54) створи у зошиті ще одну таблицю із трьома варіантами оцінки: «Завжди», «Часто», «Інколи».

Завдання 5.

Запиши в зошиті відповідь на запитання: «Наскільки корисною була для тебе співпраця в групі? Чим саме?».

Завдання 6.

Запиши в зошиті, що цікавого й корисного ти дізнався / дізналася, опрацювавши цю тему. Де і з якою метою ти зможеш використати набуті знання? Порівняй свої відповіді з відповідями однокласників / однокласниць.

Завдання 7.

Пригадай і запиши в зошиті своє найбільше досягнення під час вивчення теми «Досліджуємо органічні речовини».

Завдання 8.

Запиши в зошиті власні рекомендації щодо змін у темі «Досліджуємо органічні речовини», які, на твою думку, покращать сприйняття й засвоєння матеріалу.

**§ 36**

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 3 «ДОСЛІДЖУЄМО ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ»

Виконання вправ і обчислень дадуть тобі змогу повторити й узагальнити вивчений матеріал, а онлайн виконання тестових завдань — діагностувати досягнуті результати навчання.

Вправи й обчислення

1. Замість ... додай пропущені в реченні слова.
 - 1.1. Характеристичними групами називають
 - 1.2. Жири утворюються зі спирту ... і
 - 1.3. До природних полімерів належать
 - 1.4. Мономерами білків є
2. У якого з полімерів — поліетилену чи крохмалю — кількісний склад мономера і структурної ланки однаковий?

3. Наведи приклади полімерів з приблизною і сталою відносною атомною масою.
4. На спалювання якої речовини (метан, етин, етанол) кількістю 0,2 моль витратиться найбільший об'єм кисню?
5. Якими якісними реакціями можна виявити крохмаль, глюкозу, гліцерол, білок? Склади покроковий план розпізнавання цих речовин та проведи уявний експеримент.
6. Наведи по одному прикладу рівнянь реакцій:
 - а) гідрування;
 - б) гідратації;
 - в) полімеризації;
 - г) гідролізу.
7. Чому склад молекули крохмалю й целюлози записують однаковою хімічною формулою, але за властивостями ці біополімери істотно відрізняються?
8. Класифікуй формули речовин: C_6H_{14} , $C_{17}H_{33}COOH$, C_2H_5OH , C_2H_2 , CH_3COOH , C_2H_6 , $C_3H_5(OH)_3$, C_5H_{12} , $CH_2(NH_2)COOH$ — на групи: насичені вуглеводні, ненасичені вуглеводні, спирти, карбонові кислоти.
9. Схарактеризуй олеїнову й стеаринову кислоти за якісним і кількісним складом.
10. Де більше молекул — в етанолі масою 23 г чи етині об'ємом 22,4 л (н. у.)?
11. На спалювання яких речовин кількістю речовини 1 моль витрачається однаковий об'єм кисню: метан, пентан, етен, етанол за умови, що всі виміри зроблено за однакових умов?
12. У розчин глюкози масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 15 % додали 50 г глюкози. Якою стала масова частка глюкози у новому розчині?

Виконай онлайн-тест.

Для цього перейди за покликанням

<https://qr.orioncentr.com.ua/X2sVc>

або скористайся смартфоном — зчитай QR-код.



Якщо результат виконання тесту тебе не задовольнить, тобі до снаги його покращити. Знайди можливість самостійно виправити зроблені помилки, щоб уникнути їх у майбутньому.

Бажаємо успіху та високого результату!

УЗАГАЛЬНЮЄМО РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ



§37

РІЗНОМАНІТНІСТЬ, КЛАСИФІКАЦІЯ І ВЛАСТИВОСТІ ОКСИДІВ



Пригадуємо й застосовуємо

- *Визнач ступені окиснення хімічних елементів у сполуках: Br_2 , HCl , CaO , Na_2O .*
- *Які речовини належать до оксидів? Наведи приклади оксидів.*
- *Поясни правила систематичної номенклатури оксидів (за потреби звернись до параграфа 3).*
- *Як складають формули оксидів за валентністю / ступенем окиснення елементів?*
- *Що тобі відомо про взаємодію оксидів з водою?*



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Хоча неорганічних речовин у десятки разів менше, ніж органічних, їхній якісний склад порівняно з органічними речовинами набагато різноманітніший. Майже всі металічні та неметалічні елементи трапляються у складі неорганічних речовин, які класифікують на групи / класи.

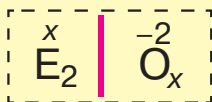
Неорганічні речовини класифікують на основі їхнього складу, будови та властивостей на оксиди, кислоти, основи, солі.

Завдання 1. Наведи приклади відомих тобі неорганічних речовин кожного класу.

ОКСИДИ ЯК КЛАС НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН. Кожен оксид утворений з двох хімічних елементів, один з яких — Оксиген. Інший елемент у складі оксиду може бути або металічним, або неметалічним. Ступінь окиснення Оксигену в оксидах -2 , і його атоми в оксидах не сполучаються між собою.

Оксид — це бінарна сполука будь-якого хімічного елемента з Оксигеном (винятки: оксиген фторид (OF_2); пероксиди (H_2O_2 та деякі інші).

У загальному вигляді формулу оксидів можна записати так:



де x — ступінь окиснення елемента, з яким збігається індекс Оксигену.

Майже всі хімічні елементи періодичної таблиці утворюють оксиди, причому один елемент часто утворює кілька оксидів, виявляючи різні ступені окиснення.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОКСИДІВ. Купрум(II) оксид CuO — тверда речовина, карбон(IV) оксид CO_2 — газ, гідроген оксид H_2O — рідина. І все ж серед оксидів переважають тверді речовини, які здебільшого мають білий колір, хоча є й інших кольорів (мал. 78).



Цинк оксид



Ферум(III) оксид



Хром(III) оксид



Нітроген(IV) оксид



Купрум(I) оксид



Купрум(II) оксид

Мал. 78. Різноманітність забарвлення оксидів

Безбарвними є газоподібні карбон(II) оксид, карбон(IV) оксид, сульфур(IV) оксид та деякі інші.

Завдання 2. Заповни в зошиті таблицю 25 науковою інформацією про оксиди, зображені на малюнку 78 і названі у реченні під ним. У формулах оксидів укажи ступені окиснення хімічних елементів.

Таблиця 25

Назва оксиду	Формула	Агрегатний стан (н. у.)	Колір



Медіапошук

Серед оксидів є шкідливі для здоров'я людини. Це карбон(II) оксид, сульфур(IV) оксид, нітроген(I) оксид, нітроген(IV) оксид та деякі інші.

Завдання.

Пригадай, що тобі вже відомо про шкідливі для здоров'я оксиди. З доступних джерел дізнайся, в чому полягає / проявляється шкідлива дія цих оксидів на організм, яку першу допомогу слід надавати потерпілому в разі отруєння ними.

ОКСИДИ — ПОШИРЕНІ У ПРИРОДІ РЕЧОВИНИ. Гірські породи і мінерали здебільшого утворені з оксидів (мал. 79).



Мал. 79. Оксиди — складники гірських порід і мінералів

Завдання 3.

Скористайся знаннями, отриманими на уроках географії про гірські породи й мінерали, та склади розповідь про один із них за розробленим тобою планом.

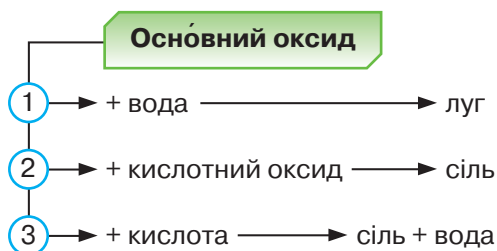
ПОНЯТТЯ ПРО СОЛЕТВОРНІ Й НЕСОЛЕТВОРНІ ОКСИДИ. Якщо з оксиду можна добути сіль, подівавши на нього кислотою чи лугом, то він належить до **солетворних оксидів**. Проте деякі оксиди цієї властивості не мають, тому їх називають **несолетворними**. Прикладами несолетворних оксидів є карбон(II) оксид CO , нітроген(I) оксид N_2O , нітроген(II) оксид NO , гідроген оксид H_2O .

Відмінності у хімічних властивостях солетворних оксидів зумовили їх класифікацію на три групи: **основні, кислотні, амфотерні**.

До **основних оксидів** належать виключно оксиди металічних елементів з невисокими ступенями окиснення (+1, +2), наприклад Na_2O , MgO , MnO . До **кислотних оксидів** належать усі солетворні оксиди неметалічних елементів, а також металічних із ступенем окиснення +4 і вище, наприклад SO_2 , SO_3 , CrO_3 , Mn_2O_7 . Про амфотерні оксиди за бажанням можеш дізнатися з рубрики «Хімічна скарбниця».

Завдання 4. Визнач ступені окиснення елементів у розглянутих формулах.

ДЕЯКІ ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВНИХ ОКСИДІВ. Загальні хімічні властивості основних оксидів відображено на *малюнку 80*.



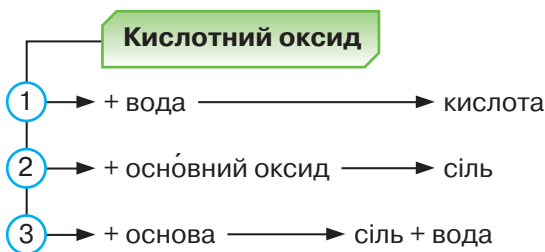
Мал. 80. Схема загальних хімічних властивостей основних оксидів

Наведену схему хімічних властивостей основних оксидів ілюструємо на прикладі кальцій оксиду.

1. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$
2. $3\text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
3. $3\text{CaO} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Завдання 5. Які з цих трьох реакцій належать до реакцій сполучення, а які — до реакцій обміну?

ДЕЯКІ ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КИСЛОТНИХ ОКСИДІВ. Загальні хімічні властивості кислотних оксидів відображено на *малюнку 81*.



Мал. 81. Схема загальних хімічних властивостей кислотних оксидів

Наведену схему хімічних властивостей кислотних оксидів ілюструємо на прикладі фосфор(V) оксиду P_2O_5 .

1. $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$
2. $3\text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
3. $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{P}_2\text{O}_5 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Завдання 6. Відшукай відмінності у продуктах взаємодії основного та кислотного оксидів з водою і зроби висновок про походження назв цих груп оксидів.



Завдання. Складіть таблицю для чотирьох хімічних елементів, в якій укажіть:

- ✓ назву елемента;
- ✓ до металічних чи неметалічних елементів він належить;
- ✓ формулу його оксиду чи оксидів, якщо елемент має різні ступені окиснення;
- ✓ масову частку Оксигену в кожному із оксидів;
- ✓ кислотним чи основним є цей оксид, приклад рівняння реакції на підтвердження відповіді.

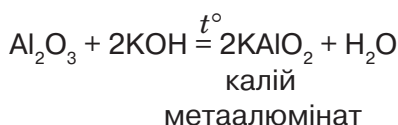
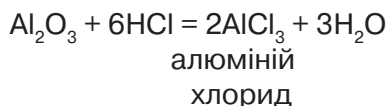


ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Поняття про амфотерні оксиди

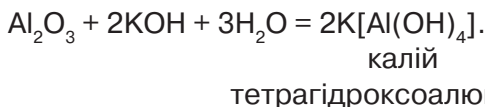
Оксиди, що виявляють хімічні властивості й основних, і кислотних оксидів, називають **амфотерні оксиди**, що у перекладі з грецької означає «і той, і інший»; «обидва». До них належать: берилій оксид BeO , цинк оксид ZnO , алюміній оксид Al_2O_3 , плумбум(II) оксид PbO , хром(III) оксид Cr_2O_3 та деякі інші. Це тверді, кристалічні й нерозчинні у воді речовини.

Особливості хімічних властивостей амфотерних оксидів розглянемо на прикладі алюміній оксиду.

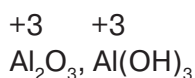


Наведене рівняння описує взаємодію алюміній оксиду з твердим лугом, тобто сплавляння за високої температури.

З розчином лугу реакція відбувається без нагрівання з утворенням іншого продукту реакції — калій тетрагідроксоалюмінату:



Амфотерному оксиду відповідає амфотерний гідроксид. В обох сполуках металічний елемент має однаковий ступінь окиснення. Наприклад,





ТОБІ ДО СНАГИ

1. Із наведених формул речовин: H_2O , Cl_2O_7 , H_2S , KOH , CH_4 , NaCl , Fe_2O_3 , LiOH , SO_2 , H_2CO_3 , K_2O , CuO — вибери й напиши формули оксидів і як вони читаються, назви оксиди за систематичною номенклатурою.
2. Склади формули і напиши назви трьох оксидів елементів третього періоду періодичної таблиці. Обчисли масову частку Оксигену в кожному з них.
3. Заповни в зошиті *таблицю 26* інформацією, якої бракує.

Таблиця 26

Хімічний елемент	Ступінь окиснення елемента в оксиді	Формула оксиду	Класифікаційна група оксиду		
			кислот-ний	основ-ний	амфо-терний
Карбон	+4				
		Na_2O			
Алюміній					
Сульфур	+6				
		MgO			

4. Склади схему класифікації оксидів, ілюструй її прикладами назв і формул речовин.
5. Натрій масою 4,6 г взаємодіє з киснем. Обчисли масу утвореного натрій оксиду, об'єм використаного кисню та масу натрій гідроксиду, який можна добути з утвореного оксиду.
6. Оксиди CO_2 , SO_2 , і NO_2 відомі як парникові гази або складники кислотних дощів. Створи інтелект-карту чи інфографіку, що ілюструє:
 - а) джерела викидів цих оксидів;
 - б) їхній вплив на довкілля;
 - в) способи зменшення їх викидів.
 Зазнач використані джерела інформації.



**§38**

ДОСЛІДЖУЄМО СКЛАД, РІЗНОМАНІТНІСТЬ І ВЛАСТИВОСТІ КИСЛОТ



Пригадуємо й застосовуємо

- З якою метою під час дослідження властивостей речовин використовують індикатори?
- Який процес описує рівняння: $\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$?
- Як безпечно використовувати речовини і побутові засоби,

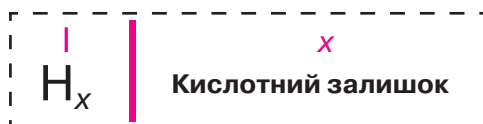
на етикетках яких розміщено піктограму ? Що вона позначає?

- Вибери із переліку оксиди, які під час взаємодії з водою утворюють кислоти: BaO , SO_2 , MgO , CO , CO_2 .

**Опрацюй****Зрозумій****Використай**

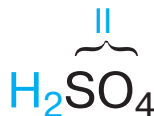
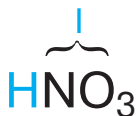
СКЛАД КИСЛОТ. Неорганічні кислоти — це складні речовини, що складаються з атомів Гідрогену і кислотного залишку.

Склад кислот відповідає загальній формулі.



Валентність кислотного залишку (x) збігається з кількістю атомів Гідрогену.

Зазначену інформацію ілюструє приклад із трьома формулами кислот, які найчастіше використовують на уроках хімії.

**Хлоридна кислота****Нітратна кислота****Сульфатна кислота**

Назва кожної кислоти складається із двох слів. Перше слово походить від назви кислотоутворювального елемента (хлоридна кислота — сполука Хлору). Друге слово в усіх назвах кислот — «кислота». Ти зможеш пригадати номенклатуру неорганічних кислот, якщо звернешся до параграфа 3.

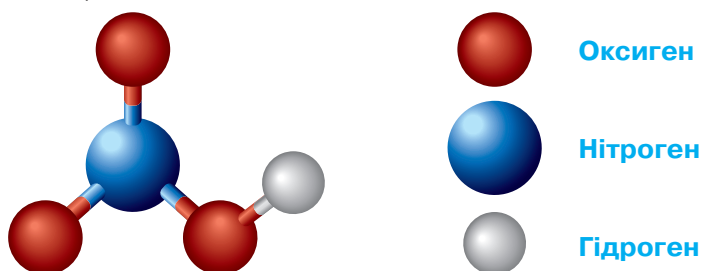
КЛАСИФІКАЦІЯ КИСЛОТ. Хіміки класифікують кислоти за кількома ознаками (таблиця 27).

Таблиця 27

Класифікація кислот

Ознака класифікації	Групи кислот	Приклади кислот
Кількість атомів Гідрогену	одноосновні двохосновні трихосновні	HCl — хлоридна H_2SO_4 — сульфатна H_3PO_4 — ортофосфатна
Наявність Оксигену	безоксигенові оксигеновмісні	H_2S — сульфідна H_2CO_3 — карбонатна

Завдання 1. Запиши хімічну формулу і назву кислоти, скориставшись моделлю її молекули (мал. 82).



Мал. 82. Модель молекули кислоти

Класифікуй кислоту за обома ознаками класифікації, поданими у таблиці 27.

КИСЛОТИ І БЕЗПЕКА. Працювати з кислотами потрібно дуже обережно. Їхні концентровані розчини можуть спричинювати опіки шкіри, пошкоджувати одяг і подразнювати органи дихання під час вдихання парів. Щоб запобігти небезпеці, на ємностях із кислотами завжди наносять спеціальні застережні знаки (колаж).

У шкільному кабінеті хімії проводять досліди лише з розбавленими кислотами, однак і з ними потрібно поводитися обережно. Під час дослідів обов'язково користуйся захисним халатом, гумовими рукавичками та окулярами.

! Якщо кислота потрапила на шкіру — негайно промий це місце великою кількістю води, потім оброби слабким розчином харчової соди й знову промий водою.

ПОШИРЕННЯ У ПРИРОДІ Й ЗАСТОСУВАННЯ КИСЛОТ. Неорганічні кислоти не настільки поширені у природі, як органічні. Попри властивості, що є небезпечними для здоров'я і життя людини, неорганічні кислоти мають значний попит в різних сферах людської діяльності. Тож їх синтезують на хімічних підприємствах. У великих обсягах у світі виробляють сульфатну, нітратну, хлоридну та ортофосфатну кислоти.

