

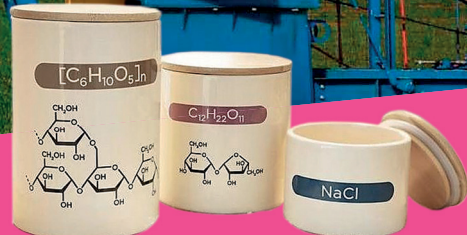
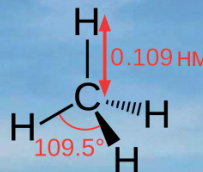
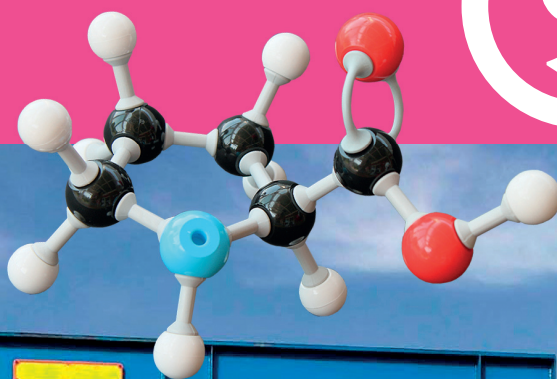
Павло Попель
Людмила Крикля


НОВА
УКРАЇНСЬКА
ШКОЛА

Хімія

ПІДРУЧНИК

9 клас



академія

Періодична таблиця хімічних елементів (короткий варіант)

Періоди	Групи																		
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII				
1	H 1 Гідроген 1,0079 Водень 1s ¹																(H)	He 2 Гелій 4,0026 1s ²	
2	Li 3 Літій 6,941 [He]2s ¹		Be 4 Берилій 9,012 [He]2s ²		B 5 Бор 10,81 [He]2s ² 2p ¹		C 6 Карбон 12,011 Вуглець [He]2s ² 2p ²		N 7 Нітроген 14,0067 Азот [He]2s ² 2p ³		O 8 Оксиген 15,999 Кисень [He]2s ² 2p ⁴		F 9 Флуор 18,998 Фтор [He]2s ² 2p ⁵		Ne 10 Неон 20,180 [He]2s ² 2p ⁶				
3	Na 11 Натрій 22,990 [Ne]3s ¹		Mg 12 Магній 24,305 [Ne]3s ²		Al 13 Алюміній 26,982 [Ne]3s ² 3p ¹		Si 14 Силіцій 28,086 [Ne]3s ² 3p ²		P 15 Фосфор 30,974 [Ne]3s ² 3p ³		S 16 Сульфур 32,06 Сірка [Ne]3s ² 3p ⁴		Cl 17 Хлор 35,453 [Ne]3s ² 3p ⁵		Ar 18 Аргон 39,948 [Ne]3s ² 3p ⁶				
4	K 19 Калій 39,098 [Ar]4s ¹		Ca 20 Кальцій 40,08 [Ar]4s ²		21 Sc 44,956 Скандій [Ar]3d ¹ 4s ²		22 Ti 47,87 Титан [Ar]3d ² 4s ²		23 V 50,941 Ванадій [Ar]3d ³ 4s ²		24 Cr 51,996 Хром [Ar]3d ⁵ 4s ¹		25 Mn 54,938 Манган [Ar]3d ⁵ 4s ²		26 Fe 55,845 Ферум [Ar]3d ⁶ 4s ²		27 Co 58,933 Кобальт [Ar]3d ⁷ 4s ²	28 Ni 58,69 Нікель [Ar]3d ⁸ 4s ²	
	29 Cu 63,546 Купрум [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹ Мідь		30 Zn 65,41 Цинк [Ar]3d ¹⁰ 4s ²		Ga 31 Галій 69,72 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹		Ge 32 Германій 72,64 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ²		As 33 Арсен 74,922 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³		Se 34 Селен 78,96 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴		Br 35 Бром 79,904 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵		Kr 36 Криптон 83,80 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶				
5	Rb 37 Рубідій 85,468 [Kr]5s ¹		Sr 38 Стронцій 87,62 [Kr]5s ²		39 Y 88,906 Ітрій [Kr]4d ¹ 5s ²		40 Zr 91,22 Цирконій [Kr]4d ² 5s ²		41 Nb 92,906 Ніобій [Kr]4d ⁴ 5s ¹		42 Mo 95,94 Молібден [Kr]4d ⁵ 5s ¹		43 Tc [98] Технецій [Kr]4d ⁵ 5s ²		44 Ru 101,07 Рутеній [Kr]4d ⁷ 5s ¹		45 Rh 102,905 Родій [Kr]4d ⁸ 5s ¹	46 Pd 106,4 Паладій [Kr]4d ¹⁰ 5s ⁰	
	47 Ag 107,868 Аргентум [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹ Срібло		48 Cd 112,41 Кадмій [Kr]4d ¹⁰ 5s ²		In 49 Індій 114,82 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹		Sn 50 Станум 118,71 Олово [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ²		Sb 51 Стибій 121,76 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³		Te 52 Телур 127,60 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴		I 53 Йод 126,904 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵		Xe 54 Ксенон 131,29 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶				
6	Cs 55 Цезій 132,91 [Xe]6s ¹		Ba 56 Барій 137,33 [Xe]6s ²		57 La* 138,905 Лантан [Xe]5d ¹ 6s ²		72 Hf 178,49 Гафній [Xe]4f ¹⁴ 5d ² 6s ²		73 Ta 180,948 Тантал [Xe]4f ¹⁴ 5d ³ 6s ²		74 W 183,84 Вольфрам [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²		75 Re 186,207 Реній [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²		76 Os 190,2 Осмій [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²		77 Ir 192,22 Іридій [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²	78 Pt 195,09 Платина [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹	
	79 Au 196,967 Аурум [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹ Золото		80 Hg 200,59 Меркурій [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² Ртуть		81 Tl 204,38 Талій [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹		Pb 82 Плюмбум 207,2 Свинець ...6s ² 6p ²		Bi 83 Бісмут 208,980 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³		Po 84 Полоній [209] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴		At 85 Астат [210] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵		Rn 86 Радон [222] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶				
7	Fr 87 Францій [223] [Rn]7s ¹		Ra 88 Радій [226] [Rn]7s ²		89 Ac** [227] Актиній [Rn]6d ¹ 7s ²		104 Rf [261] Резерфордій [Rn]5f ¹⁴ 6d ² 7s ²		105 Db [262] Дубній [Rn]5f ¹⁴ 6d ³ 7s ²		106 Sg [266] Сиборгій [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ²		107 Bh [264] Борій [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ²		108 Hs [267] Гасій [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ²		109 Mt [268] Майтнерій [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²	110 Ds Дармштадтій [271]	
	111 Rg [272] Рентгеній		112 Cn [285] Коперницій		Nh 113 Ніхоній [286]		Fl 114 Флеровій [289]		Mc 115 Московій [286]		Lv 116 Ліверморій [293]		Ts 117 Теннессин [294]		Og 118 Оганесон [294]				
Вищі оксиди	E ₂ O		EO		E ₂ O ₃		EO ₂		E ₂ O ₅		EO ₃		E ₂ O ₇		EO ₄				
Леткі сполуки з Гідрогеном							EH ₄		EH ₃		H ₂ E		HE						
*Лантаноїди	58 Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ Церій	59 Pr 140,908 4f ³ 5d ⁰ Празеодим	60 Nd 144,24 4f ⁴ 5d ⁰ Неодим	61 Pm [145] 4f ⁵ 5d ⁰ Прометій	62 Sm 150,4 4f ⁶ 5d ⁰ Самарій	63 Eu 151,96 4f ⁷ 5d ⁰ Європій	64 Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ Гадоліній	65 Tb 158,925 4f ⁹ 5d ⁰ Тербій	66 Dy 162,50 4f ¹⁰ 5d ⁰ Диспрозій	67 Ho 164,93 4f ¹¹ 5d ⁰ Гольмій	68 Er 167,26 4f ¹² 5d ⁰ Ербій	69 Tm 168,93 4f ¹³ 5d ⁰ Тулій	70 Yb 173,04 4f ¹⁴ 5d ⁰ Ітербій	71 Lu 174,97 4f ¹⁴ 5d ¹ Лютецій					
**Актиноїди	90 Th 232,038 5f ² 6d ² Торій	91 Pa [231] 5f ² 6d ¹ Протактиній	92 U 238,029 5f ³ 6d ¹ Уран	93 Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ Нептуній	94 Pu [244] 5f ⁶ 6d ⁰ Плутоній	95 Am [243] 5f ⁷ 6d ⁰ Америцій	96 Cm [247] 5f ⁷ 6d ¹ Кюрі	97 Bk [247] 5f ⁹ 6d ¹ Берклій	98 Cf [251] 5f ¹⁰ 6d ⁰ Каліфорній	99 Es [252] 5f ¹¹ 6d ⁰ Ейнштейній	100 Fm [257] 5f ¹² 6d ⁰ Фермій	101 Md [258] 5f ¹³ 6d ⁰ Менделевій	102 No [259] 5f ¹⁴ 6d ⁰ Нобелій	103 Lr [262] 5f ¹⁴ 6d ¹ Лоуренсій					

Типи елементів

s-елементи
 p-елементи
 d-елементи
 f-елементи

Елементи кожного типу мають подібну електронну будову атомів.

Павло Попель
Людмила Крикля

ХІМІЯ

ПІДРУЧНИК

для **9** класу
закладів загальної
середньої освіти

РЕКОМЕНДОВАНО
Міністерством освіти
і науки України

УДК 546(075.3)
П57

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

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

Видано за державні кошти. Продаж заборонено

Підручник створено за модельною навчальною програмою
«Хімія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти
(авт. Лашевська Г. А.).



е-додаток (інтерактивний
електронний додаток):
[https://lms.e-school.net.ua/courses/
course-v1:Academia+h9+14.08.2025/
course/](https://lms.e-school.net.ua/courses/course-v1:Academia+h9+14.08.2025/course/)

Попель П.

П57 Хімія : підруч. для 9 кл. закл. заг. серед. освіти / Павло Попель, Людмила Крикля. — Київ : ВЦ «Академія», 2026. — 312 с. : іл.

ISBN 978-966-580-827-5

УДК 546(075.3)

ISBN 978-966-580-827-5

© Попель П., Крикля Л., 2026
© Штогрин В., дизайн книжки, 2026

Хімія любить допитливих — будьте такими!

На уроках хімії у 8 класі ви дізналися багато нового й цікавого про хімічні елементи, прості та складні речовини. Основним законом хімії є періодичний закон, який встановлює залежність хімічного характеру елементів, складу і властивостей речовин від зарядів ядер атомів. Речовини існують завдяки тому, що атоми, молекули та йони сполучаються між собою. Таку взаємодію частинок називають хімічним зв'язком. Знаючи склад і будову речовини, можна спрогнозувати її властивості. Вам також відомо, що в хімії порції речовин оцінюють за кількістю атомів, молекул або йонів, які в них містяться. Довідалися ви і про реакції сполучення та розкладу, а ще й про окисно-відновні реакції.