З деякими галузями застосування неорганічних кислот знайомить малюнок 83.

ПОБУТ

Засоби для миття, чищення сантехніки від вапняних відкладень, металевих поверхонь від іржі



ПРОМИСЛОВІСТЬ

Очищення металів, виробництво ПВХ, барвників, синтетичних волокон, добрив



ГАЛУЗИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ

ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ

Консерванти, регулятори рівня pH, виробництво желатину



ЗДОРОВ'Я

Виробництво ліків



Мал. 83. Застосування неорганічних кислот



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КИСЛОТ



Неухильно дотримуйся правил безпеки під час роботи з речовинами та обладнанням.

Дослідження 1. Дія кислот на індикатори.

Тобі знадобляться: розбавлені сульфатна і хлоридна кислоти, індикатори: лакмус, метилоранж, фенолфталеїн, універсальний індикаторний папір, піпетка, скляна паличка, пробірки, штатив для пробірок.

Крок 1. Налий у три пробірки по 1 мл розчину хлоридної кислоти. У першу пробірку добавь 1–2 краплі розчину лакмусу, у другу — метилоранжу, у третю — фенолфталеїну. Піпеткою чи скляною паличкою нанеси краплю хлоридної кислоти на універсальний індикаторний папір. Запиши у зошит зміни забарвлення індикаторів.

Крок 2. Виконай аналогічні дії з розчином сульфатної кислоти, зафіксуй забарвлення індикаторів.

Крок 3. Заповни у зошиті таблицю 28 результатами спостережень.

Таблиця 28

Формула кислоти	Назва кислоти	Забарвлення індикатора			
		лакмус	метилоранж	фенолфталеїн	універсальний індикаторний папір

Крок 4. Напиши рівняння електролітичної дисоціації досліджених кислот (у разі необхідності скористайся параграфом 12). Який спільний йон зумовлює однакову зміну забарвлення індикаторів під час взаємодії з кислотами?

Крок 5. Співстав результати дослідження з даними таблиці 8 на сторінці 69.



Дія кислот на індикатори зумовлена наявністю в розчині йонів Гідрогену H^+ , що утворюються внаслідок дисоціації кислоти.

Дослідження 2. Взаємодія хлоридної кислоти з металами.

Тобі знадобляться: метали (наприклад, ошурки заліза і міді, гранули цинку, смужка магнію), розбавлена хлоридна кислота, штатив з пробірками.

Крок 1. Поклади невелику кількість кожного досліджуваного металу в окрему пробірку і налий хлоридної кислоти стільки, щоб вона покривала метал на 1,5–2 см.

Крок 2. Спостерігай за змінами, що відбуваються. У разі виділення газу з'ясуй, який це газ. Для цього піднеси до отвору пробірки запалений сірник.

Пам'ятай, що у разі виділення вуглекислого газу сірник гасне, кисню — горить яскравіше, водню — чується легенький вибух від того, що водень дуже швидко згорає (сполучається з киснем й утворюється вода).

Зафіксуй у зошиті:

- ✓ який метал не реагує з кислотою?
- ✓ які метали реагують з кислотою? Що свідчить про їх взаємодію?

Крок 3. Розташуй досліджені метали в послідовності зменшення їхньої хімічної активності на основі інтенсивності виділення газу.

Крок 4. Порівняй свій ряд, отриманий експериментально (**Крок 3**), з розташуванням цих металів у наданому «Ряді активності металів». Чи збіглися результати?

Ряд активності металів

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Sn, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Au, Pt

Хімічна активність металів зменшується

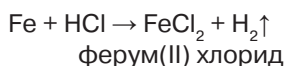
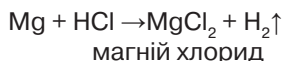
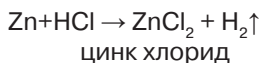
Крок 5. Відшукай у ряді активності формулу водню H₂. Де відносно водню розташовані метали, які реагували з кислотою, а де той, що не реагував?

Крок 6. Сформулюй правило, як за рядом активності можна спрогнозувати взаємодію металу з кислотою в розчині.

Загальна схема реакції, що відбувалася у дослідженні (за винятком міді):

Метал + хлоридна кислота → сіль (хлорид) + водень ↑

Крок 7. Перетвори схеми проведених реакцій на хімічні рівняння.



Дослідження показало, що не всі метали реагують з хлоридною кислотою. Метали, що розташовані у ряді активності ліворуч від водню, витісняють його хлоридної кислоти. Мідь, що розташована в ряді активності металів праворуч від водню, з хлоридною кислотою не прореагувала.

Метали, розташовані у ряді активності металів ліворуч від водню, витісняють його з розчинів кислот, а ті, що розташовані праворуч від водню, — ні. Це правило не поширюється на концентровану сульфатну кислоту й нітратну кислоту різних концентрацій.

Завдання 2.

Використовуючи ряд активності металів, спрогнозуй, які метали реагуватимуть з розбавленою сульфатною кислотою: кобальт, срібло, платина, свинець. Напиши відповідні рівняння реакцій, пам'ятаючи, що в разі утворення солі металічний елемент у ній двовалентний.

Для зберігання та транспортування кислот використовують ємності з пластику або скла, тому що названі матеріали не реагують з кислотами і не руйнуються під їх дією.

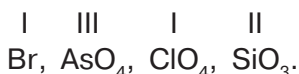
ВЗАЄМОДІЯ КИСЛОТ З ОСНОВНИМИ ОКСИДАМИ. З цією властивістю кислот ознайомимося, виконуючи завдання наступної рубрики.

**Завдання.**

Перегляньте відео досліду «Взаємодія основних оксидів з кислотами» за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/G7ZSU> чи QR-кодом.

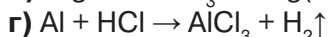
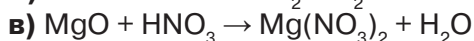
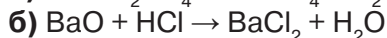
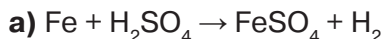
**ТОБІ ДО СНАГИ**

1. Запиши хімічні формули кислот, до складу яких входять кислотні залишки:



Класифікуй ці кислоти за відомими тобі ознаками.

2. Обчисли, яка з двох порцій речовин має більшу масу: сульфатна кислота кількістю речовини 3 моль чи ортофосфатна кислота кількістю речовини 2 моль.
3. Уяви, що для досліду тобі видали пробірку з розчином ортофосфатної кислоти H_3PO_4 та індикатори — лакмус, фенолфталеїн, універсальний індикаторний папір і метилоранж. Яким із цих індикаторів ти не зможеш визначити наявність кислоти в розчині? Поясни свою думку.
4. Кальцій оксид масою 28 г прореагував з хлоридною кислотою. Обчисли масу і кількість речовини утвореної солі.
5. Перетвори схеми реакцій на хімічні рівняння.



Які властивості кислот ілюструють рівняння? Зазнач відомі тобі типи хімічних реакцій у цьому завданні.

6. Технологам хімічного заводу необхідно вирішити, у якій тарі безпечніше транспортувати хлоридну кислоту: у сталевих бочках, алюмінієвих контейнерах чи пластикових каністрах. Який варіант ти рекомендуєш обрати і чому?

7. Ознайомся з інфографікою про нітратну кислоту і виконай завдання 7.1–7.4.

ЗАСТОСУВАННЯ НІТРАТНОЇ КИСЛОТИ

Окисник, регулятор кислотності, розчинник, реагент для синтезу неорганічних та органічних сполук у хімічному аналізі (для виявлення деяких катіонів, наприклад, Ag^+) у гравіруванні металів (для створення візерунків на ювелірних виробах або табличках).

У виробництві:

- ✓ добрив, барвників, пластмас;
- ✓ ліків, зокрема серцевих препаратів;
- ✓ мийних засобів;
- ✓ вибухових речовин і ракетного палива;
- ✓ штучних волокон;
- ✓ засобів обробки металів, для виготовлення нержавіючих сплавів.



7.1. Оціни практичне значення нітратної кислоти.

7.2. Спрогнозуй, які ризики для довкілля становить неконтрольоване потрапляння цієї речовини в навколишнє середовище.

7.3. Підготуй коротке повідомлення або створи постер, в якому покажеш баланс між практичною користю нітратної кислоти і можливими ризиками використання.

7.4. Обґрунтуй свою позицію щодо того, як хімічні знання дають змогу використовувати кислоти безпечно для здоров'я і довкілля.



§39

ОСНОВИ: СКЛАД, ЗАСТОСУВАННЯ, ВЛАСТИВОСТІ



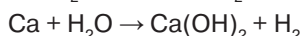
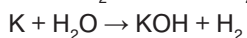
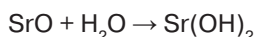
Пригадуємо й застосовуємо

- Як визначити, яка сполука належить до йонних — I_2 чи $NaCl$?
- Яке значення рН у лужному середовищі: а) 7; б) > 7 ; в) < 7 ?
- Як за допомогою таблиці розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді з'ясувати, чи утворює речовина розчин?
- Який процес описує рівняння: $NaOH = Na^+ + OH^-$?
- Укажи формули оксидів, які під час взаємодії з водою утворюють основи: K_2O , SO_3 , MgO , CO , BaO , P_2O_5 .



Завдання 1.

Перетворіть у зошитах схеми реакцій на хімічні рівняння.



Завдання 2.

Підкресліть формули продуктів реакцій, що мають подібний склад. Яка група атомів повторюється в кожній формулі? Пригадайте назву цієї групи атомів. Який хімічний елемент записано перед цією групою — металічний чи неметалічний?

Завдання 3.

Враховуючи відповіді на завдання 2, запропонуйте загальну хімічну формулу, якою можна виразити склад підкреслених сполук.

Скористайтесь інформацією параграфів 3 і 39 та:

- ✓ з'ясуйте, до якого класу неорганічних сполук належать речовини, формули яких було підкреслено;
- ✓ дайте назву кожній речовині за систематичною номенклатурою.

Завдання 4.

Опрацюйте блок навчального матеріалу «Склад і назви основ» і порівняйте відповіді вашої групи з науковим поясненням.



Опрацюй

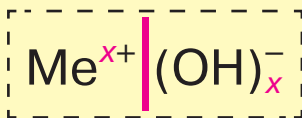
Зрозумій

Використай

СКЛАД І НАЗВИ ОСНОВ. До складу формульної одиниці основ входять металічний елемент та одна чи кілька одновалентних груп OH , які називають **гідроксильними групами**. Цим зумовлена інша назва основ — **гідроксиди**. Кількість груп OH у формульній одиниці основи дорівнює величині заряду катіона / ступеню окиснення металічного елемента в сполучі.

Оскільки основи — йонні сполуки, то в їхніх кристалах немає молекул. Формули основ показують не склад молекул, а співвідношення йонів металічного елемента та гідроксильних груп.

Основа — сполука, яка складається з катіонів металічного елемента Me^{x+} та аніонів гідроксильних груп (гідроксид-аніонів) OH^-



За сучасною хімічною номенклатурою назва основи складається з двох слів, вжитих у називному відмінку однини: перше слово — назва металічного елемента, друге слово — гідроксид (*див. рядок 1 таблиці 29*). Якщо металічному елементу властиві кілька значень ступеня окиснення, то у назві основи за хімічною номенклатурою його записують після назви елемента відповідною римською цифрою в дужках і вимовляють після назви елемента числівником (*див. рядки 2 і 3 таблиці 29*).

Таблиця 29

Приклади основ та їхніх назв

№ з/п	Формула	Назва за хімічною номенклатурою	Вимова
1	KOH	калій гідроксид	калій-гідроксид
2	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	купрум(II) гідроксид	купрум-два-гідроксид
3	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	ферум(III) гідроксид	ферум-три-гідроксид

Завдання 1. Скористайся таблицею 29 та поясненнями до неї, назви речовину $\text{Fe}(\text{OH})_2$ і склади формулу хром(II) гідроксиду.

ПОШИРЕННЯ У ПРИРОДІ І ЗАСТОСУВАННЯ ОСНОВ. Основи дуже рідко трапляються в природі. Проте вони використовуються в багатьох сферах життя, тож основи у великих обсягах синтезують на хімічних підприємствах. З прикладами застосування основ знайомить *малюнок 84*.



Мал. 84. Приклади застосування основ

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ І КЛАСИФІКАЦІЯ ОСНОВ. За нормальних умов основи перебувають у твердому агрегатному стані (за винятком амоній гідроксиду NH_4OH). Вони мають форму кристалів, луски і гранул різних розмірів. Розчини лугів милкі на дотик, прозорі, безбарвні. *Колаж, поданий на наступній сторінці, знайомить з деякими фізичними властивостями натрій гідроксиду.*



Завдання 2. Розглянь зразки основ на *малюнку 85* і заповни у зошиті *таблицю 30* належною інформацією про них.



а



б



в



г



д

Мал. 85. Зразки основ: а — калій гідроксид; б — натрій гідроксид;
в — хром(II) гідроксид; г — купрум(II) гідроксид; д — ферум(III) гідроксид

Деякі характеристики зображених основ

Назва основи	Формула основи	Агрегатний стан за нормальних умов	Колір

Як відомо, до фізичних властивостей речовин належить здатність розчинятися у воді. Щоб з'ясувати цю властивість будь-якої основи, можна виконати експеримент або скористатись довідковою таблицею «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді» (вміщено на форзаці 2 підручника). Наведений фрагмент цієї таблиці інформує про розчинність основ у воді.

	Катіони																	
Аніон	H ⁺	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Be ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Ag ⁺
OH ⁻	Г	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Х	Х



Речовина розчинна



Речовина малорозчинна



Речовина практично нерозчинна

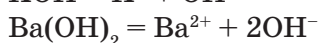
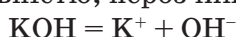


Речовина невідома



Речовина розкладається водою / гідролізується

За здатністю розчинятися у воді основи класифікують на розчинні (луги), нерозчинні й малорозчинні. У водному розчині луги дисоціюють повністю, нерозчинні основи майже не дисоціюють:

**Завдання 3.**

Склади в зошиті схему класифікації основ за розчинністю у воді, супроводжуй її прикладами.

ОСНОВИ І БЕЗПЕКА. Основи — важливі реагенти для хімічної промисловості й компоненти засобів повсякденного вжитку, але деякі гідроксиди (особливо концентровані) небезпечні для організму людини та пошкоджують різні матеріали.

Насамперед це стосується лугів, які у разі потрапляння на шкіру і слизові оболонки спричиняють важкі хімічні опіки, здатні руйнувати («роз'їдати») папір, тканини та інші матеріали. Тому їх називають їдкими лугами, наприклад NaOH — їдкий натр. Під час роботи з такими речовинами варто бути максимально обережним і завжди звертати увагу на застережні знаки (мал. 86, с. 226).



**Їдка
речовина**



**Працювати
в захисних рукавичках**



**Працювати
в захисних окулярах**

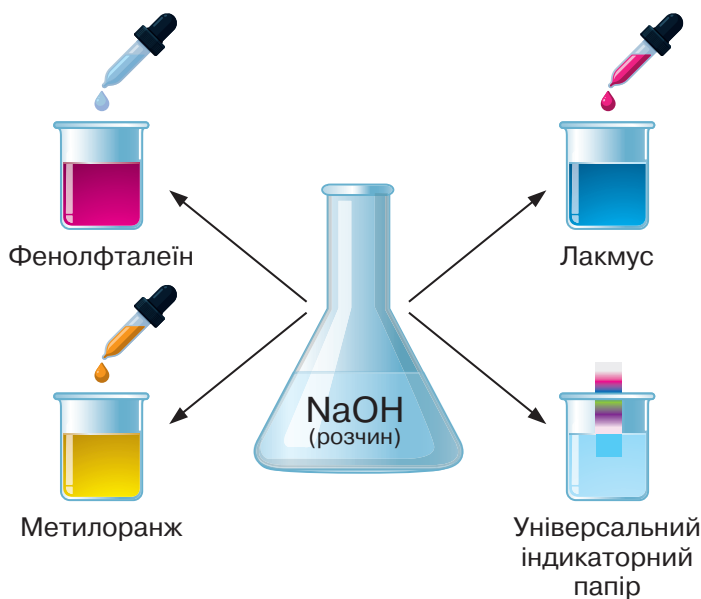
Мал. 86. Застережні знаки на пакованні й посудинах з лугами

У шкільному кабінеті хімії використовують розбавлені розчини лугів і нерозчинні основи, однак досліди з ними потребують дотримання правил безпеки. Якщо на шкіру потрапив розчин лугу, негайно змий його великою кількістю води, аж доки не зникне відчуття милкості, а потім промий цю ділянку шкіри слабким розчином борної чи лимонної кислоти.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВ.

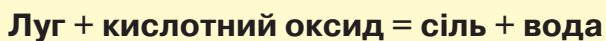
1. Дія лугів на індикатори.

Розчини лугів здатні змінювати забарвлення індикаторів (мал. 87).

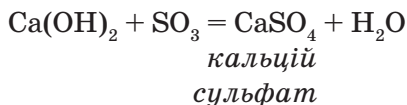
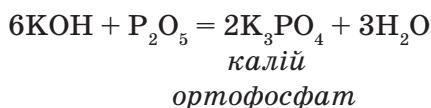


Мал. 87. Кольори індикаторів у розчинах лугів на прикладі NaOH

2. Взаємодія лугів з кислотними оксидами.



Луги взаємодіють з кислотними оксидами, утворюючи сіль кислоті, якій відповідає взятий для реакції оксид, і воду. Наприклад:



Завдання 4. Скористайся рівняннями, розміщеними над цим завданням, і:
1) запиши формули і назви кислотних оксидів; **2)** формули і назви кислот, які їм відповідають.

3. Взаємодія основ із кислотами. Реакція нейтралізації.