У цьому навчальному році ви ознайомитеся з найважливішими класами неорганічних сполук — оксидами, основами, кислотами, амфотерними гідроксидами, солями. Виконуючи хімічні експерименти, виявлятимете хімічні властивості цих речовин. Дізнаєтеся про існування йонів у воді й утворення їх у водних розчинах кислот. Ви отримаєте інформацію про органічні сполуки, які містяться в рослинах, організмах тварин та людини, і про ті, що одержують на заводах і в лабораторіях. Звернемо також вашу увагу на речовини, які використовуємо в побуті.

Як користуватися підручником

На початку кожного параграфа є запитання, які анонсують і актуалізують розміщений у ньому матеріал. Основні означення виокремлено в тексті кольором, а нові терміни, важливі твердження і слова з логічним наголосом — курсивним шрифтом. За QR-кодами ви можете переглянути хімічні досліди та ознайомитися з інформацією, яка доповнює викладене на сторінках підручника.

У кожному параграфі та після нього наведено завдання, вправи й задачі. Умовні позначки (піктограми) допоможуть вам зорієнтуватися в типах завдань, спонукатимуть до певних дій:



Думаймо



Розв'язуймо задачу



Варто знати



Візьмемо до уваги



Відшукаймо



Експериментуймо



Обговорюймо



Виконаймо вправу

Частина завдань призначена для виконання групою учнів / учениць (зазвичай у складі 3–4 однокласників / однокласниць).

Завдання, вправи і задачі підвищеної складності помічено зірочками.

У кінці підручника є відповіді до деяких задач і вправ, словник термінів, а також предметний покажчик. Він допоможе швидко знайти сторінку підручника, на якій ідеться про конкретний термін, речовину, явище тощо. Для допитливих подано переліки літератури та інтернет-сайтів.

Вдумлива робота з підручником допоможе вам зрозуміти зв'язки між складом, будовою і властивостями речовин, навчитися передбачати й пояснювати хімічні перетворення. Ви набудете досвіду з пошуку

в інтернеті потрібної інформації, обговорення її з однокласниками / однокласницями, а в разі потреби — коригування, використовуючи свої знання з хімії.

Хімічний експеримент — важливий складник навчання

Ви продовжуватимете досліджувати речовини, їхні властивості, набудете навичок з дослідження хімічних реакцій. До хімічних експериментів необхідно ретельно готуватися. Спосіб і послідовність їх виконання описано в підручнику. Рекомендації щодо правил роботи й безпеки в хімічному кабінеті / лабораторії виконуйте і в цьому навчальному році. Будьте обережними! Невміле поводження з речовинами на уроках і вдома, нехтування правил безпеки можуть зашкодити вашому здоров'ю. Домашній експеримент виконуйте лише з дозволу батьків або ваших рідних.

До підручника на платформі ВШО створено е-додаток (<https://lms.e-school.net.ua/courses/course-v1:Academia+h9+14.08.2025/course/>), де розміщено підручник в електронному вигляді, тестові завдання для самоперевірки, діагностувальні роботи до кожного півріччя, відеоматеріали, матеріали для вчителя. Деякі матеріали з е-додатка, використання яких не потребує реєстрації, розміщені на <https://9klas.academiabook.club/chemistry; learningapps.org/>. Кожне тестове завдання, розміщене на платформі [learningapps.org](https://9klas.academiabook.club/chemistry; learningapps.org/), передбачає вибір однієї правильної відповіді.



е-додаток

Ви вже переконалися, що вивчати хімію необхідно, щоб розуміти, як побудований навколишній світ, за якими законами він розвивається, щоб використовувати різні речовини безпечно, не руйнуючи природу, а оберігаючи її. Багато з того, про що дізнаєтеся і що практично випробуєте, знадобиться вам у майбутньому.

Бажаємо вам успіхів у навчанні!

Автори

Стартуємо

Що ви знаєте з хімії

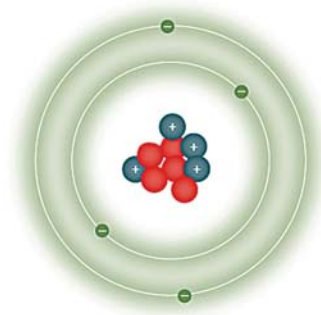
У цьому розділі розміщено відомий вам матеріал. Він підсумовує ваші знання про частинки, з яких складаються прості та складні речовини, види хімічного зв'язку, яким сполучаються атоми та йони. Нагадаємо вам про фундаментальні закони, відкриті завдяки досягненням у дослідженні речовин і хімічних реакцій. Наведені в розділі приклади обчислень за формулами речовин і хімічними рівняннями знадобляться вам у цьому навчальному році під час виконання вправ та розв'язування задач.

§ 1. Атоми. Молекули. Йони

Пригадаєте, використаєте

- ▶ Чим різняться найменші частинки речовин?
- ▶ Як сполучаються атоми, молекули, йони?
- ▶ Які види хімічного зв'язку є в речовинах?

Атоми. Навчаючись у 8 класі, ви дізналися, що атоми мають складну будову. У їхніх ядрах є протони (p^+) і нейтрони (n^0)¹, а електрони (e^-) рухаються навколо ядер не будь-де, а в певних орбіталях (мал. 1). У сучасній



Мал. 1.

Атом хімічного елемента № 4 Берилію

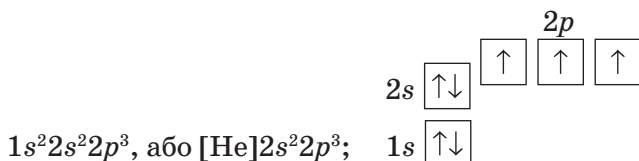
¹Ядро найлегшого атома складається лише з протона.

моделі атома, у котрій узято до уваги енергію електронів, ці частинки розподіляють за певними енергетичними рівнями і підрівнями. Важлива інформація про атоми хімічних елементів та їхню електронну будову міститься в періодичній таблиці (форзац I, Додаток).



Охарактеризуйте склад ядра атома Флуору і запишіть електронну формулу цього атома.

1. У якій орбіталі — $1s$, $2s$, $2p$ чи $3s$ — електрон має найменшу і найбільшу енергію?
2. Назвіть хімічний елемент, атом якого має таку електронну будову:



Якщо на зовнішньому енергетичному рівні атомів перебуває від одного до трьох електронів, то такі хімічні елементи є металічними¹. Решта елементів — неметалічні². Металічні елементи розміщені в періодичній таблиці на початку періодів (крім першого), а неметалічні — у кінці періодів. Нагадаємо, що радіуси атомів хімічних елементів зменшуються в періоді зліва направо, а в головних підгрупах збільшуються зверху донизу.



Порівняйте радіуси атомів: а) Li і F; б) F і I.

Важливими характеристиками атома є електронегативність — здатність зміщувати у свій бік електрони від іншого атома, а також валентність — здатність сполучатися з певною кількістю таких самих або інших атомів. На можливе значення валентності хімічного елемента вказує кількість неспарених електронів в атомі.



Електронегативність якого атома більша — Літію чи Оксигену, Карбону чи Флуору?



Чому Гідроген, Флуор і Оксиген мають сталу валентність?

Атоми можуть існувати окремо (наприклад, в інертних газах) або сполучатися ковалентним зв'язком, надаючи один одному неспарені електрони у спільне користування. Між атомами з однаковою електро-

¹ Винятками є Гідроген, Гелій і Бор.

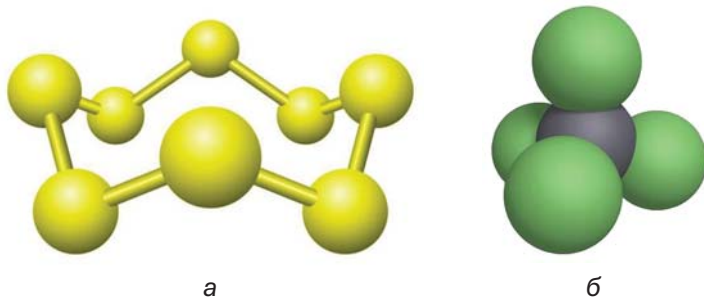
² Винятки — Станум, Плюмбум (в атомах обох елементів 4 зовнішні електрони), Бісмут (5 зовнішніх електронів).

негативністю виникає неполярний зв'язок, а з різною — полярний. У першому випадку спільна пара електронів однаковою мірою належить обою атомам, а в другому — зміщена до одного з них.

Серед речовин атомної будови — алмаз, графіт, червоний фосфор, кварц. Вони плавляться за високих температур і не розчиняються у воді.

Метали мають особливу будову. Атоми в них розміщені настільки щільно, що деякі електрони залишають атоми і починають хаотично рухатися. Унаслідок цього атоми перетворюються на позитивно заряджені частинки — катіони. Хімічний зв'язок, який реалізується в металі між катіонами за допомогою делокалізованих електронів, називають металічним зв'язком.

Молекули. Атоми в молекулі сполучені ковалентним зв'язком. Молекулярну будову мають неметали, сполуки Гідрогену з галогенами, оксиди неметалічних елементів¹, кислоти, спирти, білки тощо (мал. 2).



Мал. 2.
Моделі молекул
 S_8 (а) і CCl_4 (б)



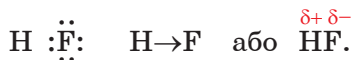
Назвіть види моделей молекул сірки і карбон(IV) хлориду, зображених на малюнку 2.

Вам відомо, що рисою у графічних формулах молекул позначають спільну пару електронів. Приклади електронних і графічних формул молекул:

із неполярним ковалентним зв'язком



і полярним зв'язком



Якщо атом утворює з іншим атомом одну спільну пару електронів, то він одновалентний, якщо дві спільні пари — двовалентний і т. д. Отже, за електронною або графічною формулою молекули можна визначити валентність атомів у ній.

¹ Винятки — оксиди атомної будови SiO_2 і B_2O_3 .



Складіть електронні та графічні формули молекул кисню, азоту, амоніаку, сірководню і вкажіть валентність відповідних хімічних елементів.

Оскільки молекули дуже слабо притягуються одна до одної, речовини молекулярної будови плавляться і киплять за невисоких температур.

Між молекулами фтороводню, води, амоніаку, у яких атоми Гідрогену сполучені з атомом Флуору, Оксигену або Нітрогену, реалізується водневий зв'язок:



Якщо названі речовини перебувають у рідкому або твердому стані, то

атом $\overset{\delta+}{\text{H}}$ однієї молекули притягується до атома $\overset{\delta-}{\text{F}}$, $\overset{\delta-}{\text{O}}$ або $\overset{\delta-}{\text{N}}$ іншої молекули. «Неподілені» пари електронів, які є в атомах зазначених хімічних елементів, також притягуються до атома Гідрогену. Цей вид хімічного зв'язку значно слабший за ковалентний зв'язок.