Розчинні та нерозчинні у воді основи реагують з кислотами за схемою:

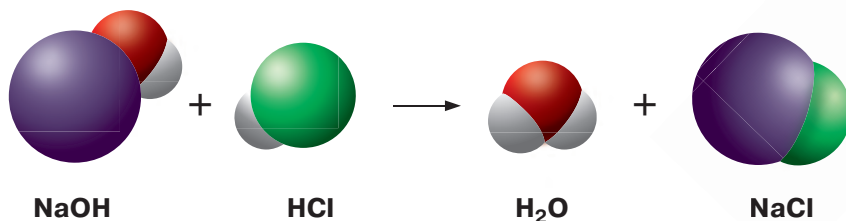


Приклад 1. Взаємодія лугу (розчинної основи) з кислотою.



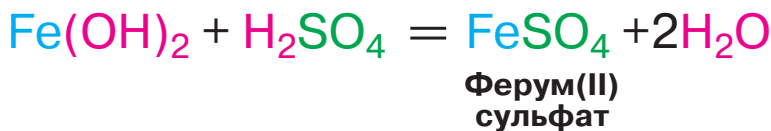
Зверни увагу: у реакцію вступають дві складні речовини — натрій гідроксид і хлоридна кислота. Під час реакції вони обмінюються своїми частинами. Унаслідок цього утворюються дві нові складні речовини — сіль натрій хлорид і вода.

Зазначене наочно продемонстровано на моделі розглянутої реакції (мал. 88).



Мал. 88. Модель взаємодії натрій гідроксиду з хлоридною кислотою

Приклад 2. Взаємодія нерозчинної основи з кислотою.



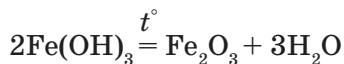
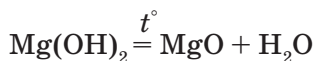
Як і в прикладі 1, у реакції відбувся обмін між складниками основи і кислоти з утворенням солі й води.

Реакції між основою і кислотою з утворенням солі та води називаються **реакціями нейтралізації**.

4. Розкладання нерозчинних основ під час нагрівання.

Розкладання нерозчинних основ під час нагрівання відбувається за схемою:

Нерозчинна основа $\xrightarrow{t^\circ}$ оксид + вода



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВ



Неухильно дотримуйся правил безпеки під час роботи з речовинами та обладнанням.

Дослідження 1. Дія лугів на індикатори.

Тобі знадобляться: розчини натрій гідроксиду і барій гідроксиду, індикатори: лакмус, метилоранж, фенолфталеїн, універсальний індикаторний папір, піпетка або скляна паличка.

Крок 1. Склади план дослідження дії лугів на індикатори і виконай його.

Крок 2. Заповни у зошиті таблицю 31 результатами спостережень.

Таблиця 31

Луг		Забарвлення індикатора			
формула	назва	лакмус	метил-оранж	фенолфталеїн	універсальний індикаторний папір

Крок 4. Напиши рівняння дисоціації досліджених лугів (у разі необхідності скористайся параграфом 12). Який спільний йон зумовлює однакову зміну забарвлення індикаторів у розчинах лугів?

Крок 5. Співстав результати дослідження з даними таблиці 8 на сторінці 78.

Дія лугів на індикатори зумовлена наявністю в розчині гідроксид-аніонів OH^- , що утворюються внаслідок дисоціації лугу.

Дослідження 2. Взаємодія лугів з кислотами в розчині.

Тобі знадобляться: розчини лугів (наприклад, натрій гідроксид, калій гідроксид, барій гідроксид), індикатори, розчини кислот (наприклад, хлоридної, нітратної чи сульфатної), пробірки, штатив для пробірок.

Крок 1. У пробірку налий 1–1,5 мл розчину досліджуваного лугу і додай кілька крапель фенолфталеїну. Зверни увагу на забарвлення розчину.

Крок 2. Обережно долий у пробірку з розчином лугу наявний розчин кислоти (приблизно такий самий об'єм, як і розчину лугу). Спостерігай за змінами, що відбуваються.

Крок 3. Заповни у зошиті таблицю 32 результатами спостережень.

Таблиця 32

Формула лугу	Забарвлення після додавання фенолфталеїну	Формула кислоти	Забарвлення після доливання розчину кислоти

Крок 4. Склади рівняння проведеної хімічної реакції, зазнач її тип і назви продуктів реакції.



Завдання 1. Дослідіть хімічні властивості нерозчинної основи, виконавши дослідження 3 і 4.

Дослідження 3. Добування нерозчинної основи $\text{Cu}(\text{OH})_2$ та її розкладання під час нагрівання.

Крок 1. Виконайте дослід, керуючись інструкцією у відео за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/dLi8B> чи QR-кодом.

За відсутності необхідного обладнання і речовин проаналізуйте відеоінструкцію як віртуальний експеримент. Зафіксуйте спостереження у зошиті.

Крок 2. На основі результатів дослідів, отриманих практично або візуально, виконайте завдання 2.1–2.4.

2.1. Складіть перелік речовин та обладнання, використаних у дослідженні.

2.2. Запишіть рівняння реакцій, які відбувалися в експерименті. Укажіть ознаки цих реакцій.

2.3. Зазначте типи хімічних реакцій.

2.4. Назвіть продукти хімічних реакцій і класи сполук, до яких вони належать.



Дослідження 4. Взаємодія купрум(II) гідроксиду з нітратною кислотою.

Крок 1. Виконайте дослід, керуючись інструкцією у відео за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/43nwa> чи QR-кодом.



За відсутності необхідного обладнання і речовин проаналізуйте відеоінструкцію як віртуальний експеримент. Зафіксуйте спостереження у зошиті.

Крок 2. На основі результатів досліду, отриманих практично або візуально, складіть рівняння проведеної хімічної реакції, зазначте її тип і утворені продукти реакції.

Завдання 2. Обговоріть результати проведених досліджень з іншими групами.



Медіапошук

Скористайся доступними джерелами інформації і підготуй повідомлення, презентацію чи інфографіку про те, як основи застосовують у різних галузях для досягнення цілей сталого розвитку (очищення води, безпечне виробництво, відповідальне споживання). Дізнайся про здобутки українських і закордонних фахівців і фахівчинь у цій галузі.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Склади формули гідроксидів Цинку, Літію, Барію, Купруму(II), Хрому(III), Алюмінію. Назви поміж них луги.
2. Уяви, що ти маєш дві пробірки з безбарвними прозорими рідинами: хлоридною кислотою і розчином калій гідроксиду. Запропонуй кілька способів, щоб розпізнати вміст пробірок.
3. У кожному переліку обери формулу, що є зайвою стосовно можливих реакцій з основами:

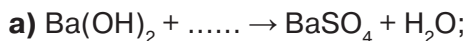
а) SO_2 , MgO , HNO_3 ;

б) H_2SO_4 , SO_3 , BaO .

Обґрунтуй свій вибір, склавши відповідні рівняння хімічних реакцій.

4. Поясни, чому під час дослідів із лугами:
 - а) не можна допускати, щоб гранули натрій гідроксиду контактували з шкірою рук;
 - б) обов'язково надягають халат або інший захисний одяг.
5. Запропонуй кілька способів, щоб з'ясувати, чи розчиняється плюмбум(II) гідроксид у воді.
6. Склади таблицю, в якій порівняй за різними ознаками калій гідроксид і ферум(III) гідроксид.

7. Відтвори рівняння хімічних реакцій за наведеними фрагментами схем:



Укажи типи наведених реакцій, назви їхні реагенти і продукти за систематичною номенклатурою.

8. Обчисли масу хлоридної кислоти, необхідної для нейтралізації барій гідроксиду кількістю речовини 6 моль.
9. Дізнайся з етикеток, у яких засобах побутової хімії містяться основи. Склади їх перелік, зазнач призначення кожного засобу. Якщо на етикетці очисного засобу зазначено «містить NaOH», то яких запобіжних заходів необхідно дотримуватися під час використання засобу?



§ 40

СОЛІ: СКЛАД, ВЛАСТИВОСТІ, ЗАСТОСУВАННЯ



Пригадуємо й застосовуємо

- У наведеному переліку вибери хімічні формули кислот, укажи валентність їхніх кислотних залишків:



- Що спільного у продуктах реакцій, які відбуваються за напів-схемами:



- Які кристалічні ґратки має речовина, що складається з катіонів та аніонів?



Опрацюй

Зрозумій

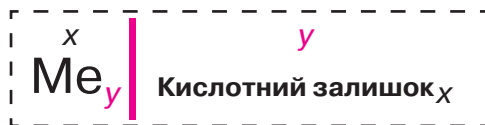
Використай

СКЛАД І ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ. Для з'ясування складу солей порівнюємо формули двох відомих тобі солей: натрій хлорид NaCl (кухонна сіль) і кальцій карбонат CaCO_3 (основний складник крейди, мармуру і шкаралупи курячого яйця).

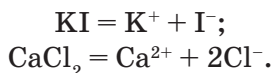
Металічний елемент	Кислотний залишок
Na	Cl
Ca	CO_3

Як бачиш, у формулах першим записано символ металічного елемента, після нього — кислотний залишок. У розглянутих речовинах є кислотний залишок хлоридної кислоти HCl і кислотний залишок карбонатної кислоти H_2CO_3 .

Формулу солей можна записати в загальному вигляді:



З параграфа 12 тобі стало відомо, що солі дисоціюють на йони — катіони металічних елементів й аніони кислотних залишків, наприклад:



Солі — неорганічні сполуки, складниками яких є катіони металічних елементів та аніони кислотних залишків.

Оскільки структурними частинками солей є катіони й аніони, то всі солі мають йонні кристалічні ґратки. Саме тому солі за нормальних умов — це тверді кристалічні речовини різного кольору (мал. 89). Багатьом солям властиві високі температури плавлення.



Мал. 89. Приклади солей різного кольору

За здатністю розчинятись у воді солі поділяють на розчинні, малорозчинні і нерозчинні.

Завдання 1. Скористайся таблицею розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей та наведи приклади речовин кожної з цих груп.

ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Може скластися хибне враження, що весь клас неорганічних сполук, який ми називаємо солями, дістав свою назву через солоний смак. Насправді єдина сіль, яка має цей добре знайомий смак і яка використовується у кулінарії, — це натрій хлорид, або кухонна сіль. Вона життєво необхідна людині, адже підтримує склад крові, бере участь в утворенні шлункового соку.

Кухонна сіль є основним консервантом, який використовують для тривалого зберігання продуктів харчування. У медицині натрій хлорид вводять пацієнтам внутрішньовенно у вигляді фізіологічного розчину для відновлення водно-сольового балансу організму.

Існують солі різні на смак або без смаку. Наприклад, солі Берилію солодкі на смак, а кальцій карбонат не має смаку. Магній сульфат MgSO_4 гіркий на смак.

Як бачиш, назва «солі» стосується хімічного складу речовин, а не їхніх смакових якостей.

! Пам'ятай: у кабінеті хімії куштувати солі та інші речовини суворо заборонено!

НОМЕНКЛАТУРА І СКЛАДАННЯ ФОРМУЛ СОЛЕЙ. Кожна сіль має власну хімічну назву, яка складається з двох слів: назви металічного елемента та назви кислотного залишку в називному відмінку, наприклад NaCl — натрій хлорид. Докладну інформацію про номенклатуру солей вміщено у параграфі 3 (с. 21).

Під час складання назв і запису формул солей у пригоді стане *таблиця 33*.

Таблиця 33

КИСЛОТА		КИСЛОТНИЙ ЗАЛИШОК		
Формула	Назва	Склад	Величина заряду	Назва
HCl	хлоридна	Cl	1	хлорид
HNO_3	нітратна	NO_3	1	нітрат
H_2SO_4	сульфатна	SO_4	2	сульфат
H_2SO_3	сульфітна	SO_3	2	сульфіт
H_2S	сульфідна	S	2	сульфід
H_2SiO_3	силікатна	SiO_3	2	силікат
H_2CO_3	карбонатна	CO_3	2	карбонат
H_3PO_4	ортофосфатна	PO_4	3	ортофосфат

Щоб правильно записати формулу солі, необхідно знати величину заряду катіона металічного елемента та величину заряду аніона кислотного залишку.

Для складання формули солі потрібно знати заряди катіона й аніона, а також зважати на те, що сіль — сполука електронейтральна. У структурній одиниці солі сумарний заряд катіонів металічного елемента дорівнює сумарному заряду аніонів кислотного залишку.



Завдання 1. Ознайомтесь з алгоритмом складання формул солей (таблиця 34). Якщо під час роботи виникнуть запитання або труднощі — зверніться до вчителя за поясненням.

Таблиця 34

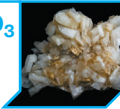
Алгоритм складання формул солей

Послідовність дій		Приклади	
		Барій нітрат	Хром(III) сульфат
1	Записуємо формульну одиницю солі й зазначаємо числові значення зарядів іонів металічного елемента й кислотного залишку	$\begin{matrix} 2 & 1 \\ \text{Ba} & \text{NO}_3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 3 & 2 \\ \text{Cr} & \text{SO}_4 \end{matrix}$
2	Обчислюємо найменше спільне кратне (НСК) для числових значень зарядів катіона металічного елемента й аніона кислотного залишку	$\begin{matrix} & 2 \\ 2 & 1 \\ \text{Ba} & \text{NO}_3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} & 6 \\ 3 & 2 \\ \text{Cr} & \text{SO}_4 \end{matrix}$
3	Обчислюємо відповідні індекси шляхом ділення найменшого спільного кратного на числові значення зарядів катіона й аніона	а) $2:2 = 1$ (індекс Ba) б) $2:1 = 2$ (індекс NO_3)	а) $6:3 = 2$ (індекс Cr) б) $6:2 = 3$ (індекс SO_4)
4	Записуємо хімічну формулу солі	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

Завдання 2. Скориставшись алгоритмом складання формул солей і таблицею 33 (с. 233), напишіть формули солей: калій нітрат, цинк сульфат, купрум(II) хлорид, алюміній ортофосфат, барій сульфід.

Завдання 3. Назвіть солі за їхніми хімічними формулами: MgCl_2 , Na_3PO_4 , PbCO_3 , CuCl , Na_2SiO_3 .

ПОШИРЕНІСТЬ У ПРИРОДІ І ЗАСТОСУВАННЯ СОЛЕЙ. Солі — один з найпоширеніших класів неорганічних сполук на Землі. Вони у певних кількостях входять до складу організмів, природних солоних вод, є основними речовинами багатьох гірських порід (мал. 90).

$MgCO_3$ магнезит Правдинське родовище (Дніпропетровська обл.)		$MgCO_3 \cdot CaCO_3$ доломіт Завадіївське родовище (Тернопільська обл.)		KCl калійна сіль Калуш (Івано-Франківська обл.), Стебник, Солотвино (Закарпаття)	
NaCl кухонна сіль (галіт) морська вода, (Артемівськ)		СОЛІ У ПРИРОДІ		$CaSO_4$ у складі гіпсу, родовища у Донецькій та Івано-Франківській областях	
$CaCO_3$ крейда (Крим, Донбас)				$CaSO_4$ у складі гіпсу, родовища у Донецькій та Івано-Франківській областях	
$Ca_3(PO_4)_2$ у складі фосфоритів (Закарпаття)		$FeCO_3$ сидерит у Карпатах поблизу Рахова і на Донбасі		$BaSO_4$ барит Беганське родовище (Закарпаття)	

Мал. 90. Солі в гірських породах

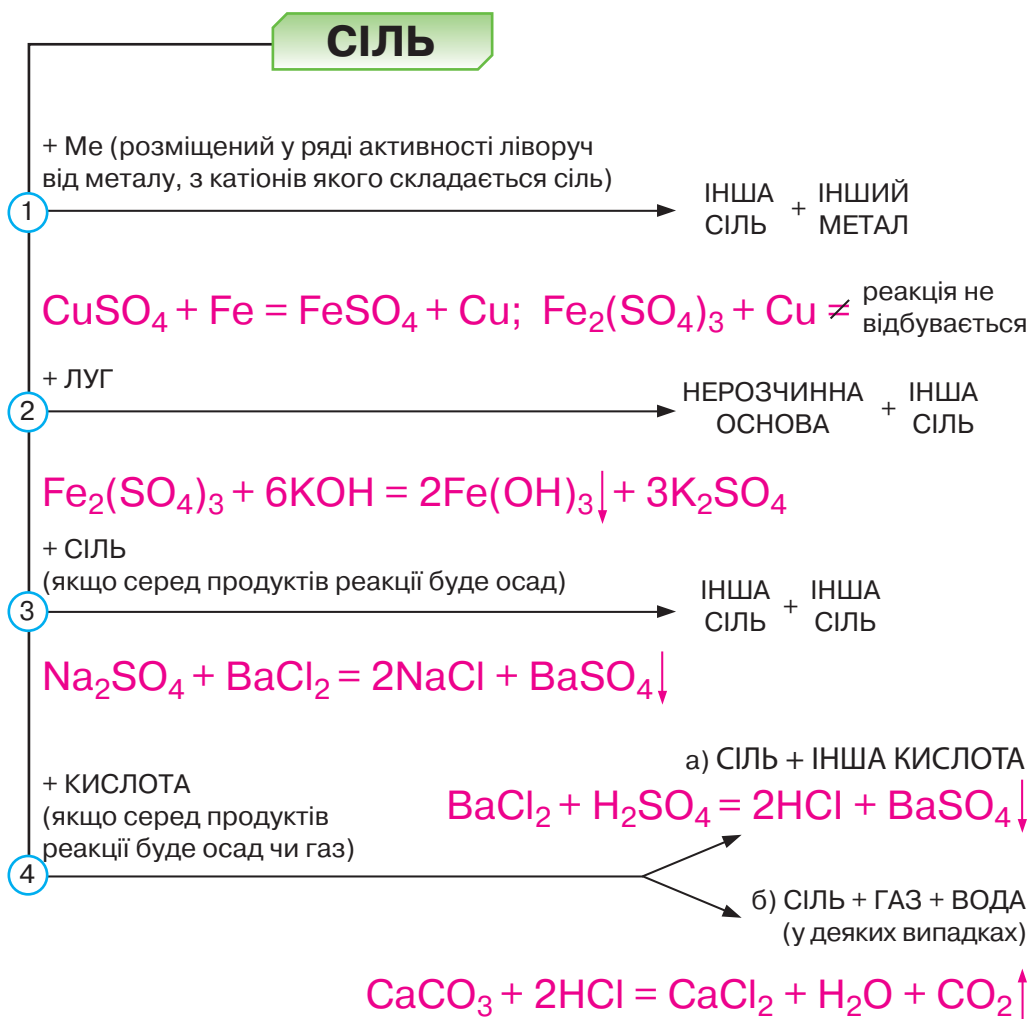
Із практичним застосуванням солей знайомить *малюнок 91.*



Мал. 91. Приклади застосування солей

Завдання 2. Підготуй постер «Солі: користь для людини і країни». Зверни увагу на сфери застосування солей: промисловість і технології (наприклад, виробництво скла, добрив, ліків); екологія (очищення води, збереження ґрунтів, утилізація відходів); мистецтво; медицина й побут. Оформ результати у зручній для тебе формі (плакат, слайди, відео тощо) і підготуйся презентувати учнівству.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ. Типові хімічні властивості солей і відповідні приклади їх прояву подано на схемі (мал. 92).

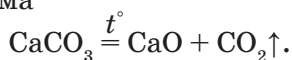


Мал. 92. Типові хімічні властивості солей

Зверни увагу, що у розглянутих рівняннях хімічних реакцій один або обидва реагенти перебувають у розчиненому стані, тобто дисоційовані на йони.

Завдання 3. Склади йонні рівняння для двох прикладів, поданих на малюнку 92.

Деякі солі, наприклад, карбонати, силікати, нітрати, розкладаються під час нагрівання, зокрема



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ



Дослідження виконуй у групі, неухильно дотримуючись правил безпеки під час роботи з речовинами та обладнанням.

Крок 1. Виконайте досліди, керуючись інструкцією у відео за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/1EXFx> чи QR-кодом. За відсутності необхідного обладнання і речовин проаналізуйте відеоінструкцію як віртуальний експеримент. Зафіксуйте спостереження у зошиті.



Крок 2. На основі результатів дослідів, отриманих практично або візуально, виконайте завдання **2.1–2.4**.

- 2.1.** Складіть перелік дослідів, проведених особисто чи продемонстрованих у відео. До кожного дослідів запишіть використані речовини та обладнання.
- 2.2.** Запишіть рівняння реакцій, які відбувалися в експерименті. Укажіть ознаки цих реакцій. В яких випадках використано таблицю розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді?
- 2.3.** Зазначте типи проведених хімічних реакцій.
- 2.4.** Назвіть продукти хімічних реакцій і класи сполук, до яких вони належать.

Крок 3. Сформулюйте **ВИСНОВОК**, які хімічні властивості солей досліджено експериментально.



Медіапошук

З доступних джерел інформації дізнайся про три найважливіші напрями використання солей в Україні. Підготуй аргументи, чому саме ці напрями є пріоритетними (наприклад, економічне значення, екологічна користь, вплив на здоров'я населення, наукові перспективи тощо). Оформ результати своєї роботи і підготуйся презентувати їх учнівству.



ТОБІ ДО СНАГИ

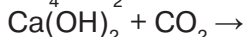
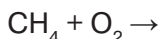
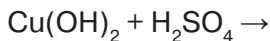
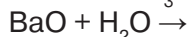
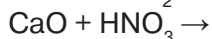
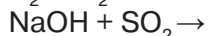
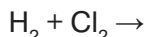
- 1.** Напиши формули солей за їхніми назвами: натрій карбонат, калій силікат, цинк сульфід, ферум(III) нітрат.
- 2.** Назви солі за їхніми хімічними формулами: FeS , AgNO_3 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$, $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$.

3. Заповни в зошиті таблицю 35 інформацією про солі, вміщені на малюнку 89 (с. 232).

Таблиця 35

Назва солі	Хімічна формула	Фізичні властивості		
		агрегатний стан (н. у.)	колір	розчинність у воді

4. Чи погоджуєшся ти з твердженням: «Солі — це продукти заміщення атомів Гідрогену в кислоті на йони металічного елемента»? Обґрунтуй свою відповідь записами хімічних рівнянь.
5. Склади не менше ніж три рівняння реакцій, у результаті яких утворюється барій сульфат.
6. Перетвори напівсхеми хімічних реакцій, продуктами яких є солі, на рівняння. Назви ці солі.



7. Проведи домашнє дослідження «Солі у моєму домі». Знайди щонайменше три побутові вироби або харчові продукти, у складі яких є солі. Для кожного з них зазнач назву солі (якщо вказана на етикетці; або дізнайся її з додаткових джерел інформації), хімічну формулу цієї солі (якщо знаєш або можеш знайти). Поясни, яку функцію виявлена сіль виконує в цьому виробі чи продукті (наприклад, консервант, очисник, смакова добавка). Оформ результати у зручній для тебе формі (плакат, слайди, відео тощо) і підготуйся презентувати їх учнівству.



§41

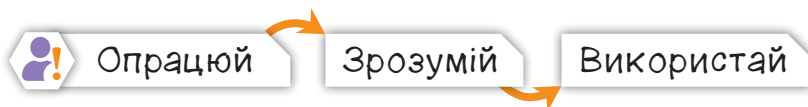
КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ЗА КІЛЬКІСТЮ І СКЛАДОМ РЕАГЕНТІВ І ПРОДУКТІВ РЕАКЦІЇ



Пригадуємо й застосовуємо

- Які явища називають фізичними, а які — хімічними, або хімічними реакціями?
- З дотриманням якого закону записують рівняння хімічних реакцій?

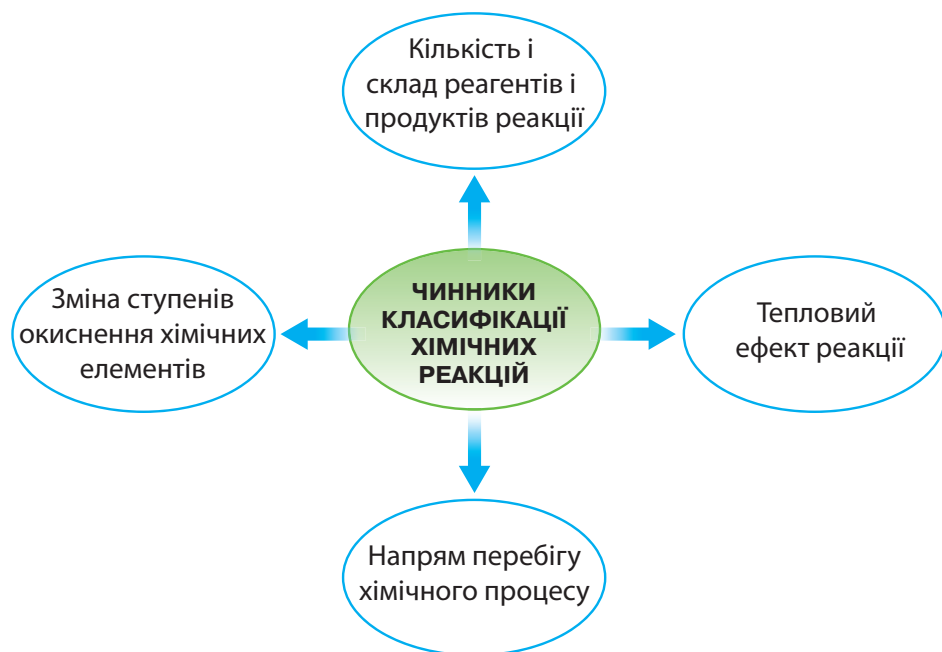
- *Серед наведених явищ назви хімічні: розпилювання залізничної рейки, видобуток заліза із залізної руди, іржавіння залізної огорожі, замерзання води, випаровування води, розкладання води електричним струмом, «гасіння» кальцій оксиду водою, притягання залізних цвяхів до магніту. За якою ознакою ти визначаєш хімічні явища? Аргументуй свій вибір.*
- *Які типи хімічних реакцій тобі відомі?*
- *Як довести, що продуктом реакції є: а) кисень; б) вуглекислий газ?*



У докiллі відбувається величезна кiлькiсть явищ, проте не всi вони супроводжуються перетворенням одних речовин на iншi. Тож, розрiзняють фiзичнi i хiмiчнi явища, або **хiмiчнi реакцiї**.

Упродовж трьох рокiв вивчення хiмiї тобi стали вiдомi рiзноманiтнi хiмiчнi реакцiї, деякi з них були проведенi тобою власноруч. Структурувати набуту, а також нову iнформацiю про хiмiчнi реакцiї допоможе тобi ознайомлення iз класифiкацiями хiмiчних реакцiй.

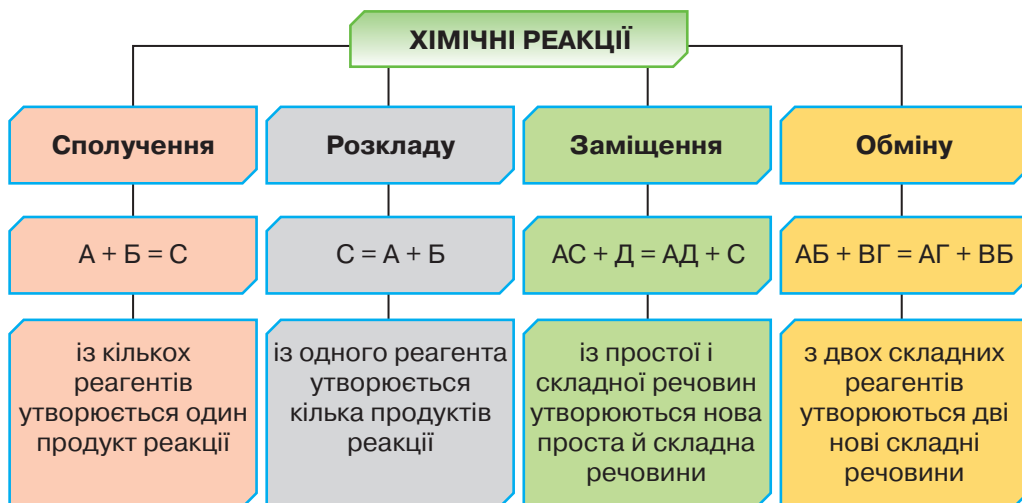
КЛАСИФIКАЦIЯ ХIМIЧНИХ РЕАКЦIЙ. Їхню багатоманiтнiсть класифiкують за рiзними ознаками. Ознайомся з основними класифiкацiйними ознаками / характеристиками, за якими в науцi упорядковано хiмiчнi реакцiї (мал. 93).



Мал. 93. Ознаки класифікації хімічних реакцій

Ти неодноразово мав / мала справу з поділом хімічних реакцій за такою класифікаційною ознакою, як кількість і склад реагентів та продуктів реакції.

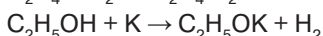
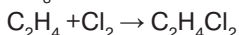
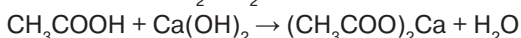
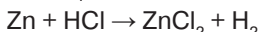
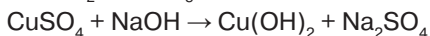
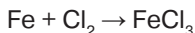
КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКА ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ЗА СКЛАДОМ І КІЛЬКІСТЮ РЕАГЕНТІВ І ПРОДУКТІВ РЕАКЦІЇ



Завдання 1.

Систематизуйте ваші знання про хімічні реакції, класифіковані за кількістю та складом реагентів і продуктів реакції. Для цього:

1.1. Наведені схеми хімічних реакцій перетворіть на хімічні рівняння.



1.2. Прочитайте кожне рівняння вголос.

1.3. Укажіть, до якого типу хімічних реакцій, визначеного за класифікаційною ознакою «Кількість і склад реагентів і продуктів реакції», належить кожна реакція.

Завдання 2.

Наведіть відомості про реагенти й продукти розглянутих реакцій за такими пунктами:

2.1. Прості чи складні речовини переважають у рівняннях реакцій.

2.2. Індивідуальні назви неорганічних речовин.

2.3. Індивідуальні назви органічних речовин.

Завдання 3.

Сформулюйте визначення кожного типу хімічних реакцій, класифікованого за ознакою «Кількість і склад реагентів і продуктів реакції».

Завдання 4.

Обмінйтесь з іншою групою результатами групової роботи, щоб пересвідчитись у правильності відповідей.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ Й КЛАСИФІКУВАТИ ЇХ ЗА КІЛЬКІСТЮ І СКЛАДОМ РЕАГЕНТІВ І ПРОДУКТІВ РЕАКЦІЇ

! Дотримуйся правил безпеки під час проведення досліджень.

Дослідження 1. Взаємодія міді з киснем.

Тобі знадобляться: мідна пластинка чи мідний дріт у формі спіралі, затискач / щипці для закріплення мідного виробу, спиртівка, сірники.

Крок 1. Закріпи мідний виріб у затискачі / щипцях.

Крок 2. Запали спиртівку і починай нагрівати над її полум'ям мідний виріб в його якійсь одній частині.

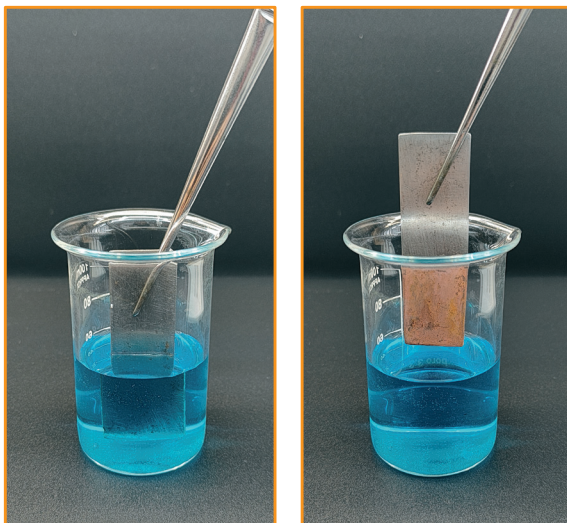
Крок 3. Під час нагрівання спостерігай за зміною кольору, порівнюючи з кольором міді до нагрівання. Після досягнення чорного кольору у ділянці, що нагрівалась, припини нагрівання.

Крок 4. Напиши рівняння проведеної хімічної реакції, зазнач продукт реакції, тип реакції, ознаку, за якою було зроблено висновок про перебіг хімічного явища.

Дослідження 2. Взаємодія заліза з купрум(II) сульфатом.

Тобі знадобляться: залізна пластинка або залізний цвях, пінцет, розчин купрум(II) сульфату, хімічна склянка.

Крок 1. Хімічну склянку наполовину наповни розчином купрум(II) сульфату, помісти в неї залізний виріб, як показано на малюнку 94.



Мал. 94. Взаємодія заліза з купрум(II) сульфатом

До появи ознак реакції треба зачекати кілька хвилин, і ще необхідний час для того, щоб ознака стала виразною. Тому залиш все, як є, і берись до виконання наступних двох досліджень. Після їх проведення та опису одержаних результатів продовж виконувати **крок 1** цього дослідження.

Крок 2. Напиши рівняння реакції, пам'ятаючи, що в утвореному продукті реакції Ферум двовалентний.

Крок 3. Зазнач, до якого типу хімічних реакцій за ознакою «Кількість і склад реагентів і продуктів реакції» належить проведена тобою реакція, назви її продукти.

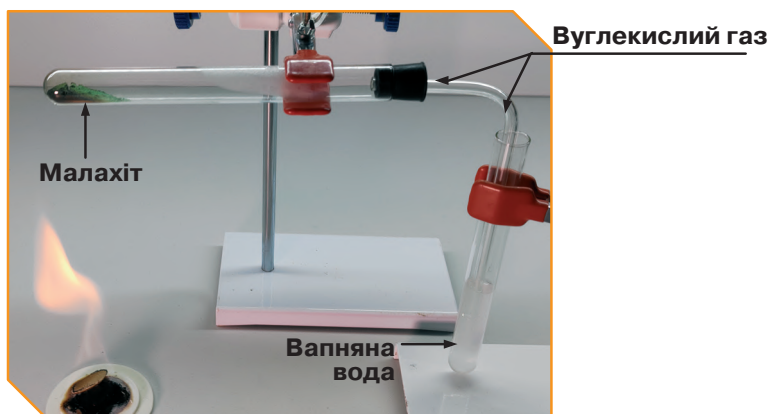
Дослідження 3. Розклад малахіту $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ за нагрівання.

Тобі знадобляться: порошок малахіту, спиртівка, прилад для добування газів або корок із газовідвідною трубкою, вапняна вода, пробірка, штатив для пробірок, сірники / запальничка.

Крок 1. Перевір прилад для добування газів на герметичність і насяп у нього порошку малахіту так, щоб він заповнив пробірку приладу приблизно на 2 см її висоти.

Крок 2. У чисту пробірку налий 2 мл вапняної води. Встанови пробірку з вапняною водою у штатив для пробірок.

Крок 3. Збери прилад, як схематично показано на малюнку 95, і проведи хімічну реакцію. Кінець газовідвідної трубки занурюй у вапняну воду після того, як почнеться виділення вуглекислого газу. Те, що виділяється саме вуглекислий газ, а не кисень чи водень, перевіряй тліючою скіпкою.



Мал. 95. Дослідження розкладу малахіту за нагрівання

У цьому дослідженні можна наповнити вапняною водою не пробірку, а хімічну склянку або колбу. Тоді її можна поставити на стіл і штатив для пробірки не знадобиться.

Обережно нагрій пробірку з малахітом за допомогою спиртівки. Спостерігай за змінами, що відбуваються з речовинами під час реакції, фіксуй появу крапель води у пробірці з малахітом поблизу корка; виділення бульбашок газу, що з'являються у пробірці з вапняною водою; зміну кольорів речовин та утворення білого осаду у пробірці з вапняною водою. Після утворення білого осаду у пробірці, що була наповнена вапняною водою, і появи у пробірці з малахітом речовини чорного кольору припини нагрівання й відразу ж від'єднай газовідвідну трубку від пробірки з вапняною водою.