Водневі зв'язки утворюються також у розчинах між молекулами розчинених речовин і води.

Йони. Атоми можуть втрачати або приєднувати один чи кілька електронів, перетворюючись на заряджені частинки — йони. Йон має стійку електронну будову; на його зовнішньому енергетичному рівні перебуває 8 електронів (або 2 електрони на єдиному 1-му рівні). Позитивно заряджені йони називають катіонами (K^+ , Ca^{2+}), негативно заряджені — аніонами (I^- , S^{2-}).

Під час хімічних реакцій між металами і неметалами атоми металічних елементів втрачають електрони, а неметалічних — отримують їх. Загальні схеми перетворення атомів металічних (M) і неметалічних елементів (E) на йони:

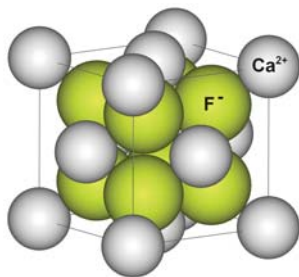


Складіть схеми перетворення атомів Літію та Оксигену на йони і запишіть електронні формули частинок.

Електростатичну взаємодію між протилежно зарядженими йонами в речовині називають йонним зв'язком. Цей вид хімічного зв'язку реалізується в більшості оксидів металічних елементів, сполуках металічних елементів із галогенами (мал. 3), Сульфуром тощо. Йонні речовини плавляться і киплять за високих температур.

У гашеному вапні $\text{Ca}(\text{OH})_2$, крейді CaCO_3 , аміачній селітрі NH_4NO_3 є складні йони OH^- , CO_3^{2-} , NH_4^+ , NO_3^- (мал. 4). Атоми в таких йонах сполучені ковалентним зв'язком.

У йонній сполуці сума зарядів усіх катіонів та аніонів дорівнює нулю.

**Мал. 3.**

Кристал мінералу флюориту CaF_2 і фрагмент кристалічних ґраток цієї речовини

Мал. 4.

Модель нітрат-іона NO_3^-

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті відповідні висновки.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

1. Назвіть основні характеристики атома.
2. З яких найменших частинок складаються графіт, вода, кухонна сіль?
- *3. Як можна спрогнозувати валентність хімічного елемента?
4. Який вид хімічного зв'язку реалізується в молекулі та складному йоні?

Поміркуймо

5. Чим можуть різнитися атоми одного хімічного елемента? Як називають відповідні види атомів?

Аналізуймо

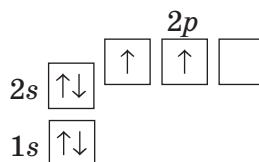
6. Проаналізуйте твердження. Чи є з-поміж них правильні?
 - I. Кількість електронів в атомі така сама, що й протонів.
 - II. Радіус катіона хімічного елемента менший, ніж атома.

* Зірочкою (*) тут і далі позначено завдання, вправи й задачі підвищеної складності.

- а) правильне лише І;
- б) правильне лише ІІ;
- в) обидва правильні;
- г) немає правильних.

Пояснюймо

7. Використовуючи електронну формулу Карбону та її графічний варіант



поясніть, чому цей атом майже у всіх сполуках виявляє валентність 4.

8. Вода і метан CH_4 мають майже однакові відносні молекулярні маси, але їхні температури плавлення істотно різняться. Як саме і чому?

Виконаймо вправу

9. Визначте валентність хімічних елементів у сполуках Cl_2O , BF_3 і SO_3 . Зобразіть графічні формули молекул цих сполук.
10. Запишіть у клітинках таблиці формули речовин, утворених відповідними катіоном та аніоном:

Йони	NH_4^+	Na^+	Ca^{2+}	Fe^{3+}
Cl^-				
NO_3^-				
SO_4^{2-}				
PO_4^{3-}				

11. Визначте заряди йонів у речовинах із такими формулами: CaI_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Al_2S_3 , Li_2CO_3 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$.
12. Допишіть схеми утворення йонів і атомів:
- а) $\text{Cr} \dots e^- = \text{Cr}^{3+}$;
 - б) $\text{H}^- \dots e^- = \text{H}$;
 - в) $\text{Fe}^{2+} \dots e^- = \text{Fe}^{3+}$;
 - г) $\text{Pb}^{2+} \dots e^- = \text{Pb}$.
13. Укажіть будову і вид хімічного зв'язку в сірководні:
- а) атомна, ковалентний;
 - б) молекулярна, водневий;
 - в) йонна, йонний;
 - г) молекулярна, ковалентний.

§ 2. Основні закони хімії. Хімічні реакції

Пригадаєте, використаєте

- ▶ У чому полягає суть періодичного закону?
- ▶ Які особливості будови газів є основою законів для цих речовин?
- ▶ За якими ознаками класифікують хімічні реакції?

Періодичний закон. Одним з основних законів природи є періодичний закон, а його унаочненням — періодична таблиця. Цей закон об'єднує хімічні елементи та утворені ними речовини, допомагає передбачати хімічні властивості речовин. Нині періодичний закон формулюють так: *властивості хімічних елементів, простих речовин, а також склад і властивості сполук перебувають у періодичній залежності від значень зарядів ядер атомів.*

Зі збільшенням зарядів ядер атомів періодично змінюється їхня електронна будова. Це зумовлює періодичну зміну хімічного характеру елементів, значень їхньої валентності, складу і властивостей речовин. Такою є суть періодичного закону.

Порівняйте електронну будову атомів хімічних елементів 2-го та 3-го періодів¹:



Пе-ріод	Групи							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2	³ Li 2s ¹	⁴ Be 2s ²	⁵ B 2s ² 2p ¹	⁶ C 2s ² 2p ²	⁷ N 2s ² 2p ³	⁸ O 2s ² 2p ⁴	⁹ F 2s ² 2p ⁵	¹⁰ Ne 2s ² 2p ⁶
3	¹¹ Na 3s ¹	¹² Mg 3s ²	¹³ Al 3s ² 3p ¹	¹⁴ Si 3s ² 3p ²	¹⁵ P 3s ² 3p ³	¹⁶ S 3s ² 3p ⁴	¹⁷ Cl 3s ² 3p ⁵	¹⁸ Ar 3s ² 3p ⁶



Проілюструйте періодичність зміни хімічного характеру простих речовин зі збільшенням заряду ядер атомів, використавши наведений фрагмент періодичної таблиці, і поясніть цю зміну.

Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції. Вам відомо, що цей закон формулюють так: *маса речовин (реактантів²), що взяли участь у хімічній реакції, дорівнює масі речовин (продуктів), які утворилися внаслідок реакції.* Якщо, наприклад, сірка згоряє в кисні з утворенням сірчастого газу, то

$$m(\text{сірки}) + m(\text{кисню}) = m(\text{сірчастого газу}).$$

¹ Наведено склад зовнішнього енергетичного рівня.

² Часто використовують термін «реагенти».



Обчисліть (усно) масу кальцію, що прореагував із бромом масою 80 г з утворенням кальцій броміду CaBr_2 масою 100 г.

Під час хімічної реакції атоми не виникають і не зникають. Кількість атомів кожного хімічного елемента до реакції дорівнює кількості його атомів після реакції. На це вказують хімічні рівняння:



Перетворіть схему реакції, яка відбувається під час корозії міді, на хімічне рівняння:

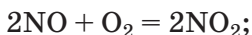


Закони для газів. Гази відрізняються від рідких і твердих речовин тим, що їхні найменші частинки перебувають на дуже великих відстанях одна від одної. Цим зумовлене існування кількох законів для речовин у газуватому стані.

Згідно із законом Авогадро, *в однакових об'ємах різних газів за однакових температури і тиску міститься однакова кількість молекул*¹.

У хімії порцію речовини характеризують не лише її масою чи об'ємом. Ви знаєте, що для цього також використовують величину, назва якої — кількість речовини. Одиницею її вимірювання є моль. 1 моль — порція речовини, яка містить $6,02 \cdot 10^{23}$ найменших частинок (атомів, молекул). Однакові кількості речовини газів за однакових температури і тиску займають однаковий об'єм, а об'єм 1 моль будь-якого газу за нормальних умов² становить 22,4 л.

На практиці часто використовують закон об'ємних відношень газів у хімічних реакціях. Згідно з ним, *об'єми газів, які взаємодіють між собою та утворюються внаслідок реакції, відносяться як невеликі цілі числа*. Ці числа є коефіцієнтами в хімічних рівняннях:



$$V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) : V(\text{NO}_2) = 2 : 1 : 2.$$



Обчисліть об'єм кисню, який прореагує з нітроген(II) оксидом об'ємом 4 л. (Усно.)



Чи зміниться сумарний об'єм газів унаслідок реакції $\text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2$? Якщо зміниться, то як саме й у скільки разів?

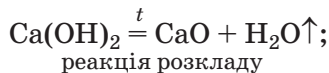
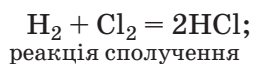
Хімічні реакції. Перетворення одних речовин на інші відбуваються в різних середовищах за різних умов і з неоднаковою швидкістю. Вони можуть супроводжуватися виділенням або поглинанням теплоти, утворенням газу або осаду, появою, зникненням або зміною кольору тощо.

¹Для інертних газів — гелію, неону, аргону та ін. — однакова кількість атомів.

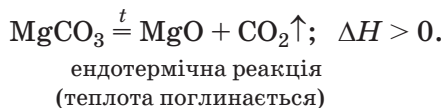
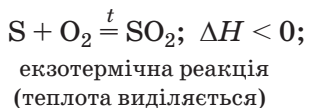
²Нормальні умови (н. у.) — температура 0 °C і тиск 760 мм рт. ст.

Хімічні реакції класифікують за різними ознаками, зокрема:

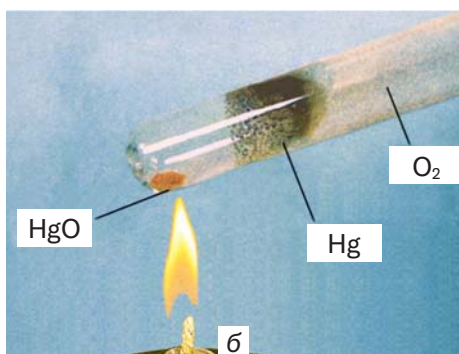
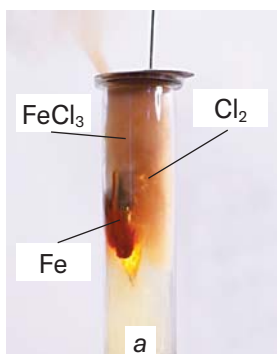
- за кількістю реактантів і продуктів



- за тепловим ефектом



До яких типів реакцій належать хімічні перетворення речовин, зображені на малюнку 5? Складіть відповідні хімічні рівняння.



Мал. 5.

Хімічні реакції за участю простих речовин (а)
і з їх утворенням (б)

Якщо найменші частинки реактантів обмінюються електронами, то такі реакції називають окисно-відновними. Вони відбуваються під час фотосинтезу, корозії металів, одержання металів із руд.

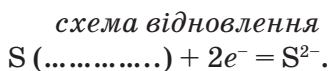
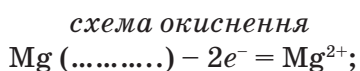


Чому всі хімічні реакції за участю простих речовин є окисно-відновними?

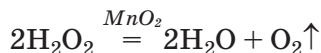
Втрата речовиною електронів є окисненням, а приєднання електронів — відновленням. Приклад окиснення речовини — її взаємодія з киснем. Ця реакція може супроводжуватися горінням або відбуватися повільно, іноді без видимого зовнішнього ефекту. Відновлення зазнає, наприклад, металічна руда, перетворюючись на метал. Речовина, яка окиснюється, є відновником, а яка відновлюється — окисником.



Визначте окисник та відновник у реакції $\text{Mg} + \text{S} = \text{MgS}$ і запишіть відповідні терміни в наведені схеми:



Багато реакцій відбувається за наявності каталізаторів. Ці речовини пришвидшують, наприклад, розкладання гідроген пероксиду



або уможлиблюють перебіг реакцій (про таку реакцію ідеться у вправі 19).

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті відповідні висновки.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

- Охарактеризуйте зміну хімічної активності простих речовин хімічних елементів 2–3 періодів від Літію до Аргону. Поступовий чи періодичний характер має ця зміна?
- Назвіть відношення об'ємів водню і кисню в реакції між ними.
- Узгодьте хімічну реакцію з її типом (типами):

Хімічна реакція	Тип реакції
1) $2\text{Na} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl}$;	а) сполучення;
2) $2\text{PbO}_2 \xrightarrow{t} 2\text{PbO} + \text{O}_2\uparrow$;	б) розклад;
3) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{t} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$;	в) окисно-відновна.
4) $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$;	

Виконаймо вправу

- Перетворіть наведені схеми реакцій на хімічні рівняння:

а) $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$;	г) $\text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$;
б) $\text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$;	д) $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$;
в) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2$;	е) $\text{MnO}_2 + \text{Al} \rightarrow \text{Mn} + \text{Al}_2\text{O}_3$.
- Складіть рівняння екзотермічної реакції літію із сіркою і позначте її тепловий ефект.
- Амоніак NH_3 згоряє у кисні за наявності каталізатора з утворенням нітроген(II) оксиду і пари. Складіть хімічне рівняння та визначте відношення об'ємів: а) газів-реактантів; б) газуватих продуктів реакції.

Розв'язуймо задачу

20. Обчисліть об'єм хлору (н. у.), якщо його кількість речовини становить 0,02 моль. (Усно.)
21. Чадний газ спалили в такому самому об'ємі кисню. Обчисліть об'ємні частки газів в отриманій суміші.
22. Після перетворення частини кисню на озон об'єм газів зменшився на 9 мл. Обчисліть об'єм озону, який утворився.

§ 3. Кількісні розрахунки в хімії

Пригадаєте, використаєте

- ▶ Які обчислення виконують за хімічною формулою речовини?
- ▶ Як використовують кількість речовини у розв'язуванні задач?
- ▶ Як здійснюють обчислення за хімічними рівняннями?

Обчислення за хімічною формулою. Знаючи хімічну формулу складної речовини, можна розв'язувати різні задачі. Наприклад, визначати масу хімічного елемента, яка міститься в певній масі сполуки, обчислювати масову частку елемента в сполуці або відношення мас елементів у ній.



Масова частка одного з хімічних елементів у речовині становить 40 %. Укажіть формули таких речовин серед наведених: MgO , SO_3 , N_2O , CH_3COOH .

Обчислення з використанням кількості речовини, молярної маси і молярного об'єму. Вам відомо, що кількість речовини можна обчислювати за такими формулами:

$$n = \frac{N}{N_A}; \quad n = \frac{m}{M}; \quad n = \frac{V}{V_M},$$

де N — кількість атомів або молекул; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ (стала Авогадро), M — молярна маса, V_M — молярний об'єм. Молярну масу речовини обчислюють за її хімічною формулою.



Визначте кількість речовини, яка міститься: а) у фосфіні PH_3 масою 3,4 г; б) у кисні об'ємом 0,448 л (н. у.). (Усно.)

Знаючи молярну масу речовини, можна вивести її формулу, а також з'ясувати, скільки атомів певного хімічного елемента міститься в молекулі речовини.



1. Виведіть формулу оксиду Хлору, якщо молярна маса сполуки становить 87 г/моль.
2. Молярна маса кислоти HClO_x становить 100,5 г/моль. Визначте кількість атомів Оксигену в молекулі кислоти.

За молярною масою і молярним об'ємом речовини визначають її густину:

$$\rho = \frac{M}{V_M}.$$



Обчисліть густину вуглекислого газу за нормальних умов.



Запишіть іншу формулу для обчислення густини, відому вам з фізики.

Щоб дізнатися, який із двох газів важчий, обчислюють відносну густину одного газу (B) за другим газом (A):

$$D_A(B) = \frac{\rho(B)}{\rho(A)} = \frac{m(B)^1}{m(A)} = \frac{M(B)}{M(A)}.$$



Визначте, у скільки разів неон важчий за водень.

Обчислення за хімічними рівняннями. Розв'язування задач, пов'язаних з хімічними реакціями, ґрунтується на знаннях хімічних властивостей речовин. До кожної задачі складають хімічне рівняння.

Наводимо приклади розв'язування задач цього типу (першої задачі — двома способами).

Задача 1.

Обчислити масу азоту, який прореагував з воднем, якщо утворився амоніак масою 5,1 г.

Дано:

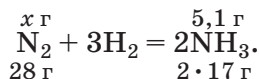
$$m(\text{NH}_3) = 5,1 \text{ г}$$

$$m(\text{N}_2) = ?$$

Розв'язання

1-й спосіб

1. Записуємо рівняння реакції, указавши над і під формулами азоту й амоніаку маси речовин:



2. Складаємо пропорцію та обчислюємо масу азоту.

¹ Маси однакових об'ємів газів.

Згідно з рівнянням реакції,
 із 28 г N_2 утворюється $2 \cdot 17$ г NH_3 ,
 за умовою задачі
 із x г N_2 — 5,1 г NH_3 ;

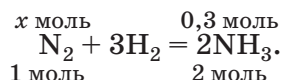
$$x = m(N_2) = \frac{28 \text{ г} \cdot 5,1 \text{ г}}{2 \cdot 17 \text{ г}} = 4,2 \text{ г}.$$

2-й спосіб

1. Обчислюємо кількість речовини, яка міститься в заданій масі амоніаку:

$$n(NH_3) = \frac{5,1 \text{ г}}{17 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}.$$

2. Записуємо рівняння реакції та кількості речовини над і під формулами азоту й амоніаку:



3. Обчислюємо кількість речовини азоту (за пропорцією) та його масу:

$$x = n(N_2) = \frac{1 \text{ моль} \cdot 0,3 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 0,15 \text{ моль}.$$

$$\begin{aligned} m(N_2) &= n(N_2) \cdot M(N_2) = \\ &= 0,15 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 4,2 \text{ г}. \end{aligned}$$

Відповідь: $m(N_2) = 4,2 \text{ г}.$



Обчисліть (усно) масу сірки, що прореагує з киснем об'ємом 2,24 л (н. у.).

Задача 2.

Унаслідок нагрівання аргентум(I) оксиду масою 5,0 г утворилися метал і газ об'ємом 168 мл (у перерахунку на нормальні умови). З'ясувати, чи весь оксид розклався.

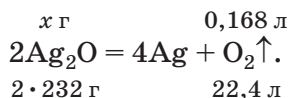
Дано:

$$\begin{aligned} m(Ag_2O) &= 5,0 \text{ г} \\ V(O_2) &= 168 \text{ мл (н. у.)} \end{aligned}$$

Чи весь Ag_2O розклався?

Розв'язання

1. Записуємо рівняння реакції, указавши над і під формулою оксиду його маси, а кисню — об'єми:



2. Обчислюємо масу оксиду (за пропорцією), що розклався.

Згідно з рівнянням реакції,
із $2 \cdot 232$ г Ag_2O утворюється 22,4 л O_2 ,
за умовою задачі

із x г Ag_2O — 0,168 л O_2 ;

$$x = m(\text{Ag}_2\text{O}) = \frac{2 \cdot 232 \text{ г} \cdot 0,168 \text{ л}}{22,4 \text{ л}} = 3,48 \text{ г}.$$

Отримана маса аргентум(I) оксиду менша за 5,0 г.

Відповідь: унаслідок хімічної реакції не весь оксид розклався.



Запропонуйте інший спосіб розв'язування задачі 2.



Визначте, чи вистачить кисню об'ємом 2,5 л для перетворення такого самого об'єму чадного газу на вуглекислий газ.

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті відповідні висновки.



Запропонуйте задачу за темою параграфа для однокласників / однокласниць. Порівняйте вашу та їхні відповіді.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

23. Задачі яких типів ви вмієте розв'язувати?

24. Назвіть якомога більше газів, легших за повітря.

25. Запишіть над формулами продуктів реакцій їхні кількості речовини:

2 моль

а) $\text{Be} + \text{S} = \text{BeS}$;

2,24 л (н. у.)

в) $\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4$;

1,5 моль

б) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$;

10 г

г) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$.

26. Визначте об'єм (за н. у.) водню (усно):

а) масою 20 г;

б) кількістю речовини 0,1 моль;

- в) якщо газ містить $12,04 \cdot 10^{23}$ молекул;
 г) якщо газ містить $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів.

Поміркуймо

27. Які гази — азот, вуглекислий газ, метан, сірчистий газ, кисень — можна збирати в склянку, як зображено на малюнку 6?
- *28. В один резервуар зібрано сірководень H_2S , у другий — учетверо більшу масу амоніаку NH_3 . У якому газі міститься більше молекул і в скільки разів?



Розв'язуймо задачу

29. У якому відношенні за масою взаємодіють прості речовини, якщо внаслідок реакції утворюється сірчистий газ? (Усно.)
30. Визначте (усно) маси продукту реакції та реактанту, що залишився після реакції:
- 2 моль 2 моль 1 моль 5 г
 а) $2\text{Li} + \text{H}_2 = 2\text{LiH}$; в) $\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4$;
 3 моль 3 моль 120 г 2 моль
 б) $3\text{Mg} + \text{N}_2 = \text{Mg}_3\text{N}_2$; г) $\text{Ca} + \text{F}_2 = \text{CaF}_2$.
31. Обчисліть об'єм вуглекислого газу, який утвориться внаслідок спалювання вугілля масою 150 кг у надлишку повітря, якщо масова частка негорючих домішок у цьому вугіллі становить 20 %.
32. Виконайте обчислення щодо кальцій сульфіді і заповніть таблицю:

$m(\text{Ca}_x\text{S}_y)$, г	$m(\text{Ca})$, г	$m(\text{S})$, г	$n(\text{Ca})$, моль	$n(\text{S})$, моль	Формула сполуки
144	80				

- *33. Унаслідок реакції металу масою 56,0 г з достатньою кількістю кисню утворився оксид M_2O_3 масою 75,2 г. Визначте метал.