Крок 4. Зазнач, скільки продуктів реакції утворюється внаслідок розкладу малахіту (пригадай, що купрум(II) оксид має чорний колір), напиши рівняння проведеної хімічної реакції і зазнач, до якого типу вона належить.

Крок 5. Напиши, які фізичні явища засвідчили, що реакція розкладу малахіту відбулася.
Переглянь відео проведення цього дослідження за по-
кликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/krFBI> чи QR-
кодом.



Дослідження 4. Взаємодія магній сульфату з барій нітратом.

Тобі знадобляться: розчини магній сульфату й розбавленої нітратної кисло-
ти, пробірка, штатив для пробірок, скляна паличка для перемішування.

Крок 1. Налий у пробірку 2 мл розчину магній сульфату й долий приблизно
стільки само розчину барій нітрату. Уміст пробірки перемішай скляною палич-
кою.

Крок 2. Фіксуй зміни, що відбулись після зливання розчинів двох солей. Про
що вони свідчать?

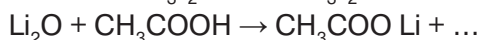
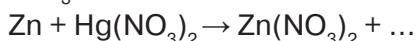
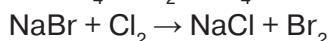
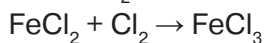
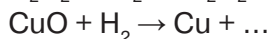
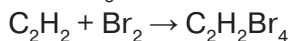
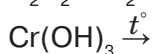
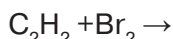
Крок 3. Напиши молекулярне, повне та скорочене йонні хімічні рівняння про-
веденої реакції і визнач, завдяки утворенню якої речовини реакція відбулася
до кінця.

Крок 4. Проаналізуй склад речовин до і після реакції, сформулуй **ВИСНОВОК**,
до якого типу хімічних реакцій вона належить.



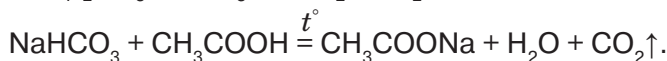
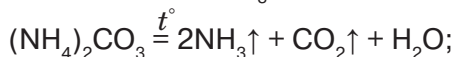
ТОБІ ДО СНАГИ

1. За якими ознаками класифікують хімічні реакції?
2. Чим реакція сполучення відрізняється від реакції розкладу?
3. Продуктами якої реакції — обміну чи заміщення — є дві складні речовини?
4. Напиши рівняння реакцій за схемами, зазнач тип хімічної реакції.



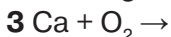
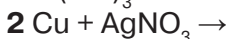
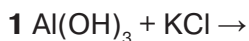
5. Наведи по два приклади речовин атомної, молекулярної, йонної
будови, формули яких трапляються у рівняннях із завдання 4.

6. Зазнач, до яких типів хімічних реакцій належать реакції, завдяки яким розпушують тісто за допомогою амоній карбонату $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ чи харчової соди NaHCO_3 й оцту (етанової кислоти CH_3COOH):



7. Наведи приклади й склади рівняння реакцій сполучення та обміну за участю натрій оксиду.
8. Увідповідни напівсхеми рівнянь реакцій та їхні типи.

Напівсхема



Тип реакції

А реакція розкладу

Б реакція сполучення

В реакція обміну

Г реакція заміщення

9. Кисень в лабораторії можна добути реакцією розкладу натрій нітрату, що відбувається за схемою $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{O}_2$. Сформулюй перелік обладнання і реактивів для добування кисню з натрій нітрату та доведення утворення кисню. Склади покроковий план виконання дослідження та проведи уявний експеримент.



§42

КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ЗА ТЕПЛОВИМ ЕФЕКТОМ



Пригадаємо й застосуємо

- Що таке реакції горіння? Наведи приклади.
- Які речовини є продуктами горіння вуглеводнів у кисні?
- Що відбувається з хімічними зв'язками речовин під час їх розчинення у воді та на якому етапі виготовлення розчинів теплота поглинається, а на якому виділяється?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ ТЕПЛОВОГО ЕФЕКТУ ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ. З фізики тобі відомі фізична величина енергія, а також теплові явища, під час яких теплота передається від більш нагрітого до менш нагрітого тіла. Завдяки енергії тіла виконують роботу. Існують різні види енергії, зокрема й **хімічна**.

Енергію, що зберігається / акумулюється в хімічних зв'язках структурних частинок речовини і вивільняється під час хімічних реакцій, називають **хімічною енергією**.

Вона складається з енергії взаємодії структурних частинок речовини (атомів, молекул, йонів тощо) та енергії усіх видів їхнього руху.

Під час хімічних реакцій зв'язки між структурними частинками реагентів руйнуються. Цей процес завжди супроводжується поглинанням енергії. Утворення нових зв'язків у продуктах хімічної реакції супроводжується виділенням енергії. Розглянуті процеси взаємопов'язані — без першого не відбувається другий. Якщо на руйнування хімічних зв'язків у реагентах енергії витрачається менше, ніж її виділяється під час утворення хімічних зв'язків у продуктах реакції, то «надлишок» енергії виділяється в навколишнє середовище у вигляді теплової, а іноді й світлової енергії.

Завдання 1. Пригадай, як горить паливо, а також фізичні явища, що супроводжують реакцію горіння.

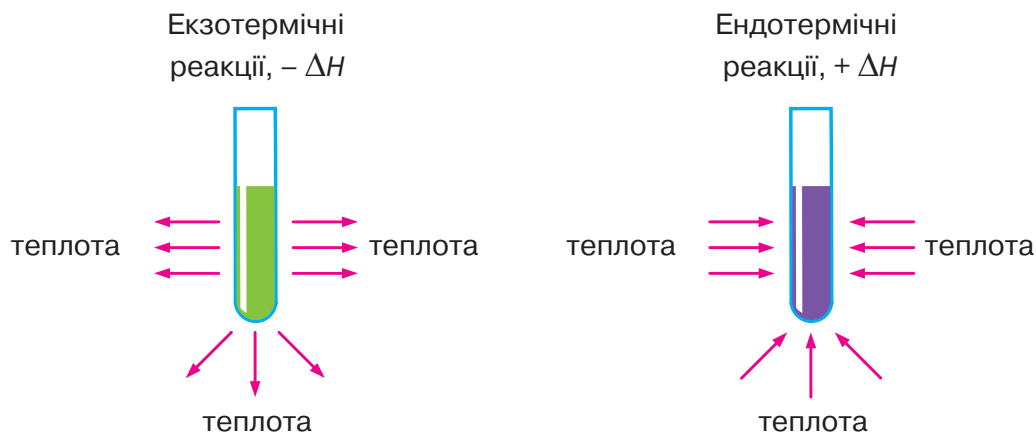
Якщо ж руйнування хімічних зв'язків у реагентах потребує більше енергії, ніж її виділиться внаслідок утворення нових зв'язків у продуктах реакції, то теплота під час реакції виділятися не буде, а, навпаки, виникає необхідність у її додатковому надходженні з довкілля. Без цього взаємодія речовин не відбудеться.

Руйнування хімічних зв'язків у реагентах потребує додаткових енергетичних затрат (наприклад, нагрівання). Утворення нових хімічних зв'язків у продуктах реакцій супроводжується виділенням теплової енергії. Здебільшого це різні кількості теплоти. Різниця між ними називається **тепловим ефектом хімічної реакції**. У деяких реакціях вона істотна, наприклад під час горіння різних видів палива, в інших — незначна, наприклад у реакціях нейтралізації лугу кислотою.

Тепловий ефект хімічної реакції — це кількість теплоти, яка виділяється або поглинається під час хімічної реакції.

Тепловий ефект реакції позначають ΔH (читається «дельта-аш») і вимірюють у джоулях (Дж).

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕАКЦІЙ ЗА ТЕПЛОВИМ ЕФЕКТОМ. Тепловий ефект хімічної реакції є ознакою для класифікації реакцій на **екзотермічні** й **ендотермічні** (мал. 96, с. 246).



Мал. 96. Класифікація хімічних реакцій за тепловим ефектом

Екзотермічні реакції — реакції, під час яких теплота виділяється в навколишнє середовище; **ендотермічні реакції** — реакції, під час яких теплота поглинається із навколишнього середовища.

Термохімічні рівняння відрізняються від молекулярних тим, що в одному рядку з рівнянням хімічної реакції через крапку з комою (;) зазначено тепловий ефект хімічної реакції. Для екзотермічних реакцій він від'ємний, для ендотермічних — додатний.

Приклад 1. Термохімічне рівняння екзотермічної реакції.



Як бачимо, взаємодія азоту кількістю речовини 1 моль з воднем кількістю речовини 3 моль супроводжується виділенням у навколишнє середовище 92 кДж теплоти.

Приклад 2. Термохімічне рівняння ендотермічної реакції.



Тепловий ефект цієї реакції зі знаком «+» означає, що реакція супроводжується поглинанням теплоти із навколишнього середовища.

Добре відома тобі крейда, основним компонентом якої є кальцій карбонат CaCO_3 , утворилась у далекі геологічні часи і до наших днів зберігається без змін. Тільки під час нагрівання до температури понад 900°C відбувається наведена у прикладі реакція.

Тепловий ефект хімічної реакції може набувати додатного або від'ємного значення, його записують після хімічного рівняння через крапку з комою.

Теплові ефекти визначають експериментально за допомогою спеціальних приладів (мал. 97).



Мал. 97. Калориметри — прилади для вимірювання теплового ефекту хімічних реакцій



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЕКЗО- ТА ЕНДОТЕРМІЧНІ РЕАКЦІЇ

Дослідження 1. Взаємодія натрій гідроксиду з розбавленою нітратною кислотою.

Тобі знадобляться: хімічна склянка чи інша прозора скляна посудина, мірна посудина, розчини натрій гідроксиду і розбавленої нітратної кислоти, лабораторний термометр.

Крок 1. Налий у хімічний стакан 20 мл розчину натрій гідроксиду і додай до нього кілька крапель розчину фенолфталеїну. Що спостерігаєш? Поясни спостережуване.

Крок 2. Виміряй і зафіксуй температуру вмісту склянки.

Крок 3. До вмісту хімічної склянки долей 20 мл розчину нітратної кислоти. Що спостерігаєш? Поясни зміни, що сталися.

Крок 4. Виміряй температуру рідини у хімічній склянці і порівняй температуру після проведення реакції з температурою до її початку. Чи змінилась температура? Про що це свідчить?

Крок 5. Сформулюй **висновок**, у якому зазнач, до екзотермічних чи ендотермічних реакцій вона належить. Напиши термохімічне рівняння проведеної реакції, якщо числове значення її теплового ефекту дорівнює 55,73 кДж.

Дослідження 2. Горіння вуглецю.

Тобі знадобляться: вуглинка, ложечка для спалювання, плоскодонна колба об'ємом 0,5–1 л, сірники, спиртівка.

Крок 1. Доторкнись до округлої частини колби долонею, щоб дізнатись, яка вона на дотик (прохолодна чи тепла).

Крок 2. Запали спиртівку і в її полум'ї потримай поміщену у ложечку для спалювання вуглинку, доки вона загориться. Вугілля, що горить, обережно опусти у колбу, і накрій колбу склом чи картоном. Після того, як вуглинка погасне, доторкнись до стінки колби долонею. Чи виділялась теплота у зовнішнє середовище

і від цього колба та її вміст стали теплішими, чи навпаки, теплота поглинулась і колба стала холоднішою?

Крок 3. Сформулуй **висновок**, до яких реакцій за ознакою «Тепловий ефект хімічної реакції» належить ця реакція.

Крок 4. Напиши термохімічне рівняння проведеної реакції, величину теплового ефекту знайди у доступному джерелі інформації.

Дослідження 3. Термічний розклад купрум(II) гідроксиду.

Тобі знадобляться: сухий купрум(II) гідроксид, розчин купрум(II) сульфату, розчин натрій гідроксиду, спиртівка, сірники, пробірка, пробіркотримач, металева підставка або лоток із сухим піском.

Купрум(II) гідроксид — нерозчинна у воді основа зеленкуватого кольору (щойно осаджена має блакитний колір). Для отримання щойно осадженого купрум(II) гідроксиду скористайся розчинами купрум(II) сульфату і натрій гідроксиду.

Самочинно, без надходження теплоти із навколишнього середовища, купрум(II) гідроксид не піддається розкладу. Для проведення реакції розкладу слід провести невелике й нетривале нагрівання ($t = 50\text{--}80\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Крок 1. Помісти у пробірку небагато купрум(II) гідроксиду (сухого або свіжодобутого), закріпи її у пробіркотримачі.

Крок 2. Запали спиртівку і почни прогрівання пробірки з купрум(II) гідроксидом (мал. 98).



Мал. 98. Проведення термічного розкладу свіжодобутого купрум(II) гідроксиду

Пам'ятай! Прогрівати пробірку спершу слід по всій довжині, у жодному разі не нагрівати лише дно. Спостерігай за змінами у пробірці.

Крок 3. Після появи біля отвору пробірки крапельок води та зміни кольору твердого вмісту пробірки нагрівання припини, пробірку поклади на металеву підставку / пластинку чи лоток із сухим піском. Загаси спиртівку.

Крок 4. Напиши термохімічне рівняння проведеної хімічної реакції, якщо числове значення її теплового ефекту дорівнює 305 кДж .

ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕКЗО- ТА ЕНДОТЕРМІЧНИХ РЕАКЦІЙ, РОЗРАХУНКІВ ТЕПЛОВОГО ЕФЕКТУ РЕАКЦІЙ. На *малюнку 99* зображено практичне використання екзотермічних реакцій.



Мал. 99. Практичне використання екзотермічних реакцій

Ендотермічні реакції також застосовують у виробництві багатьох речовин, наприклад: натрію і хлору з натрій хлориду; негашеного вапна з кальцій карбонату; металів з руд-оксидів. У кулінарії приготування страв та випікання хліба неможливі без ендотермічних реакцій.

Завдання 2. Скористайся доступними джерелами інформації та підготуй колаж «Практичне використання ендотермічних реакцій».

Усі технологічні процеси, під час яких відбуваються екзо- та ендотермічні реакції, базуються на розрахунках теплового ефекту хімічних реакцій. Це тому, що за тепловим ефектом хімічної реакції можна обчислювати масу, об'єм, кількість речовин, аналогічно до обчислень за хімічними рівняннями, і керувати температурним режимом процесу виробництва конкретної речовини.



Медіапошук

З доступних джерел інформації дізнайся більше про роль екзо-, ендотермічних реакцій, щоб виконати один з навчальних проєктів:

- ✓ Ендотермічні та екзотермічні реакції на службі людині.
- ✓ Екзотермічні реакції в життєдіяльності організмів.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Розрахунки з використанням теплового ефекту хімічної реакції

Задача. За термохімічним рівнянням реакції



обчислимо масу одержаного кальцій оксиду, якщо в навколишнє середовище виділилося 3140 кДж теплової енергії.

Відомо:



$$\Delta H_1 = -3140 \text{ кДж}$$

$$\Delta H = -157 \text{ кДж}$$

$$m_1(\text{CaO}) = ?$$

Розв'язання

1. Складемо пропорцію й обчислимо кількість речовини кальцій оксиду, що утворюється за умови виділення у навколишнє середовище 3140 кДж теплоти:

$$1 \text{ моль (CaO)} \quad \text{—} \quad 157 \text{ кДж}$$

$$x \text{ моль (CaO)} \quad \text{—} \quad 3140 \text{ кДж}$$

$$x = 3140 \text{ кДж} \cdot 1 \text{ моль} : 157 \text{ кДж} = 20 \text{ моль.}$$

2. Обчислимо масу кальцій оксиду кількістю речовини 20 моль:

Молярна маса кальцій оксиду $M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль}$,

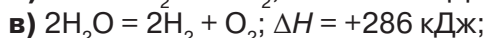
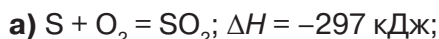
$$\text{маса } 20 \text{ моль кальцій оксиду: } m_1(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль} \cdot 20 \text{ моль} = 1120 \text{ г.}$$

Відповідь: маса одержаного кальцій оксиду становить 1120 г.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Що розуміють під тепловим ефектом хімічної реакції?
2. Яка відмінність між екзотермічними й ендотермічними реакціями?
3. Чим термохімічне рівняння відрізняється від молекулярного?
4. За поданими термохімічними рівняннями класифікуй реакції на екзотермічні й ендотермічні:



5. У результаті взаємодії водню кількістю речовини 1 моль і хлору кількістю речовини 1 моль утворюється 2 моль гідроген хлориду й виділяється 183,6 кДж теплоти. Склади термохімічне рівняння цієї реакції.

6. Кінцевими продуктами обміну речовин (білків, жирів, вуглеводів) в організмі людини є вода, вуглекислий газ та деякі інші речовини. Обмін речовин в організмі людини супроводжується також виділенням теплоти. Оціни роль теплового ефекту реакцій метаболізму для функціонування організму.



7. Обчисли, яку кількість енергії (теплоти) отримає твій організм під час повного окиснення (обміну) спожитого цукру (сахарози) масою 34,2 г (приблизно 1,5 столової ложки). Вважай, що питома енергетична цінність сахарози становить 16,5 кДж/г.



§43

КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ЗА ЗМІНОЮ СТУПЕНЯ ОКИСНЕННЯ І НАПРЯМКОМ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ



Пригадаємо й застосуємо

- Поясни поняття електронегативності.
- За яким принципом укладено ряд електронегативності (с. 113)?
- Що таке ступінь окиснення?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Пригадай визначення ступенів окиснення за наведеними у таблиці 35 правилами, розглянь приклади. Останній стовпчик таблиці 35 заповниш у зошиті, виконуючи завдання рубрики «Пліч-о-пліч».