Оцінюймо свої знання

34. Виконайте розміщені за QR-кодом або покликанням (<https://learningapps.org/display?v=pe33fr1ec25>) тестові завдання за матеріалом цього розділу підручника.



test

Мал. 6.
Збирання газу, який утворюється під час реакції

Досліджуємо основи, кислоти, амфотерні гідроксиди, оксиди, солі

Ви знаєте, що всі речовини поділяють на прості та складні, а прості речовини — на метали і неметали. У 8 класі ми з'ясували, чим метали відрізняються від неметалів. Ви також ознайомилися з хімічними властивостями кисню, дослідили деякі реакції за участю металів.

Складних речовин незрівнянно більше. Серед них є неорганічні та органічні сполуки. Успішно досліджувати їх, не беручи до уваги класифікації речовин, неможливо. У цьому розділі йтиметься про найважливіші класи неорганічних сполук — основи, кислоти, амфотерні гідроксиди, оксиди та солі. Ви дізнаєтеся, які речовини цих класів поширені в природі, чим сполуки кожного класу відрізняються від інших, досліджуватимете їхні хімічні властивості. Виокремимо кілька речовин різних класів, які отримали найширше використання.

§ 4. Кислі та лужні розчини

Коли ми бачимо лимон, то відразу згадуємо його кислий смак, адже цей фрукт містить лимонну кислоту. Інший, неприємний, смак має водний розчин харчової соди, яким прополіскуємо запалене горло. Такий смак спричинений лугом, незначна кількість якого утворюється внаслідок взаємодії соди з водою.

У хімічній лабораторії ніхто не пробує речовини і розчини на смак, оскільки отруєння майже гарантовано. Кислоту або луг виявляють у розчині безпечним способом. Яким саме — ви дізнаєтеся з матеріалу параграфа.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Які речовини містяться в кислих і лужних розчинах?
- ▶ Які речовини називають індикаторами?
- ▶ Як можна виявити кислоту або луг у водному розчині?

Кислі розчини. Ми живемо у світі речовин та їх сумішей — однорідних (розчинів) і неоднорідних. Людина відчуває на смак наявність різних кислот у фруктових і ягідних соках, газованих напоях, квашених овочах, кисломолочних продуктах (мал. 7). Розведений розчин оцтової кислоти — оцет — використовують у кулінарії.



Мал. 7.

Продукти і розчини, які містять кислоти



Назвіть харчові продукти, поява в яких кислого смаку свідчить про їх псування.

Незначні кількості кислот містяться у природних водах і біологічних рідинах, які є в живих організмах (наприклад, у шлунковому соку). Мала частка розчиненого у воді вуглекислого газу реагує з нею, утворюючи кислоту. Тому газувана вода і чимало мінеральних вод мають слабо-кислий смак.

Кислоти. На уроках хімії в минулому навчальному році ми згадували про кислоти. Ішлося, зокрема, про реакції металів із цими речовинами, під час яких утворювався водень. У підручнику було наведено формули кількох кислот — HCl , H_2SO_4 , HNO_3 .

Кислоти складаються з молекул.



Назвіть хімічний елемент, атом або кілька атомів якого містяться в молекулі будь-якої кислоти.

Майже всі кислоти розчиняються у воді. За стандартних умов частина кислот — рідини, інші — тверді речовини. Декілька кислот є розчинами газуватих сполук у воді. Серед таких кислот — розчин хлороводню HCl .

Під час розчинення будь-якої кислоти у воді частина її молекул розпадається на йони (§ 8): $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$. Наявність катіонів Гідрогену в розчині зумовлює те, що цей розчин є кислим.

Луги. Хімічними антиподами кислот є луги. Під час ознайомлення з періодичною таблицею у 8 класі ви дізналися, що кожний період (крім першого) започатковує лужний елемент — Літій, Натрій, Калій та ін. Ці елементи утворюють речовини із загальною формулою MOH — луги. До лугів також належать сполуки Кальцію, Стронцію та Барію складу $\text{M}(\text{OH})_2$.

Усі луги за стандартних умов — тверді кристалічні речовини, розчинні у воді¹. Вони складаються з катіонів металічних елементів M^+ або M^{2+} та аніонів OH^- .

Йон OH^- — частинка, яка утворюється з молекули води внаслідок руйнування одного із двох полярних ковалентних зв'язків. Атом Оксигену «забирає» до себе спільну пару електронів, у якій був електрон атома Гідрогену. Цей атом перетворюється на йон H^+ , а «залишок» від молекули води $-\text{O}-\text{H}$ — на йон OH^- :



Лужні розчини. Розчин будь-якого лугу у воді містить, крім катіонів металічного елемента, аніони OH^- . Дуже мала кількість лугу утворюється під час розчинення у воді господарського мила (мал. 8) і харчової соди NaHCO_3 , а в розчині кальцинованої соди Na_2CO_3 міститься більше лугу. Це — наслідок часткової взаємодії мила і соди з водою. Значну концентрацію лугу мають рідкі засоби для чищення сантехнічного обладнання і каналізаційних труб (мал. 8). Властивості, подібні до властивостей розчину лугу, виявляє нашатирний спирт — водний розчин газу амоніаку NH_3 (мал. 8). Цим розчином добре мити віконне скло; після випаровування з



Мал. 8.
Лужні розчини

¹ Речовина $\text{Ca}(\text{OH})_2$ є малорозчинною.

нього води не утворюється твердий залишок, що трапляється в разі використання розчину соди.

У природі є лише такі водні розчини, у яких концентрація лугів надзвичайно мала. У харчових продуктах цих сполук немає.

Індикатори. Наявність кислот можна виявляти за смаком лише в харчових продуктах і стравах. Лужні розчини є милкими на дотик, однак у такий спосіб виявляти луги не варто, оскільки ці речовини роз'їдають шкіру.

Луги і кислоти в розчинах спричиняють зміну забарвлення деяких органічних речовин; їх називають *індикаторами*¹. Ці речовини спочатку було виявлено в плодах і квітках рослин, лишайниках. Тепер індикатори виготовляють на хімічних заводах. Вони ефективніші за природні й краще зберігаються.

До найуживаніших індикаторів належать *лакмус*, *фенолфталеїн*, *метиловий оранжевий* (скорочена назва — *метилоранж*), а також *універсальний індикатор*, який є сумішшю кількох речовин. Ця суміш, на відміну від кожного індикатора, змінює забарвлення не лише від наявності лугу чи кислоти, а й від їхньої кількості в розчині.

У хімічних лабораторіях використовують розчини метилоранжу, фенолфталеїну, а також індикаторні папірці — смужки спеціального паперу, просоченого розчином універсального індикатора і висушеного (мал. 9). Лакмус, на відміну від інших популярних індикаторів, є натуральним барвником. Його водний розчин використовують переважно з навчальною метою на практичних заняттях і в демонстраційних експериментах.

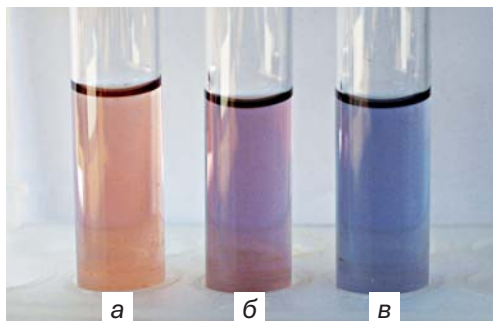


Мал. 9.
Універсальні індикаторні папірці

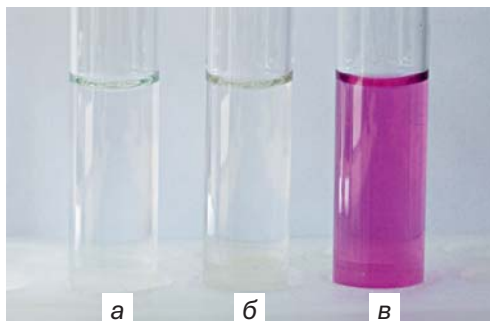
Властивості індикатора має барвник, назва якого — брильянтовий (діамантовий) зелений. Його спиртовий розчин — відома всім зеленка. Якщо в розчині міститься кислота, зеленка змінює забарвлення на жовте або помаранчеве, а якщо луг — забарвлення зникає.

¹Термін походить від латинського слова *indico* — вказую, визначаю.

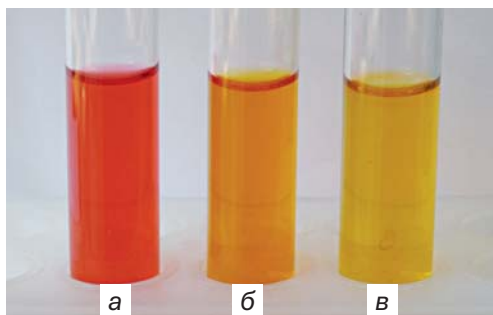
Виявлення індикаторами кислот і лугів. Кислоти у водних розчинах змінюють забарвлення не всіх індикаторів (фенолфталеїн залишається безбарвним) і не так, як луги (мал. 10).



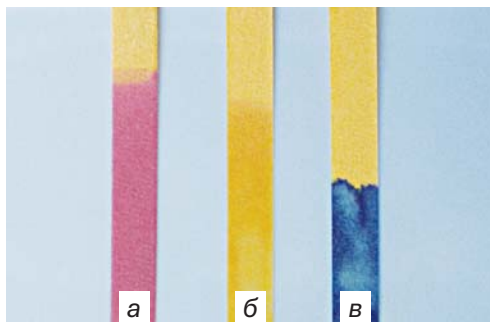
лакмус



фенолфталеїн



метилоранж



універсальний індикатор

Мал. 10.

Забарвлення індикаторів у розчині кислоти (а), воді (б), розчині лугу (в)

Зміну забарвлення лакмусу в розчинах кислоти і лугу ви можете спостерігати за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/4_1).



Які індикатори і в якому розчині — кислому чи лужному — набувають подібного забарвлення?



video

Зміна забарвлення індикатора є наслідком його реакції з лугом або кислотою. Рівняння таких реакцій не наводимо, оскільки формули індикаторів і продуктів їх хімічних перетворень досить складні.

Нерозчинні у воді кислоти не діють на індикатори.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВОДНІ РОЗЧИНИ КИСЛОТИ І ЛУГУ ІНДИКАТОРАМИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Вам видано розчини кислоти і лугу, універсальні індикаторні папірці, крапельниці з водними розчинами лакмусу, метилоранжу та водно-спиртовим розчином фенолфталеїну, а також штатив з пробірками, промивалку з водою і скляну паличку.

Яке забарвлення має розчин кожного індикатора, індикаторний папірець?

За допомогою скляної палички нанесіть краплю води на універсальний індикаторний папірець. Чи змінилося його забарвлення?

Налийте у три пробірки по 1 мл розчину кислоти. Змочіть скляну паличку в будь-якій пробірці цим розчином і торкніться нею до універсального індикаторного папірця. Якого кольору став папірець? Додайте в одну пробірку з розчином кислоти 1–2 краплі розчину лакмусу, у другу — стільки ж крапель розчину метилоранжу, а в третю — фенолфталеїну. Що спостерігаєте?

Виконайте аналогічний експеримент із розчином лугу.

Результати спостережень запишіть у таблицю:

Рідина	Забарвлення індикатора			
	універсального	лакмусу	метилоранжу	фенолфталеїну
Вода				
Розчин кислоти				
Розчин лугу				

МІРКУЄМО, ПОРІВНЮЄМО, АНАЛІЗУЄМО

35. Порівняйте забарвлення кожного індикатора в розчинах кислоти і лугу.
36. Яким індикатором не можна виявити кислоту?

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про кислі й лужні розчини, кислоти, луги, а також індикатори та виявлення ними кислот і лугів у водних розчинах.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

37. Порівняйте кислоти і луги за складом.
38. Чи можна розрізнити воду і розчин кислоти, воду і розчин лугу за допомогою:
 - а) лакмусу;
 - б) фенолфталеїну?

Поміркуймо

39. Ми часто асоціюємо кислоту з рідиною. Назвіть використовувану в побуті кислоту, яка є твердою речовиною.

У команді

40. Наведіть приклади вживання слова «індикатор» або словосполучення «лакмусовий папірець» стосовно людей.

Розв'язуймо задачу

41. Обчисліть масові частки хімічних елементів у щавлевій кислоті $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Дізнаваймося

42. За відомостями з інтернету з'ясуйте:
 - а) розчин якої кислоти міститься в автомобільному акумуляторі;
 - б) від яких речовин очищує сантехнічні та зливні труби засіб, що містить луг.

Формуймо словничок

43. Випишіть із параграфа ключові слова і словосполучення та розмістіть їх за алфавітом на створеній вами електронній сторінці з хімії. Вони знадобляться для укладання українсько-англійського¹ словничка до цього розділу підручника. Словничок допоможе вам відшукати потрібну інформацію на англomовних інтернет-сайтах.

¹ Замість англійської мови може бути інша — та, яку ви вивчаєте.

Оцінюймо свої знання

44. Оцініть, як ви засвоїли матеріал параграфа. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і продовжте речення:

Мені було легко зрозуміти ...
Мені було важко зрозуміти ...
Мені було цікаво ...



Експериментуємо вдома

ВИЯВЛЯЄМО ІНДИКАТОРИ В РОСЛИНАХ

Пропонуємо вам здійснити експеримент із виявлення в рослинах речовин-індикаторів.

Для кожного досліду вам потрібні три невеликі склянки, у які наливатимете досліджувану рідину — сік чи відвар рослини. В одну склянку з рідиною додаватимете водний розчин лимонної кислоти, а в другу — водний розчин кальцієвеної соди¹, у якому утворюється луг. Сік (відвар) у третій ємності слугуватиме для порівняння його забарвлення із забарвленнями рідин після змішування в першій і другій ємностях.

Дослід 1

Виявляємо речовину-індикатор у чайному листі

Залийте окропом листя чорного або зеленого чаю. Після того як суміш охолоне, налийте рідину в три склянки. В одну з них додайте розчин кислоти, у другу — розчин соди (лужний розчин) і перемішайте вміст цих склянок. Чи змінилося забарвлення кожної рідини? Якщо так, то як саме?

Дослід 2

Виявляємо речовину-індикатор у столовому буряку

Невелику частину очищеного буряка подрібніть і додайте трохи холодної води. Після перемішування суміші рідину розподіліть у три склянки. В одну склянку додайте розчин кислоти, у другу — розчин соди. Що спостерігаєте?

Дослід 3

Виявляємо речовину-індикатор у ягодах

Приготуйте відвар із висушених ягід чорниці (або ожини, чорної смородини, бузини, чорноплідної горобини). Для цього поміс-

¹ Або амоніаку (нашатирий спирт).

тять невелику їх кількість у термостійку посудину, долийте воду об'ємом 100–150 мл і прокип'ятить суміш протягом кількох хвилин. Після охолодження відвар із ягід налейте в три склянки. В одну склянку додайте розчин кислоти, у другу — розчин соди. У якій посудині (посудинах) змінилося забарвлення і як саме?

Результати експерименту і висновки запишіть у зошит. Можете їх оформити у вигляді презентації.

Аналогічні досліди можна виконати із соком червонокачанної капусти, відварами з висушених квітів.

§ 5. Луги. Основи

З лугами люди стикалися ще в давнину. Вони помітили, що рідина, отримана після змішування попелу з водою, має мийні властивості. Тоді не знали, що складником попелу є речовина K_2CO_3 , яка частково взаємодіє з водою з утворенням лугу КОН. У далекі часи почали використовувати в будівництві гашене вапно $Ca(OH)_2$, яке також є лугом. Нині луги — одні з найуживаніших речовин у різних сферах.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Які властивості характерні для лугів?
- ▶ Як можна одержати луг?
- ▶ Які речовини подібні до лугів за складом, але відрізняються від них за окремими властивостями?

Луги. Вам уже відомо, що лугами є сполуки із загальною формулою MOH і кілька сполук, загальна формула яких — $M(OH)_2$. Кожний луг містить катіони M^+ або M^{2+} та аніони OH^- . Назва цього аніону — гідроксид-іон — походить від частин назв елементів: Гідроген, Оксиген.

Назви лугів складаються із двох слів; перше слово — назва металічного елемента, друге — «гідроксид»: $NaOH$ — натрій гідроксид. За відмінками змінюється лише друге слово: калій гідроксиду, барій гідроксидом.



Якими видами хімічного зв'язку сполучені атоми і йони в натрій гідроксиді?

Властивості. Маючи йонну будову, луги за стандартних умов є твердими речовинами. Під час нагрівання вони не розкладаються (виняток — кальцій гідроксид), а плавляться за температур, які перевищують $300^\circ C$.

Луги добре розчиняються у воді (кальцій гідроксид є малорозчинним¹). Ці розчини милкі на дотик. Луги гігроскопічні²; їхні часточки розпливаються у вологому повітрі (мал. 11). Таку властивість лугів використовують для осушування газів і органічних розчинників.

Схема утворення йонів у воді під час розчинення лугу:



Запишіть схему утворення йонів у розчині барій гідроксиду.



Висловіть гіпотезу щодо того, чому фенолфталеїн у розчинах різних лугів набуває однакового забарвлення.

Процес, у результаті якого в розчині речовини з'являються йони, називають *електролітичною дисоціацією*. Загальна назва цих речовин — *електроліти*. Їх розчини проводять електричний струм (§ 20). До електролітів належать луги, солі та кислоти. Докладно про електролітичну дисоціацію кислот ітиметься в § 8.

Луги та їх розчини роз'їдають тканини, папір, шкіру, є небезпечними для слизових оболонок і особливо очей, спричиняють тяжкі опіки (мал. 12). Тому в минулому луг NaOH отримав назву «їдкий натр». Працюючи з лугами та їх розчинами, необхідно бути дуже обережними. Правила безпеки актуальні й під час використання засобів для чищення сантехнічного обладнання. У разі потрапляння лугу або його розчину на шкіру потрібно відразу промити уражену ділянку великою кількістю проточної води, доки не зникне відчуття мильності, а потім обробити її розведеним розчином оцтової кислоти і водою.



У промисловості натрій гідроксид іноді називають каустичною содою (від грецького слова «каустикос» — пекучий).



Мал. 11.

Результат поглинання пари гранулами натрій гідроксиду



Мал. 12.

Знак небезпеки на етикетці банки з натрій гідроксидом

¹ Водний розчин кальцій гідроксиду називають вапняною водою.

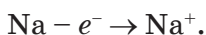
² Слово походить від грецьких слів «гігрос» — вологий, «скопео» — спостерігаю.

Одержання. Луг можна одержати кількома способами.

1. *Реакція металу з водою.* Метали, яким відповідають луги, є найактивнішими. Їх реакції з водою відбуваються швидко з виділенням значної кількості теплоти (мал. 13):



Ці реакції є окисно-відновними. Атоми металів втрачають електрони й перетворюються на катіони:



Функцію окисника чи відновника виконує атом Натрію? Окисненням чи відновленням є перетворення цього атома на йон?

Одержувати луги таким способом у промисловості недоцільно: відповідні метали дорогі, а їх взаємодія з водою небезпечна через виділення займистого водню.

2. *Реакція оксиду металічного елемента з водою.* Іноді на будівництві, присадибній ділянці змішують негашене вапно (кальцій оксид CaO) з водою. Відбувається хімічна реакція та утворюється гашене вапно (мал. 14):



Чи є ця реакція окисно-відновною? Відповідь аргументуйте.

З водою також взаємодіють оксиди лужних елементів, Стронцію і Барію.

Застосування. З-поміж лугів найширше використовують гідроксиди Натрію і Кальцію. Ці сполуки одержують у великих обсягах, які щороку становлять у різних країнах десятки мільйонів тонн. Практичне значення обох речовин ілюструють схеми 1 і 2.



Суміш гашеного вапна з піском і водою називають будівельним «розчином». Чому слово «розчин» узятє в лапки?

Натрій гідроксид — луг, з яким працюють у багатьох хімічних лабораторіях — наукових, навчальних, виробничих. Використовують і саму речовину, і її розчини у воді або спирті.