Таблиця 35

№	Правило	Приклад	
1	Ступінь окиснення елемента у простій речовині дорівнює нулю	0 O_2	
2	Ступінь окиснення металічного елемента у сполуках з неметалічними завжди позитивний	+2 CaS	
3	Ступінь окиснення неметалічного елемента у сполуках з металічними завжди негативний.	-2 CaS	

№	Правило	Приклад	
4	Гідроген у сполуках має ступінь окиснення +1 (винятки — бінарні сполуки з металічними елементами)	$\begin{matrix} +1 \\ \text{H}_2\text{O} \end{matrix}$	
5	Ступінь окиснення Оксигену у сполуках –2 (за винятком сполуки з Флуором, пероксидів)	$\begin{matrix} -2 \\ \text{H}_2\text{O} \end{matrix}$	
6	У бінарній сполуці неметалічних елементів позитивний ступінь окиснення має елемент із меншою електронегативністю	$\begin{matrix} +4 & -2 \\ \text{C} & \text{S}_2 \end{matrix}$	
7	Сума числових значень позитивних ступенів окиснення у сполуці дорівнює сумі негативних. Алгебраїчна сума дорівнює нулю	$\begin{matrix} +7 & -2 \\ \text{Mn}_2\text{O}_7 \\ 7 \cdot 2 = 2 \cdot 7 \\ +7 \cdot 2 + (-2 \cdot 7) = \\ +14 - 14 = 0 \end{matrix}$	

У таблиці 35 наведено правила і приклади, що стосуються бінарних сполук. Проте поміж кислот і солей існують і тернарні сполуки, для яких також визначають ступені окиснення хімічних елементів, використовуючи правила з таблиці 35 й ті, що наведені нижче.

- ✓ У тернарній сполуці (кислоті, солі) кислотоутворювальний хімічний елемент має **позитивний ступінь окиснення**.
- ✓ Величину позитивного ступеня окиснення кислотоутворювального елемента визначають знаходженням різниці чисел негативного і позитивного ступенів окиснення.

Розглянемо визначення ступенів окиснення елементів у тернарних сполуках на конкретних прикладах.

Приклад 1. Визначимо ступені окиснення хімічних елементів у сульфатній кислоті.

Розв'язання

1. Напишемо формулу сульфатної кислоти й відомі ступені окиснення Гідрогену та Оксигену над їхніми символами, невідомий ступінь окиснення Сульфуру позначимо через x .



2. Оскільки алгебраїчна сума позитивних і негативних ступенів окиснення елементів у сполуці дорівнює нулю, складемо алгебраїчне рівняння та розв'яжемо його.

$$2 \cdot (+1) + x + 4 \cdot (-2) = 0;$$

$$2 + x - 8 = 0;$$

$$x = 8 - 2 = 6.$$

Як видно з останньої дії, 8 є числовим значенням суми негативних ступенів окиснення Оксигену, 2 — числовим значенням суми позитивних ступенів окиснення Гідрогену. Різниця між ними дорівнює 6. Отже, ступінь окиснення Сульфуру в сульфатній кислоті дорівнює +6.

Приклад 2. Визначимо ступені окиснення хімічних елементів у кальцій сульфаті.

Розв'язання

Для визначення ступенів окиснення елементів у кальцій сульфаті немає потреби обчислювати ще раз ступені окиснення Сульфуру й Оксигену, бо ми їх щойно визначили (**приклад 1**) для сульфатної кислоти, і вони лишаються незмінними у кислотному залишку SO_4 у складі будь-якої сполуки. Кальцій має сталий ступінь окиснення +2. Отже, можемо відразу написати ступені окиснення усіх елементів:



Приклад 3. Визначимо ступені окиснення елементів у хром(III) гідроксиді.

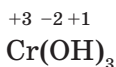
Розв'язання

Основи також утворені трьома хімічними елементами. Ступені окиснення двох з них — Оксигену й Гідрогену — тобі відомі. Металічний елемент завжди має позитивний ступінь окиснення. В основах та амфотерних гідроксидах за числовим значенням він збігається з індексом гідроксильної групи.

1. Складемо хімічну формулу хром(III) гідроксиду: $\text{Cr}(\text{OH})_3$.

2. За кількістю гідроксильних груп у формулі робимо висновок, що у хром(III) гідроксиді числове значення ступеня окиснення Хрому дорівнює 3, а заряд, як і в усіх металічних елементів, позитивний.

3. Відповідь:

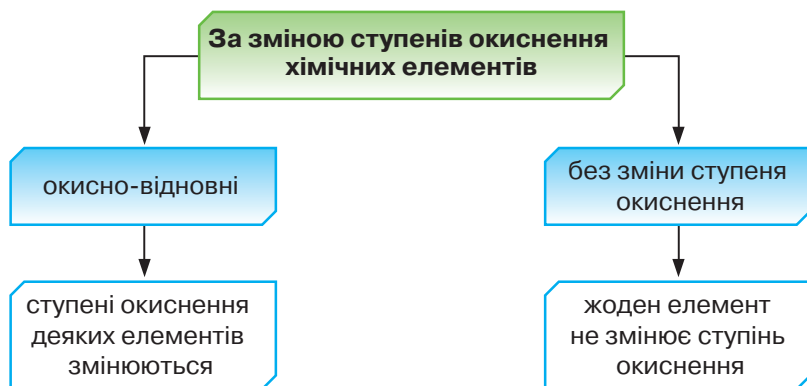


Завдання 1. Визначте ступені окиснення елементів за формулами речовин: N_2 , N_2O , N_2O_3 , Li_3N , NO_2 , NH_3 , Mn_3N_2 , HNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$.

Завдання 2. Порівняйте числові значення ступенів окиснення Сульфуру в сульфатній кислоті, Нітрогену в нітратній кислоті з номером групи, в якій ці елементи розташовані у короткій формі періодичної таблиці. Сформулюйте закономірність, що існує між максимальним ступенем окиснення елемента та його розташуванням у періодичній таблиці (коротка форма).

Завдання 3. Виявлену вами закономірність обговоріть з іншими групами.

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕАКЦІЙ ЗА ЗМІНОЮ СТУПЕНІВ ОКИСНЕННЯ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. За цією ознакою хімічні реакції класифікують на дві групи (мал. 100):



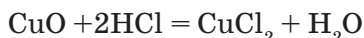
Мал. 100. Класифікація хімічних реакцій за зміною ступенів окиснення

Щоб встановити тип реакції за цією ознакою, потрібно визначити ступені окиснення всіх хімічних елементів у формулах реагентів та продуктів реакції і для кожного елемента провести порівняння для з'ясування наявності елементів, що змінили ступені окиснення у процесі реакції.

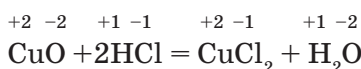
Приклад 1. Визначимо, до якого типу реакцій за ознакою «Зміна ступенів окиснення» належить реакція купрум(II) оксиду з хлоридною кислотою.

Розв'язання

1. Напишемо рівняння хімічної реакції купрум(II) оксиду з хлоридною кислотою.



2. Визначимо й напишемо над символами усіх хімічних елементів ступені окиснення.



3. Порівняємо ступені окиснення кожного елемента до і після реакції.

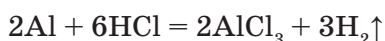
Порівняння показує, що у жодного з елементів у цій реакції ступінь окиснення не змінився.

4. **Відповідь:** реакція купрум(II) оксиду з хлоридною кислотою належить до реакцій, що відбуваються без зміни ступенів окиснення.

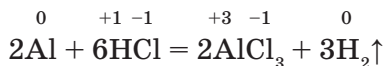
Приклад 2. Визначимо, чи належить реакція алюмінію з хлоридною кислотою до окисно-відновних.

Розв'язання

1. Напишемо рівняння хімічної реакції алюмінію з хлоридною кислотою.



2. Визначимо й напишемо над символами усіх хімічних елементів ступені окиснення.



3. Порівняємо ступені окиснення Алюмінію, Гідрогену, Хлору до і після реакції.

Порівняння показує, що у двох хімічних елементів — Алюмінію та Гідрогену — ступені окиснення змінились.

4. **Відповідь:** реакція алюмінію з хлоридною кислотою належить до окисно-відновних.

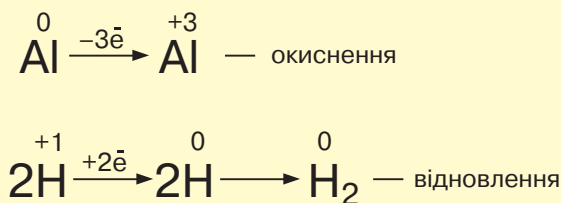
Завдання 1. Доведи або спростуй, що реакція кальцію з киснем є окисно-відновною.

ЗВІДКИ ПОХОДИТЬ НАЗВА «ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ»?

Теорія електронної будови атомів пояснює зміну ступенів окиснення елементів в окисно-відновних реакціях віддаванням електронів атомами елементів з меншою електронегативністю та їх приєднанням атомами елементів з більшою електронегативністю. Обидва процеси взаємопов'язані й один без іншого не відбуваються. При цьому кількість відданих електронів дорівнює кількості приєднаних. Розглянуті процеси відображають записом **електронного балансу**.

Електронний баланс — це запис, у якому зазначено процеси віддачі та приєднання електронів хімічними елементами під час окисно-відновної реакції. Віддачу електронів називають **окисненням**, приєднання — **відновленням**.

Розглянемо електронний баланс окисно-відновної реакції алюмінію з хлоридною кислотою (дивись **приклад 2**).



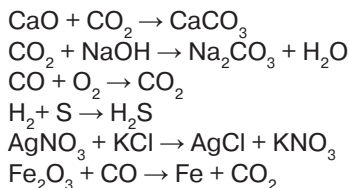
Як стає зрозуміло, електронний баланс стосується лише хімічних елементів, ступені окиснення яких змінилися. Зліва розміщують символи хімічних елементів зі ступенями окиснення до реакції, справа — після реакції. Обов'язково зазначають кількість відданих або приєднаних електронів. І частіше всього записують кількість електронів над стрілкою, що відділяє ліву частину електронного балансу від правої.

Завдання 2. Поміркуй і поясни, чому до цього типу хімічних реакцій застосована назва «окисно-відновні реакції».

Відновниками та **окисниками** іноді називають реагенти, у складі яких є хімічний елемент, що віддав чи приєднав електрони. До сильних відновників належать метали, водень, вуглець, карбон(II) оксид. Сильними окисниками є кисень, нітратна та концентрована сульфатна кислоти, галогени.



Завдання 1. Перетворіть схеми на рівняння хімічних реакцій.



Завдання 2. Визначте, які з них є окисно-відновними. Поясніть, на підставі чого ви дійшли такого висновку.

Завдання 3. Складіть електронні баланси окисно-відновних реакцій, укажіть процеси окиснення та відновлення, окисник та відновник у кожній.

ЗНАЧЕННЯ ОКИСНО-ВІДНОВНИХ РЕАКЦІЙ. Окисно-відновні процеси відіграють важливу роль на багатьох хімічних виробництвах. Промислове добування амоніаку, нітратної, сульфатної та хлоридної кислот, металів, лугів і багатьох інших речовин здійснюють на основі окисно-відновних реакцій. Усі реакції горіння належать до окисно-відновних реакцій.

Автомобілістам, водіям інших транспортних засобів добре відомі автомобільні акумулятори. Завдяки окисно-відновним процесам, що відбуваються в них, забезпечується електроживлення машин.

Окисно-відновна реакція, яку називають бродіння, відбувається під час квашення овочів, виготовлення дріжджового тіста, кисломолочних продуктів тощо.

Трапляються й негативні наслідки окисно-відновних реакцій, серед яких досить поширеними є іржавіння залізних виробів, згіркнення вершкового масла, потемніння з часом художніх полотен (картин, ікон), виробів зі срібла тощо.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Без окисно-відновних реакцій життя на Землі було б неможливим, адже обмін речовин і енергії в організмах, дихання, гниття, фотосинтез і багато інших природних процесів є окисно-відновними реакціями.

Тепер актуальності й поширення набувають **антиоксиданти**. Із назви неважко здогадатись, що ці речовини протидіють окисним проце-

сам. І це дійсно так. Антиоксиданти значно сповільнюють або цілком зупиняють небажані процеси окиснення в організмі людини, харчових продуктах тощо. Щоб подовжити терміни зберігання сосисок, шинки, ковбас тощо, у процесі виробництва до фаршу додають антиоксиданти.

Антиоксиданти можуть бути природними або штучно синтезованими речовинами, що сповільнюють чи припиняють окиснення. Під час вивчення органічних кислот тобі стало відомо про аскорбінову кислоту. Вона є антиоксидантом.

Дія антиоксидантів здебільшого поширюється на органічні сполуки, а точніше — на утворені з них вільні радикали — частинки, що мають неспарені електрони, а тому дуже реактивні. Накопичуючись в організмі людини, вони шкодять здоров'ю, спричиняючи різні захворювання. В такій ситуації антиоксиданти важливі тим, що виконують роль **відновників**. Вони віддають електрони вільним радикалам, чим запобігають пошкодженню клітин і розвитку хвороб.

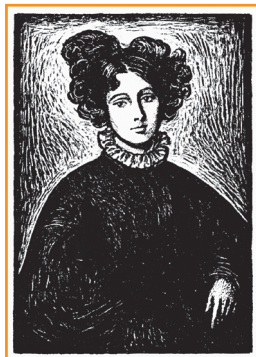
В організмі людини виробляється певна кількість антиоксидантів. Проте ними можна і потрібно поповнювати організм, і необов'язково за допомогою пігулок. Для організму людини справжнім джерелом антиоксидантів є ягоди, зокрема бузини, чорниці, ожини, малини, журавлини. Чимало антиоксидантів входить до складу чорного шоколаду і волоських горіхів.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

До ХХ століття тільки окремі талановиті жінки могли по-справжньому займатись наукою та досягати вагомих результатів.

Завдання. Пригадай, завдяки яким відкриттям Марія Склодовська-Кюрі була удостоєна двох Нобелівських премій.



Елізабет
Фулхем

Дослідження, пов'язані з окисно-відновними реакціями, проводила шотландка **Елізабет Фулхем**, яка жила у кінці XVIII на початку XIX ст. Історики хімії зараховують її до числа перших жінок-хімікинь. Серед її досліджень були й окисно-відновні процеси. За допомогою різних відновників вона здійснювала осадження золота та срібла на шовкові тканини. Результати її досліджень використовувались у виготовленні гобеленів, якими оздоблювали стіни, оббивали меблі. Створені вручну за ескізами професійних художників, гобелени ставали витворами мистецтва, що нині становлять культурну та історичну цінність, їх колекції виставлені у багатьох музеях світу.



Медіапошук

Про роль окисно-відновних реакцій тобі стало відомо з цього параграфу. З доступних джерел дізнайся, хто з українських учених здійснював і зараз здійснює дослідження окисно-відновних реакцій. Підготуй розповідь про досягнуте одним із учених чи колективом науковців і в обраний тобою спосіб презентуй у класі.

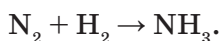
КЛАСИФІКАЦІЯ РЕАКЦІЙ ЗА НАПРЯМКОМ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ. Розглядаючи взаємодію електролітів у розчині, ми весь час наголошували на односторонньому перебігу хімічних процесів — у бік утворення продуктів реакції.

Реакції, що відбуваються в одному напрямку й закінчуються повним перетворенням реагентів на продукти реакції, називають **необоротними реакціями**.

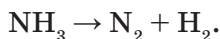
Прикладами необоротних реакцій є всі реакції йонного обміну, що супроводжуються виділенням газу, утворенням осаду або малодисоційованої речовини, наприклад води; реакції термічного розкладу нерозчинних основ; взаємодія металів з кислотами та інші.

Проте серед реакцій є й такі, що не закінчуються повним перетворенням реагентів на продукти реакції. У таких реакціях одночасно відбуваються два протилежно спрямовані процеси. Один з них — це взаємодія реагентів між собою з утворенням продуктів реакції, інший — утворені продукти вступають між собою в реакцію й перетворюються на реагенти.

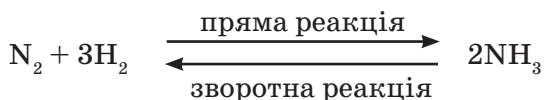
Описане явище відбувається у реакції азоту з воднем:



На початку реакції, коли азоту й водню достатньо, а амоніаку зовсім мало, реакція сполучення за наведеною вище схемою переважає. Це призводить до того, що кількість азоту й водню зменшується, тоді як амоніаку — навпаки, збільшується, і він починає розкладатись на азот і водень:



Ці два протилежні за напрямком хімічні процеси відбуваються одночасно. Перший називають **прямою реакцією**, другий — **зворотною**.



Ці два процеси об'єднують в одне хімічне рівняння **оборотної реакції**. І навіть після розстановки коефіцієнтів знак « $\rightleftharpoons$ » в рівняннях оборотних реакцій не ставлять, а пишуть дві протилежно спрямовані стрілки $\rightleftharpoons$, що вказують на одночасний перебіг **прямої і зворотної реакції**.

Реакції, які одночасно відбуваються у прямому і зворотному напрямках, називають **оборотні реакції**.

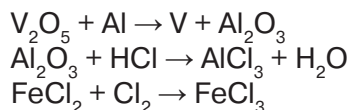
Під час **прямой реакції** реагенти перетворюються на продукти реакції, під час **зворотної** — продукти реакції реагують між собою й утворюються реагенти.

Врешті-решт у перебігу оборотної реакції настає момент, коли за одиницю часу утворюється така сама кількість реагентів, як і продуктів реакції, що прореагували у зворотному напрямку. У такому стані, що називають **динамічною рівновагою оборотної реакції**, кількість продуктів реакції не збільшується, хоча реакція ні на мить не припиняється. Вчені з'ясували, як виводити оборотні реакції з такого стану і досягати утворення потрібного продукту реакції; це вивчається у профільній школі.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. У чому полягають особливості окисно-відновних реакцій?
2. Який процес називають окисненням, а який — відновленням?
3. Склади алгоритм встановлення типу хімічної реакції за ознакою «Зміна ступенів окиснення». Ілюструй його власним прикладом.
4. Чи поділяєш ти думку, що окисно-відновні реакції є основою життєдіяльності організмів?
5. Напиши рівняння хімічних реакцій за наведеними схемами, для окисно-відновних зазнач окисники і відновники.



У написаних рівняннях окисно-відновних реакцій розглянь процеси відновлення та окиснення і сформулюй висновок, під час якого процесу ступінь окиснення збільшується, а під час якого — зменшується.

6. Напиши рівняння оборотної реакції, а також її прямої і зворотної реакцій між сульфур(IV) оксидом і киснем з утворенням сульфур(VI) оксиду.

Розкрий на конкретних прикладах, чим оборотні реакції відрізняються від необоротних.

7. Напиши молекулярне, повне й скорочене йонні рівняння реакцій обміну між:

а) натрій гідроксидом і сульфатною кислотою;

б) калій сульфідом й нітратною кислотою;

в) ферум(II) сульфатом і калій гідроксидом.

Чи належать вони до оборотних реакцій? Відповідь аргументуй.

8. Гідроліз жирів є оборотною реакцією. Напиши рівняння оборотної реакції гідролізу твердого жиру, утвореного стеариноювою кислотою. У тексті параграфа про жири (параграф 30) знайди інформацію, яким способом у промисловості зміщують рівновагу цієї оборотної реакції у бік прямої реакції.



§44

УЗАГАЛЬНЮЄМО РЕЗУЛЬТАТИ ПІЗНАННЯ БАГАТОМАНІТНОСТІ РЕЧОВИН І ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ



Пригадуємо й застосовуємо

- Чим відрізняються метали й неметали?
- Чому органічних речовин набагато більше, ніж неорганічних?
- Класифікуй органічні речовини на відомі тобі групи: етан, етанол, етен, гліцерол, етин, аміноетанова кислота, етанова кислота.
- Назви відомі тобі характеристичні / функціональні групи органічних речовин.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ РЕЧОВИН. Вивчаючи тему 3, ти переконався / переконалась, що органічних речовин набагато більше, ніж неорганічних. Їх відомо понад 100 млн, неорганічних — приблизно 1 млн, і вчені продовжують відкривати та створювати нові. Тому без чіткої класифікації та обізнаності з правилами номенклатури окремих груп речовин вивчати хімію неможливо. Завдяки розробленим науковцями класифікаціям вдається уникнути хаосу й невизначеності у світі речовин для тих, хто з ними працює. Узагальнимо, що тобі відомо про багатоманітність органічних та неорганічних речовин, дотримуючись їхніх класифікацій.

Пригадай, що **класифікувати речовини** означає розподілити їх на окремі групи за схожістю складу, будови та властивостей. На наступній сторінці наведено загальну схему класифікації речовин, за якою відбувалось твоє пізнання хімії у 7–9 класах (мал. 101).



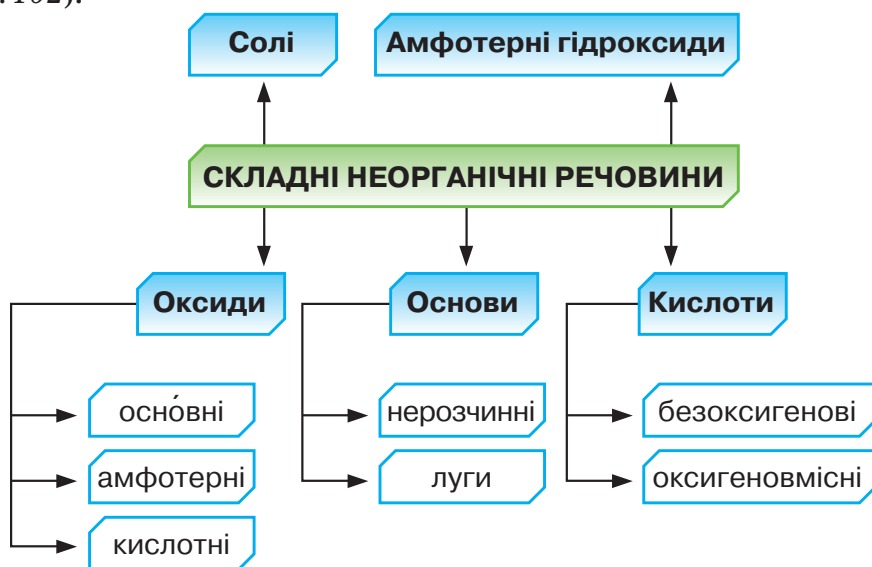
Мал. 101. Загальна схема класифікації речовин

Завдання 1. Кожну з чотирьох груп речовин ілюструй (записи виконуй у зошиті) формулами речовин із наведеного переліку: сульфатна кислота, цинк, натрій хлорид, цинк оксид, фтор, етанова кислота, кисень, гліцерол.

Завдання 2. Укажи, за якою класифікаційною ознакою здійснено поділ речовин на:

- ✓ прості й складні;
- ✓ неорганічні й органічні;
- ✓ метали й неметали.

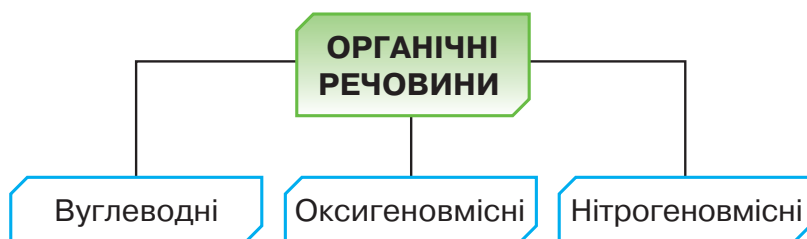
У межах окремих класів складні неорганічні речовини поділяють на групи. Так, за класифікаційною ознакою «Хімічні властивості речовин» оксиди класифікують на основні, кислотні й амфотерні. За розчинністю у воді основи поділяють на луги й нерозчинні основи. За елементним складом кислоти можуть бути оксигеновмісними та безоксигеновими (мал. 102).



Мал. 102. Класифікація неорганічних речовин

Завдання 3. Ілюструй малюнок 102 прикладами формул і назв речовин.

За якісним складом молекул органічні речовини класифікують на такі групи: вуглеводні, оксигеновмісні, нітрогеновмісні сполуки (мал. 103).



Мал. 103. Класифікація органічних речовин за якісним складом молекул

В межах кожної групи здійснено подальшу класифікацію органічних речовин за такими класифікаційними ознаками, як *типи хімічних зв'язків у карбоновому ланцюзі, характеристичні групи* та деякі інші.

Завдання 4. Пригадай, на які групи класифікують вуглеводні за типом хімічного зв'язку у карбоновому ланцюзі, склади схему класифікації вивчених вуглеводнів за цією ознакою і проілюструй її формулами речовин.

Завдання 5. Заповни таблицю 36 необхідною інформацією про класифікацію органічних речовин за наявною у молекулі характеристичною групою.

Таблиця 36

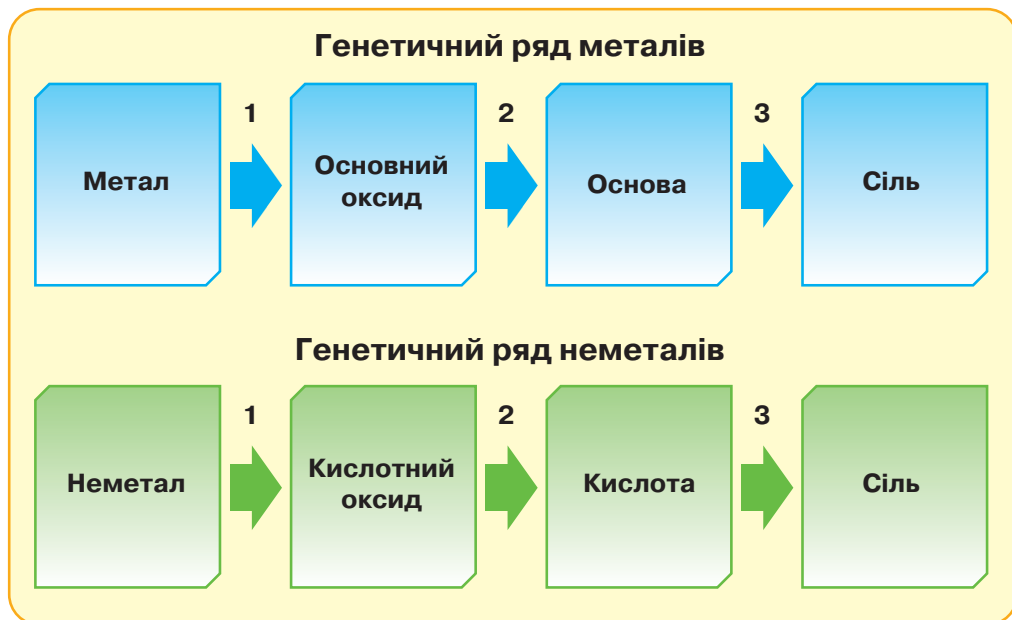
Характеристична група	Приклад речовини		Загальна назва групи речовин
	Формула	Назва	
—ОН			
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \diagdown \\ \text{O—H} \end{array}$			
—NH ₂			

Органічні сполуки класифікують за типом хімічного зв'язку в карбоновому ланцюзі, наявністю у молекулі функціональних груп та іншими ознаками.

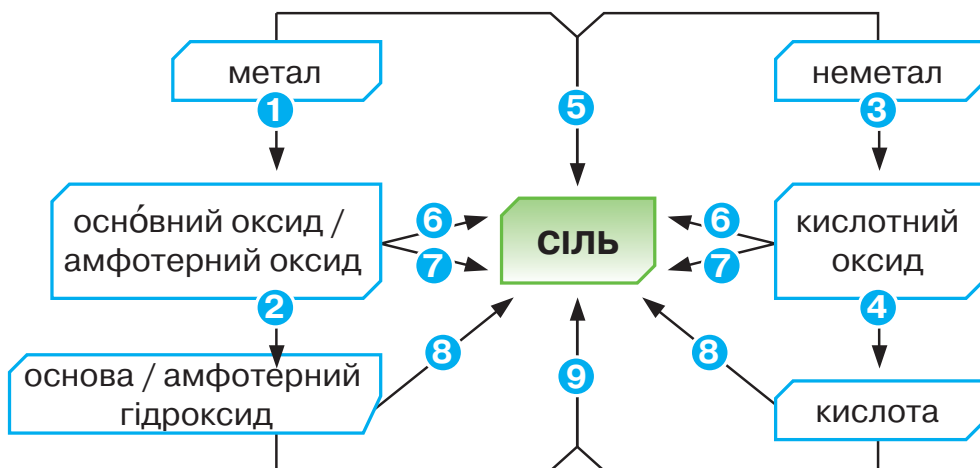
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН. Під час хімічних реакцій з реагентів утворюються нові речовини, а з них можна добувати

інші. Це вказує на існування генетичних зв'язків між речовинами різних груп і класів. У перекладі з грецької **генетичний** означає — такий, що стосується походження, розвитку чого-небудь.

Було давно помічено, що речовини, які беруть свій початок від металів, суттєво відрізняються за властивостями від речовин, що беруть початок від неметалів. Тому розрізняють два генетичні ряди:



Наведені генетичні ряди відображають спорідненість неорганічних речовин різних класів неорганічних сполук і розкривають походження одних речовин від інших (мал. 104).



Мал. 104. Схема генетичних зв'язків металів і неметалів та сполук металічних і неметалічних елементів

**Завдання 1.**

Напишіть рівняння реакцій, що ілюструють генетичний ряд металу кальцію.

Завдання 2.

Напишіть рівняння реакцій, що ілюструють генетичний ряд неметалу фосфору.

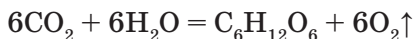
Знання генетичних зв'язків пояснює різноманітність класів неорганічних сполук у природі, відкриває перед ученими перспективи створення нових речовин.

Існують взаємозв'язки й між органічними речовинами, наприклад:



ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ НЕОРГАНІЧНИМИ Й ОРГАНІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ. Органічні речовини вуглеводи, жири, білки утворюються в організмах з неорганічних речовин і внаслідок обміну речовин та енергії знову перетворюються на неорганічні. Це доводить існування взаємозв'язку органічних і неорганічних речовин. Розглянемо конкретні приклади.

Фотосинтез — унікальна хімічна реакція, що відбувається у природі з такими нескладними й поширеними речовинами, як карбон(IV) оксид і гідроген оксид, завдяки хлорофілу (зеленому пігменту рослин, що відіграє роль каталізатора) та світловій енергії, оскільки ця реакція ендотермічна.



У подальших перетвореннях речовин та енергії в організмі людини глюкоза може перетворитись через складні біохімічні процеси на жирні кислоти і гліцерол, з яких утворюються жири. У рослинному організмі з глюкози утворюються вищі ненасичені карбонові кислоти (наприклад, олеїнова) і гліцерол, які є основними складовими олії.

Білки, як тобі відомо, є природними полімерами, утвореними з α -амінокислот. Частина амінокислот в організм людини надходить з їжею, а частина утворюється в ньому із неорганічних речовин. Складність структури білків зумовлена тим, що у кожного білка різна кількість і послідовність амінокислотних залишків. Хіміки досягли неабияких успіхів у дослідженні білків й за це неодноразово нагороджувались Нобелівською премією з хімії.

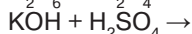
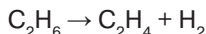
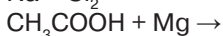
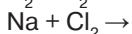
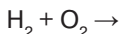
**Медіапошук**

З доступних джерел дізнайся про видатні відкриття у дослідженні білків, за які вчені були удостоєні Нобелівської премії.

УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАНЬ ПРО КЛАСИФІКАЦІЮ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ. Велика кількість речовин і ще більша кількість хімічних реакцій між ними була розглянута у цій темі за окремими класифікаційними ознаками.



Завдання 1. За поданими схемами хімічних реакцій напишіть рівняння. Для кожної реакції зазначте її тип.



Завдання 2. Класифікуйте хімічні формули реагентів і продуктів реакції за структурними частинками, з яких складаються ці речовини. Таблицю 37 оформіть у зошиті.

Таблиця 37

Атоми	Молекули	Йони

Завдання 3. Сформулюйте **ВИСНОВОК** про різноманітність структурних частинок та речовин, з яких вони утворюються.

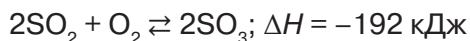
Завдання 4. Здобутих знань про типи хімічних реакцій, речовини та їхні структурні частинки вам цілком достатньо для колективної творчості з виготовлення узагальненої схеми класифікації хімічних реакцій. Зразком може слугувати наведена на малюнку 105 (с. 266) схема у вигляді чотирьох стовбурів дерев (чотирьох вивчених класифікацій реакцій) з гілками, що моделюють окремі типи реакцій у кожній класифікації. Зверніть увагу, що змодельована «рослина» поглинає з ґрунту необхідні їй атоми, молекули, йони.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Яких речовин найбільше у рядку: вода, етанол, бутан, азот, амоніак, ортофосфатна кислота, аміноетанова кислота, глюкоза, алюміній оксид, кальцій гідроксид, золото?
А металів **Б** неметалів **В** органічних **Г** складних неорганічних
2. До якої групи органічних сполук належить сахароза за класифікаційною ознакою «якісний склад молекули»?
3. Укажи, у складі яких органічних речовин є характеристичні групи: етен, етанол, етин, пропан, етанова кислота.
4. У якій органічній речовини дві різні характеристичні групи: гліцерол, аміноетанова кислота, олеїнова кислота, етанол?

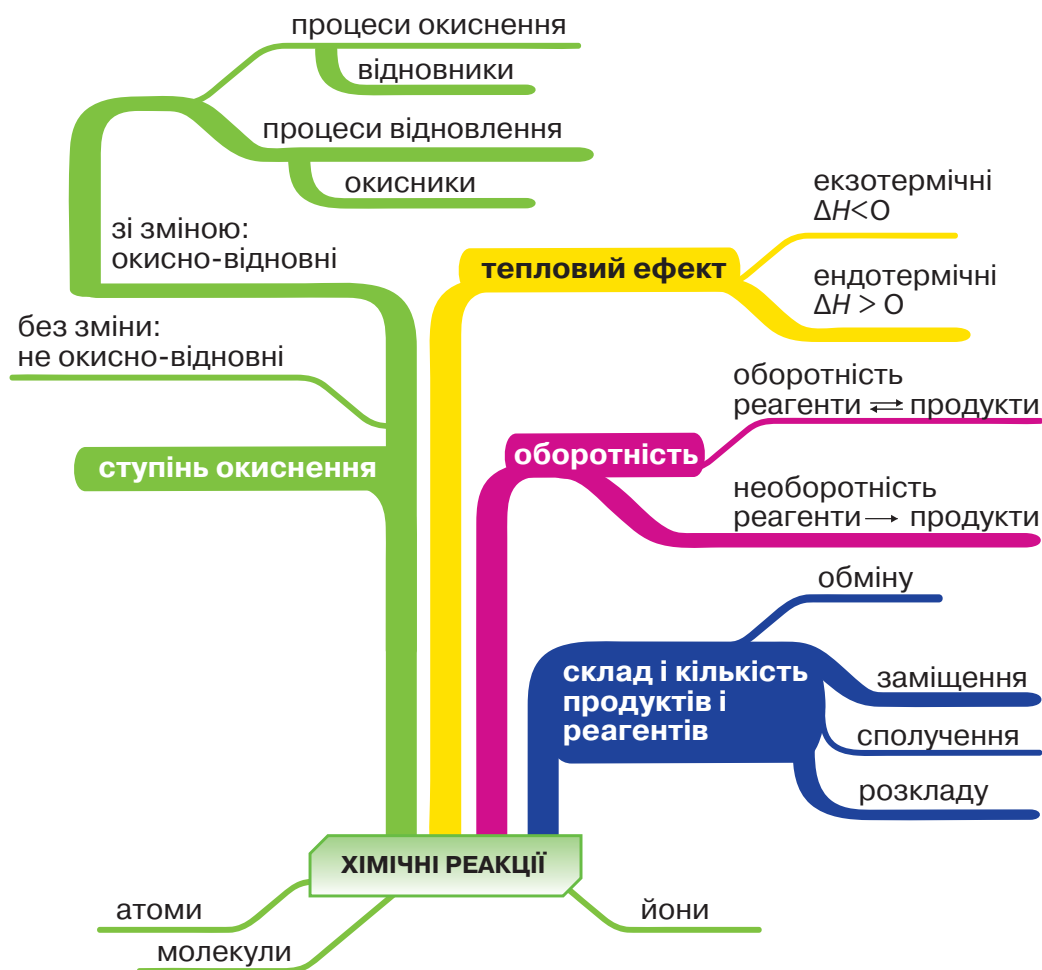
5. Застосуй відомі тобі класифікації для характеристики реакції за наведеним термохімічним рівнянням і зазнач, до яких типів вона належить.