Мал. 13.
Натрій взаємодіє з водою, у яку додано фенолфталеїн

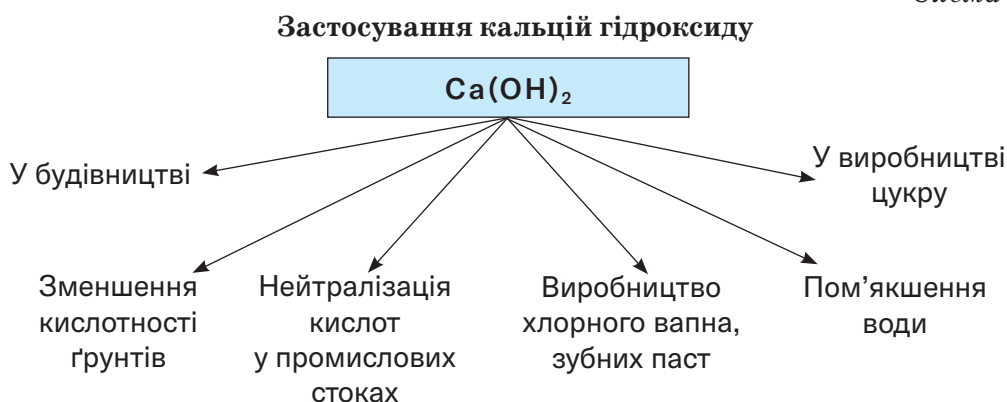


Мал. 14.
Гасіння вапна

Схема 1

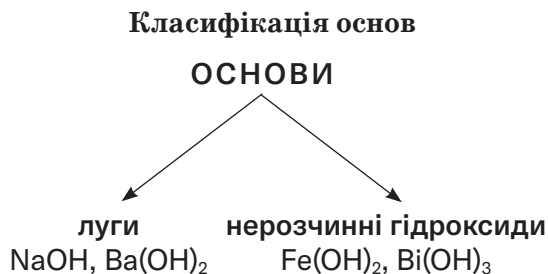


Схема 2



Нерозчинні гідроксиди. Основи. Відомо багато речовин, подібних за складом і певними хімічними властивостями до лугів, але нерозчинних у воді. Їх і луги об'єднують у клас речовин із назвою *основи* (схема 3).

Схема 3



Загальна формула основ — $M(\text{OH})_n$.

Якщо металічний елемент утворює більше одного гідроксиду, то в назві кожної сполуки вказують римську цифру, яка відповідає значен-

ню заряду катіонів: $\text{Fe}(\text{OH})_2$ — ферум(II) гідроксид, CuOH — купрум(I) гідроксид.

Хімічні властивості основ. Луги і нерозчинні основи взаємодіють з кислотами. Ці реакції розглядатимемо в § 14. На відміну від лугів нерозчинні гідроксиди не діють на індикатори. Магній гідроксид $\text{Mg}(\text{OH})_2$ є малорозчинним і утворює дуже розведений водний розчин, у якому фенолфталеїн забарвлюється у світло-малиновий колір.

У разі нагрівання нерозчинні гідроксиди не плавляться, як луги, а розкладаються на відповідний оксид металічного елемента і воду (мал. 15).



Складіть рівняння термічного розкладу гідроксиду $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Основа — основний оксид. Для кожної основи існує відповідний (основний) оксид:



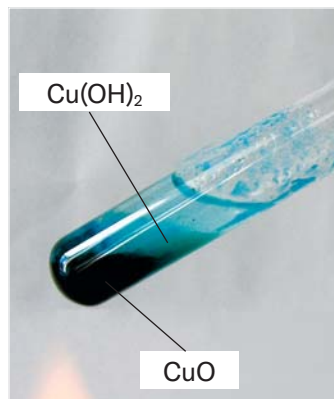
Заряд йона металічного елемента в основі та оксиді один і той самий.



Складіть формулу оксиду, який відповідає основі $\text{Ti}(\text{OH})_3$.

За більшістю хімічних властивостей основні оксиди подібні до основ (§ 10).

Нерозчинні основи неможливо одержати способами, розглянутими для лугів (с. 31): відповідні метали й оксиди не взаємодіють з водою. Ці основи одержують за допомогою інших реакцій (мал. 16).



Мал. 15.

Термічний розклад купрум(II) гідроксиду



Мал. 16.

Осад ферум(II) гідроксиду, який утворився внаслідок реакції між двома сполуками в розчині

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про властивості, способи одержання і використання лугів, а також про основи.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

Перевірмо себе

45. У наведеному переліку вкажіть формули основ: Cr(OH)₂, HClO,
AlOHBr₂, RbOH, H₂O₂.
46. Чи є основою будь-який луг? Чи є лугом будь-яка основа?
47. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:
- а) Sr + H₂O → в) Ni(OH)₂ $\xrightarrow{t}$
- б) Cs₂O + H₂O →

48. Луг NaOH утворений йонами Na^+ і OH^- . Порівняйте кількість електронів у цих йонах і вкажіть правильну відповідь:

- а) електронів більше в катіоні;
- б) електронів більше в аніоні;
- в) електронів у йонах — однакова кількість.

49. У якій сполуці міститься більше йонів — кальцій гідроксиді кількістю речовини 3 моль чи калій гідроксиді кількістю речовини 4 моль?

50. Запишіть формулу оксиду, якщо продуктом його реакції з водою є:

- а) барій гідроксид;
- б) калій гідроксид.

51. Молярна маса лугу становить 122 г/моль. Визначте формулу цієї речовини.
52. Обчисліть масові частки Оксигену:
 - а) у кальцій оксиді;
 - б) у кобальт(II) гідроксиді.
53. Обчисліть маси літій оксиду і води, які взаємодіють з утворенням лугу кількістю речовини 0,2 моль.

*54. Узявши до уваги зміну радіусів катіонів M^{2+} елементів II групи періодичної таблиці, поясніть, чому розчинність у воді гідроксидів у ряду $\text{Ca}(\text{OH})_2 - \text{Sr}(\text{OH})_2 - \text{Ba}(\text{OH})_2$ збільшується.

55. За інформацією з інтернету з'ясуйте, як у промисловості одержують натрій гідроксид і в чому полягає функція електричного струму в цій технології.

Формуймо словничок

56. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

57. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 6. Кислоти

Алхіміки вважали, що складником кожної кислоти є Оксиген. Справді, атоми цього хімічного елемента містяться в молекулах сірчаної, азотної та багатьох інших кислот. Але соляна кислота утворювалася внаслідок розчинення у воді газу хлороводню HCl , який не містив Оксигену. Пізніше було з'ясовано, що спільним для всіх кислот є наявність у їхньому складі елемента Гідрогену.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чим подібні й чим різняться кислоти за складом?
- ▶ Як скласти хімічну назву кислоти?
- ▶ Які фізичні властивості характерні для кислот?
- ▶ Які кислоти найбільше використовують?

Склад кислот. Вам уже відомі формули кислот — HCl , H_2SO_4 , HNO_3 . Ці та багато інших кислот — неорганічні речовини. Кислоти є також і серед органічних речовин. Одна з них — оцтова кислота CH_3COOH .



За матеріалами з інтернету дізнайтеся, яка неорганічна кислота міститься в шлунковому соку.

Розрізняють *оксигеновмісні кислоти* (їх більшість) і *безоксигенові* — водні розчини сполук неметалічних елементів VI і VII груп періодичної таблиці з Гідрогеном (наприклад, HF , H_2S). Безоксигенову кислоту позначають такою самою формулою, що й розчинену у воді гідрогеновмісну сполуку. Загальна формула безоксигенових кислот — H_nE ($n = 1; 2$), оксигеновмісних — H_nEO_m ($n, m = 1-4$). Хімічний елемент E , що утворює кислоту, називають *кислототворним*.

У молекулах деяких оксигеновмісних кислот є атоми металічних елементів. Серед цих сполук — кислоти HMnO_4 і H_2CrO_4 .

Кислоти мають молекулярну будову. Молекула кожної кислоти містить один або кілька атомів Гідрогену і кислотний залишок:



У кислотному залишку молекули оцтової кислоти є атоми Гідрогену: $\text{CH}_3\text{COO}|\text{H}^1$.

Атоми в молекулах кислот сполучені ковалентними зв'язками. Будову молекул ілюструють графічними формулами.



Зобразіть графічну формулу молекули H_2S .

Складаючи графічну формулу молекули оксигеновмісної кислоти, беруть до уваги валентність кислототворного елемента, а також те, що його атом сполучений з усіма атомами Оксигену (хімічних зв'язків між атомами цього елемента немає).

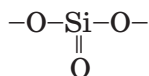
Працюємо разом

Складемо графічну формулу молекули кислоти H_2SiO_3 , якщо Силіцій у цій речовині чотиривалентний.

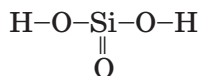
Записуємо символ кислототворного елемента і проводимо від нього в різні боки чотири риси (вони імітують ковалентні зв'язки):



Розподіляємо по цих рисках три двовалентні атоми Оксигену:



Додаємо до двох атомів Оксигену, у яких неповністю «використана» валентність, по атому Гідрогену й отримуємо графічну формулу молекули кислоти:



Зобразіть графічну формулу молекули H_2SO_4 , якщо валентність Сульфору в цій речовині становить 6.

Назви. Кислоти мають тривіальні та хімічні назви (табл. 1). Друге слово кожної назви — «кислота».

Тривіальні назви оксигеновмісних кислот походять переважно від назв простих речовин кислототворних елементів: сірка → сірчана кислота, азот → азотна кислота. Кислоту HCl було названо соляною, оскільки колись для її одержання використовували сіль NaCl .

¹ За традицією формулу органічної кислоти записують, починаючи з кислотного залишку.

Таблиця 1

Формули і назви найважливіших кислот

Формула	Назва	
	тривіальна	хімічна
<i>Оксигеновмісні кислоти</i>		
H_2SO_4	Сірчана	Сульфатна
HNO_3	Азотна	Нітратна
H_3PO_4	Фосфорна	Ортофосфатна
H_2CO_3	Вугільна	Карбонатна
H_2SO_3	Сірчиста	Сульфітна
H_2SiO_3	Кремнієва	Силікатна
<i>Безоксигенові кислоти</i>		
HCl	Соляна	Хлоридна
H_2S	Сірководнева	Сульфідна

Хімічні назви кислот походять від назв кислототворних елементів. Перше слово хімічної назви безоксигенової кислоти містить суфікс *-ид-* або *-ід-* (табл. 1). Якщо елемент утворює одну оксигеновмісну кислоту, то суфікс у першому слові її хімічної назви — *-ат-*: силікатна кислота H_2SiO_3 . Для Сульфуру відомі кислоти H_2SO_3 і H_2SO_4 . Молекула першої кислоти містить менше атомів Оксигену; цю кислоту називають сульфітною. Назва другої кислоти — сульфатна.



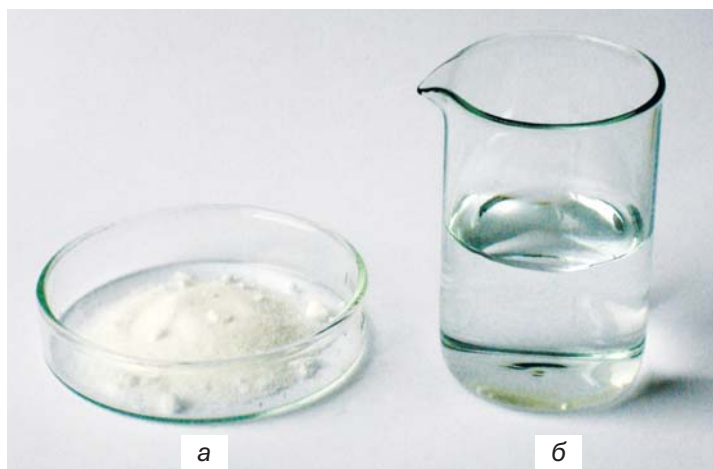
Назвіть кислоти HI і HNO_2 .