6. Запропонуй свої класифікації неорганічних речовин, наприклад металів і неметалів, чи складних неорганічних речовин за ознаками, які не було використано у параграфі.



7. Запропонуй назву, сформулюй мету та виконай навчальний проєкт, у якому будуть інтегровані знання з хімії, біології й основ здоров'я про вуглеводи, жири і білки.



Мал. 105. Узагальнена схема класифікації хімічних реакцій



§ 45

САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 4 «УЗАГАЛЬНЮЄМО РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ»

Завдання 1.

Перейди за QR-кодом або покликанням і ознайомся із шаблоном для виконання всіх завдань цього параграфа. Якщо є така можливість, то роздрукуй цей шаблон.



<https://qr.orioncentr.com.ua/W9pDC>

Завдання 2.

Якщо у тебе немає можливості роздрукувати шаблон із завдання 1, то створи його самостійно у зошиті. Для цього проаналізуй схеми на с. 267, 268, 269 і на їх основі накресли таблицю із трьома варіантами оцінки: «Так», «Частково», «Ні».

Приклади:

- неорганічних речовин;
- органічних речовин

Якісний і кількісний склад та фізичні властивості:

метану і його гомологів; етену; етину; етанолу; гліцеролу; етанової кислоти; стеаринової кислоти; пальмітинової кислоти; глюкози; сахарози; крохмалю; целюлози; олеїнової кислоти

Склад і приклади:

- оксидів;
- кислот;
- основ;
- солей

Я НАЗИВАЮ

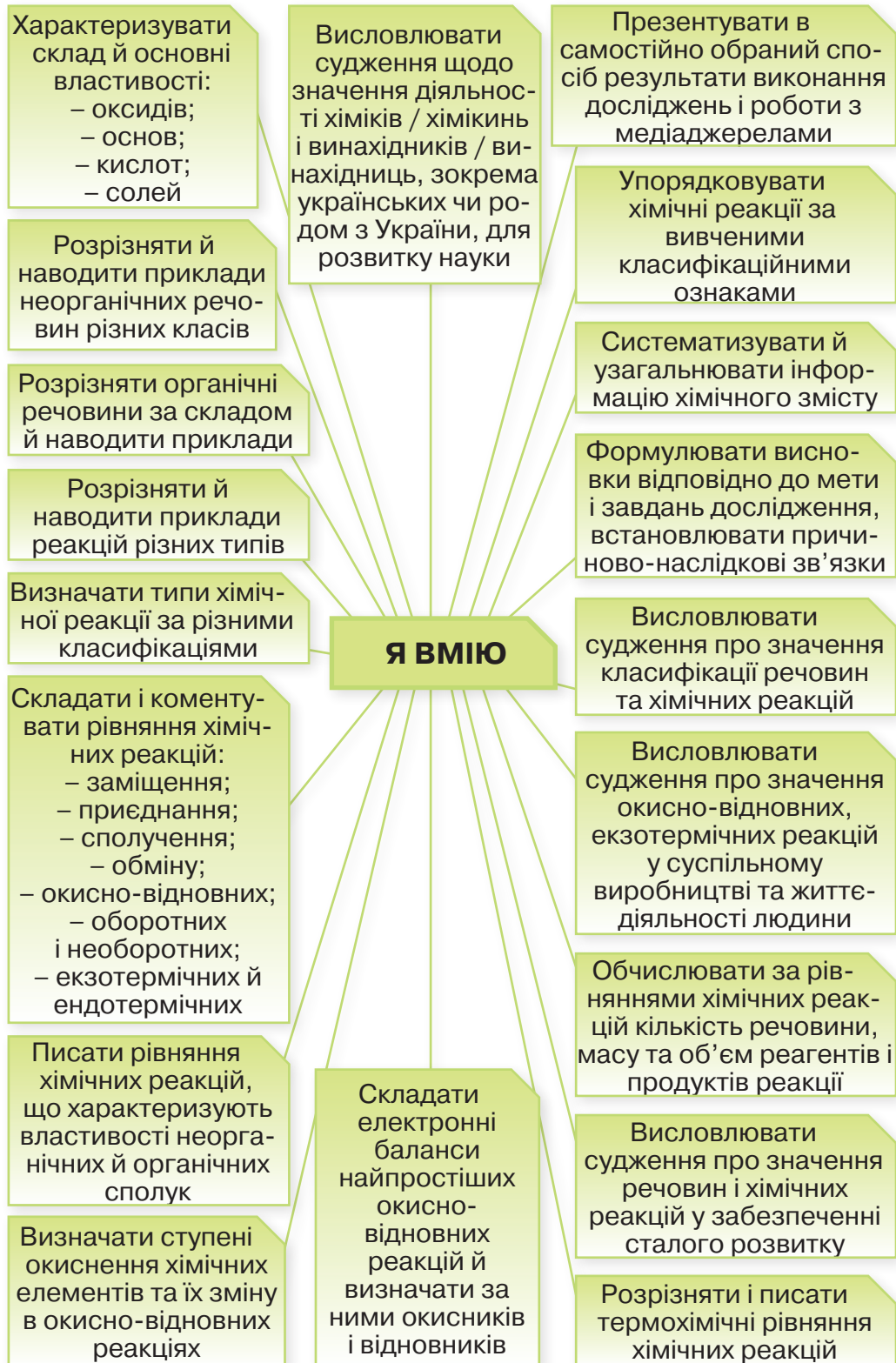
Типи хімічних реакцій за класифікаційною ознакою:

- кількість і склад реагентів і продуктів реакції;
- тепловий ефект реакції;
- зміна ступенів окиснення;
- напрямок перебігу реакції

Особливості:

- екзотермічної реакції;
- ендотермічної реакції;
- окисно-відновної реакції;
- оборотної реакції;
- необоротної реакції





Завдання 3.

Оціни свої досягнення в пізнанні хімії. Для цього у створеній тобою таблиці вибери один із трьох варіантів оцінки.

Завдання 4.

Для оцінки своєї роботи в групі на основі схеми (с. 54) створи у зошиті ще одну таблицю із трьома варіантами оцінки: «Завжди», «Часто», «Інколи».

Завдання 5.

Запиши в зошиті відповідь на запитання: «Наскільки корисною була для тебе співпраця у групі? Чим саме?».

Завдання 6.

Запиши в зошиті, що цікавого і корисного ти дізнався / дізналася, опрацювавши цю тему. Де і з якою метою ти зможеш використати набуті знання? Порівняй свої відповіді з відповідями однокласників / однокласниць.

Завдання 7.

Пригадай і запиши в зошиті своє найбільше досягнення під час вивчення теми «Узагальнюємо результати навчальної діяльності».

Завдання 8.

Запиши в зошиті власні пропозиції щодо змісту і завдань теми «Узагальнюємо результати навчальної діяльності», які, на твою думку, покращать сприйняття й засвоєння матеріалу.

**§ 46**

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 4 «УЗАГАЛЬНЮЄМО РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ»

Виконання вправ і обчислень дадуть тобі змогу по-вторити й узагальнити вивчений матеріал, а онлайн виконання тестових завдань — діагностувати досягнуті результати навчання.

Вправи й обчислення

1. Напиши формули речовин: ферум(III) гідроксид, магній сульфат, цинк хлорид, калій гідроксид.
 - 1.1. Класифікуй їх на основі і солі.
 - 1.2. Напиши формули і назви кислот, солі яких є в рядку.
 - 1.3. Визнач ступені окиснення елементів у кислотах, для оксигеновмісних кислот склади формули оксидів, що їм відповідають.

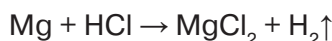
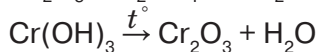
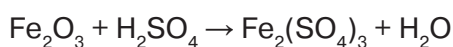
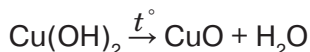
2. Класифікуй органічні речовини, формули яких наведено, за відомими тобі класифікаціями на групи й зазнач, у якій групі речовин виявилось найбільше:



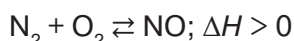
3. Назви якомога більше класифікаційних груп, до яких може належати стеаринова кислота.
4. Які оксиди: *сульфур (IV) оксид, літій оксид, ферум(II) оксид, силіцій(IV) оксид* — реагуватимуть з водою? Напиши рівняння реакцій, назви продукти в кожній реакції.
5. Напиши рівняння реакцій за схемою і зазнач їх типи за класифікаційною ознакою «Кількість і склад реагентів і продуктів реакції»:

Барій → *барій оксид* → *барій гідроксид* → *барій нітрат* → *барій сульфат*.

6. Напиши рівняння реакцій за наведеними схемами, зазнач тип кожної за відомими тобі класифікаціями, для окисно-відновних склади електронний баланс, зазнач елемент-окисник й елемент-відновник, процеси окиснення й відновлення.



7. Чим оборотні реакції відрізняються від необоротних?
8. Назви якомога більше типів хімічних реакцій, до яких належить реакція, зображена наведеним рівнянням.



9. Обчисли масу кальцій карбонату, що утворився після пропускання вуглекислого газу масою 4,4 г через вапняну воду.
10. Унаслідок горіння метану об'ємом 224 л (н. у.) чи етанолу масою 446 г утворюється більше вуглекислого газу?

Виконай онлайн-тест.

Для цього перейди за покликанням

<https://qr.orioncentr.com.ua/ED0QE>

або скористайся смартфоном — зчитай QR-код.



Якщо результат виконання тесту тебе не задовольнить, тобі до снаги його покращити. Знайди можливість самостійно виправити зроблені помилки, щоб уникнути їх у майбутньому.

Бажаємо успіху та високого результату!

Відомості про стан підручника

№	Прізвище та ім'я здобувача / здобувачки освіти	Навчальний рік	Стан підручника		Оцінка
			на початку року	в кінці року	
1					
2					
3					
4					
5					

Навчальне видання

ЯРОШЕНКО Ольга Григорівна
КОРШЕВНЮК Тетяна Валеріївна

ХІМІЯ

Підручник

для 9 класу закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Підручник відповідає Державним санітарним нормам і правилам
«Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

Головна редакторка *І. В. Красуцька*
Редактор *О. С. Ісак*

Головна художниця *І. П. Медведовська*
Художня редакторка *І. П. Медведовська*

Технічний редактор *Е. А. Авраменко*
Коректорки *Ю. А. Полулященко, Ю. А. Твердохліб*
Художниця *О. С. Шуклінова*

В оформленні посібника використано світлини *О. М. Бабенко та С. В. Мацака*
а також матеріали із фотобанку *Shutterstock.com* та інших вільних інтернет-джерел

Бренди та ресурси зображуються лише з освітньою метою
та не є закликом до їх купівлі / відвідування

Формат 70×100 ¹/₁₆. Ум.-друк. арк. 22,1 + 0,324 форзац.
Обл.-вид. 19,89 + 0,55 форзац.
Зам. №
Наклад 32 104 пр.

ТОВ «Український освітянський видавничий центр «Оріон»
Свідоцтво «Про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції»
Серія ДК № 4918 від 17.06.2015 р.

Адреса видавництва: 03061, м. Київ, вул. Миколи Шепелева, 2

Віддруковано на
ТОВ «Поліпрінт»,
вул. Лугова, 1-а, м. Київ, 04073, Україна.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 1250 від 27.02.2003.

Періодична таблиця хімічних елементів (довга форма)

ГРУПИ ЕЛЕМЕНТІВ																			
Період	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	s-елементи																	4,0 He Гелій 2	
	Відносна атомна маса елемента 1,0 H Гідроген 1 Символ елемента 40,1 Ca Кальцій 20 Порядковий номер s-елементи p-елементи																		
2	6,9 Li Літій 3	9,0 Be Берилій 4											19,0 F Флуор 9	20,2 Ne Неон 10					
3	23,0 Na Натрій 11	24,3 Mg Магній 12	54,9 Cr Хром 24	50,9 V Ванадій 23	52,0 Sc Скандій 21	47,9 Ti Титан 22	55,9 Fe Ферум 26	58,9 Co Кобальт 27	58,7 Ni Нікель 28	63,5 Cu Купрум 29	65,4 Zn Цинк 30	12,0 C Карбон 6	14,0 N Нітроген 7	14,0 O Оксиген 8	31,0 P Фосфор 15	32,1 S Сульфур 16	35,5 Cl Хлор 17	39,9 Ar Аргон 18	
4	39,1 K Калій 19	87,6 Sr Стронцій 38	88,9 Y Ітрій	91,2 Zr Цирконій 40	92,9 Nb Ніобій 41	95,9 Mo Молибден 42	101,1 Ru Рутеній 44	102,9 Rh Родій 45	106,4 Pd Паладій 46	107,9 Ag Аргентум 47	112,4 Cd Кадмій 48	72,6 Ga Галій 31	74,9 As Арсен 33	75,9 Se Селен 34	79,9 Br Бром 35	79,9 Te Телур 52	126,9 I Йод 53	83,8 Kr Криптон 36	
5	85,5 Rb Рубідій 37	137,3 Ba Барій 55	138,9 La* Лантан	178,5 Hf Гафній 72	181,0 Ta Тантал 73	186,2 Re Реній 75	187,2 Os Осміум 76	190,2 Ir Ірідій 77	195,1 Pt Платина 78	197,0 Au Аурум 79	200,6 Hg Ртуть 80	114,8 In Індій 49	118,7 Sn Станум 50	121,8 Sb Стібій 51	127,6 Te Телур 52	126,9 I Йод 53	131,3 Xe Ксенон 54		
6	132,9 Cs Цезій 55	137,3 Ba Барій 56	173,0 La* Лантан	178,5 Hf Гафній 72	181,0 Ta Тантал 73	186,2 Re Реній 75	187,2 Os Осміум 76	190,2 Ir Ірідій 77	195,1 Pt Платина 78	197,0 Au Аурум 79	200,6 Hg Ртуть 80	204,4 Tl Талій 81	207,2 Pb Свинець 82	209,2 Bi Бісмут 83	209,2 Po Полоній 84	210,0 At Астат 85	210,0 Rn Радон 86		
7	223,0 Fr Францій 87	226,0 Ra Радій 88	227,0 Ac** Актиній	227,0 Rf Резерфордій 104	261,0 Db Дубній 105	262,0 Sg Сінборгій 106	265,0 Bh Борій 107	266,0 Mt Майтнерій 109	266,0 Ds Дармштадтій 110	280,0 Rg Рентгеній 111	285,0 Cn Коперніцій 112	113 Nh Ніхоній	114 Fl Флеровій	115 Mc Московій	116 Lv Лівенберґій	117 Ts Теннессін	118 Og Оганесон		
f-елементи																			
* Лантанοїди 140,1 Ce Церій 58 140,1 Pr Празеодим 59 141,2 Nd Неодим 60 147 Pm Прометій 61 150,4 Sm Самарій 62 152,0 Eu Європій 63 157,3 Gd Гадоліній 64 158,9 Tb Тербій 65 162,5 Dy Диспрозій 66 164,9 Ho Гольмій 67 167,3 Er Ербій 68 168,9 Tm Тулій 69 173,0 Yb Ітербій 70 175,0 Lu Лютецій 71																			
** Актинοїди 232,0 Th Торій 90 231 Pa Протактиній 91 238 U Уран 92 237 Np Нептуній 93 244 Pu Плутоній 94 243 Am Америцій 95 247 Cm Курій 96 247 Bk Берклій 97 249 Cf Каліфорній 98 252 Es Ейнштейній 99 257 Fm Фермій 100 258 Md Мейтнерій 101 259 No Нобелій 102 260 Lr Лоуренсій 103																			

Таблиця розчинності кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей

	КАТИОН																						
	H ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺	NH ₄ ⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Al ³⁺	Cu ³⁺	Fe ³⁺	
OH ⁻	Г	Р	Р	Р	М	М	Р	Р	Х	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Х	Н	Н	Н
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	Р	Р	Р	Р	Р
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р
I ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	Х	Н	Р	Р	Р
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	Р	М	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
F ⁻	Р	М	М	М	Н	Н	Н	Р	Р	Н	М	М	М	М	М	Р	Р	Н	Р	Г	М	М	М
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Г	Г	Г
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Г	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Г	Г	Н
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Х	Г	Г	Г
SiO ₃ ²⁻	Н	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Х	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Х	Х	Х	Х
CO ₃ ²⁻	Р	М	Р	Р	Н	Н	Н	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Х	Н	Н	Н	Х	Х	Х	Х
PO ₄ ³⁻	Р	М	Р	Р	Н	Н	Н	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Х	Н	Н	Н

Умовні позначення:

- Р – речовина розчинна (>1 г на 100 г води);
- М – речовина малорозчинна (від 0,1 до 1 г на 100 г води);
- Н – речовина практично нерозчинна (<0,1 г на 100 г води);
- Х – речовина невідома;
- Г – речовина розкладається водою / гідролізується