Властивості. Оскільки кислоти — молекулярні речовини, температури їх плавлення і кипіння невисокі. За стандартних умов багато кислот є рідинами, менша їх кількість — тверді речовини (мал. 17).



Дізнайтеся з інтернету про температури плавлення оцтової та ортофосфатної кислот. У якому агрегатному стані перебуватиме кожна кислота в лабораторії, якщо температура в ній $+15^\circ\text{C}$; $+20^\circ\text{C}$?

Майже всі кислоти розчиняються у воді, часто необмежено змішуючись з нею з утворенням розчину. Нерозчинною є кислота H_2SiO_3 . Леткими, тобто такими, що змінюють свій стан на газуватий за невисоких температур, є нітратна та оцтова кислоти; вони мають запах.

**Мал. 17.**

Кислоти:

а — ортоборатна
(борна);б — сульфатна
(сірчана)

Карбонатна і сульфідна кислоти існують лише у водному розчині. Одержати їх випарюванням води з розчинів неможливо, оскільки ці речовини розкладаються вже за стандартних умов:



Хімічні властивості кислот розглядатимемо в § 13–14.

Кислоти H_2SO_4 , HNO_3 і деякі інші є токсичними для людини. Вони спричиняють отруєння та опіки шкіри, негативно діють на дихальні шляхи та слизові оболонки. Працювати з кислотами необхідно обережно, дотримуючись правил безпеки. Якщо на шкіру потрапила кислота, треба відразу змити її великою кількістю води, а потім обробити уражену ділянку розведеним розчином харчової соди.

Застосування. Сульфатна, хлоридна, нітратна та ортофосфатна кислоти набули широкого використання (табл. 2). Найбільше у світі виробляють сульфатної кислоти — понад 150 млн т. Хімічні заводи випускають переважно концентровані водні розчини кислот.

Таблиця 2

Застосування кислот у промисловості

Кислота	Галузь
H_2SO_4	Виробництво неорганічних і органічних речовин, добрив, барвників, очищення нафтопродуктів
HCl	Виробництво неорганічних і органічних речовин, фарб
HNO_3	Виробництво добрив, вибухових речовин, барвників
H_3PO_4	Виробництво добрив, мийних засобів

У наукових, навчальних і виробничих лабораторіях найчастіше використовують сульфатну, хлоридну і нітратну кислоти.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про склад, назви, властивості та застосування кислот*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

58. У наведеному переліку вкажіть формули кислот: HBr , CH_4 , HClO , $\text{Be}(\text{OH})_2$, H_3AsO_3 .
59. Що спільного і що відмінного у складі молекул безоксигенових та оксигеновмісних кислот?
60. Зобразіть графічні формули молекул кислот HNO_2 , H_3PO_4 і H_5IO_6 . Візьміть до уваги, що Нітроген у кислоті тривалентний, Фосфор — п'ятивалентний, а Йод — семивалентний.
61. Запишіть у зошиті формули кислот H_2Se і HClO_4 , виокремивши в них вертикальними лініями кислотні залишки.

Поміркуймо

62. Чому, на вашу думку, водний розчин із масовою часткою хлороводною 38 % називають концентрованою хлоридною кислотою, хоча маса води в ньому більша, ніж розчиненої речовини?

Дізнаваймося

63. Відшукайте в інтернеті відомості про використання борної, аскорбінової та ацетилсаліцилової кислот, а також з'ясуйте інші назви цих речовин.

Розв'язуймо задачу

64. Обчисліть кількість речовини нітратної кислоти, якщо її маса становить 2,52 г.
65. Густина газуватої сполуки Гідрогену з галогеном, водний розчин якої є кислотою, становить 1,63 г/л (н. у.). Обчисліть молярну масу сполуки і встановіть її формулу.

Формуймо словничок

66. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

67. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 7. Одержання кислот. Кислотні опади

Кислоти одержували в середні віки алхіміки, здійснюючи хімічні перетворення сполук, які траплялися в природі. Наприклад, для одержання азотної кислоти вони використовували селітру. З виникненням і розвитком хімічної промисловості було винайдено і впроваджено ефективні способи одержання кислот у великих кількостях. Тепер науковці не мають потреби одержувати сірчану, азотну та деякі інші кислоти в лабораторіях, як це робили алхіміки; речовини високої якості виготовляють на заводах.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Якими способами одержують кислоти?
- ▶ Як визначити оксид, що відповідає оксигеновмісній кислоті?
- ▶ Які причини виникнення кислотних опадів і які їхні наслідки?

Одержання безоксигенової кислоти. Ви знаєте, що хлоридна кислота — водний розчин хлороводню HCl . Цю кислоту можна одержати, здійснивши реакцію хлору з воднем¹ (мал. 18), а отриманий газ розчинити у воді.



Складіть рівняння реакції водню з хлором і додайте позначку, що ця реакція є екзотермічною.

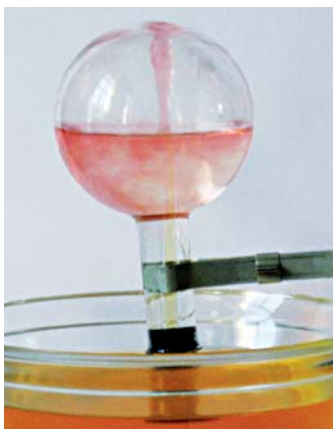
Хлороводень має високу розчинність у воді. Його масова частка у водному розчині за стандартних умов може досягати 34–38 %. Такий розчин називають концентрованою хлоридною кислотою, хоча в ньому більше води.

Для підтвердження того, що хлороводень добре розчиняється у воді, а отриманий розчин має властивості кислоти, демонструють ефектний дослід. У посудину з водою додають кілька крапель розчину метилоранжу.

¹ Так одержують хлороводень на заводах, а в лабораторії використовують іншу реакцію.



Мал. 18.
Горіння водню у хлорі



Мал. 19.
Розчинення хлороводню
у воді (дослід «Фонтан»)

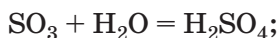
Хлороводнем наповнюють колбу, додають у неї 1–2 краплі води, одразу закривають корком зі скляною трубкою і занурюють кінець трубки в посудину з розчином індикатора (мал. 19). Під час розчинення хлороводню тиск у колбі знижується, рідина швидко заповнює колбу, створюючи фонтан, і змінює своє забарвлення.



Як спрямуєте порожню колбу, яку наповнюватимете хлороводнем, — донизу чи догори дном? Відповідь аргументуйте.

Одержання оксигеновмісних кислот. Один зі способів одержання оксигеновмісних кислот ґрунтується на взаємодії оксидів неметалічних елементів з водою.

З водою реагують майже всі оксиди неметалічних елементів¹. Формулу продукту такої реакції можна скласти, «зібравши» разом усі атоми, наявні у формулах реактантів:

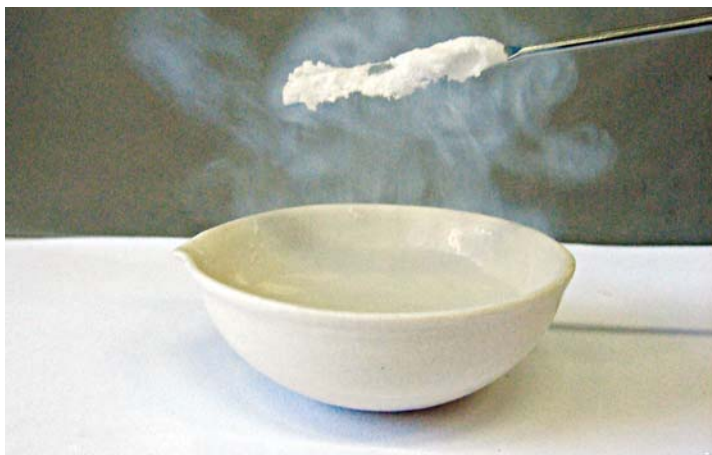


Напишіть рівняння реакції оксиду N_2O_3 з водою.

Взаємодія фосфор(V) оксиду з водою відбувається з виділенням значної кількості теплоти (мал. 20) і залежить від умов:



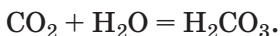
¹Один із винятків — оксид SiO_2 .



Мал. 20.
Реакція оксиду P_2O_5
з водою

Отже, цьому оксиду відповідають дві кислоти — HPO_3 і H_3PO_4 . Здатність фосфор(V) оксиду активно взаємодіяти з водою використовують у лабораторній практиці для осушування газів.

Вуглекислий газ слабо розчиняється у воді. У розчиненому стані він міститься в річках, озерах, морях, а в більшій кількості — у мінеральній воді, газованих напоях. Незначна частина вуглекислого газу реагує з водою:

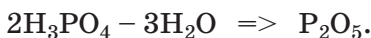


Сполука, що утворюється, надає рідині кислуватого смаку. Це карбонатна кислота.

Кислота — кислотний оксид. Для кожної оксигеновмісної кислоти є відповідний оксид. Його називають кислотним оксидом. Установити, який оксид відповідає певній кислоті, дуже просто. Якщо молекула кислоти містить два атоми Гідрогену, з неї «вилучаємо» молекулу води:



У разі наявності в молекулі кислоти одного або трьох атомів Гідрогену молекули води «вилучаємо» із двох молекул кислоти:



Визначте оксид, від якого походить борна кислота H_3BO_3 .

За більшістю хімічних властивостей кислотні оксиди подібні до кислот.



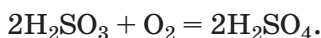
Оксиди неметалічних елементів, які не реагують з водою і не утворюють кислоти, — карбон(II) оксид CO та оксиди Нітрогену N_2O і NO .

Кислотні опади. Дощ або сніг іноді містить домішки кислот. Такі опади називають кислотними. Їх виникнення спричинене наявністю в атмосфері невеликої кількості оксидів Сульфуру і Нітрогену. Ці оксиди містяться в газових викидах промислових підприємств, теплоелектростанцій, у вихлопних газах автомобільних двигунів. Численні пожежі під час воєн, використання озброєння і військової техніки призводять до значного забруднення повітря оксидами Сульфуру і Нітрогену.

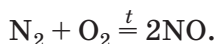
Сірчистий газ SO_2 потрапляє в повітря під час випалювання сульфідних руд на металургійних заводах, а також спалювання вугілля, яке містить домішки сполук Сульфуру. Унаслідок взаємодії цього газу з атмосферною вологою утворюється сульфітна кислота:



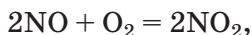
Невелика її частина реагує з киснем і перетворюється на сульфатну кислоту:



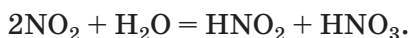
Оксиди Нітрогену з'являються в атмосфері внаслідок реакцій за участю основних компонентів повітря — азоту і кисню. За високої температури (під час згоряння палива і пального) відбувається реакція



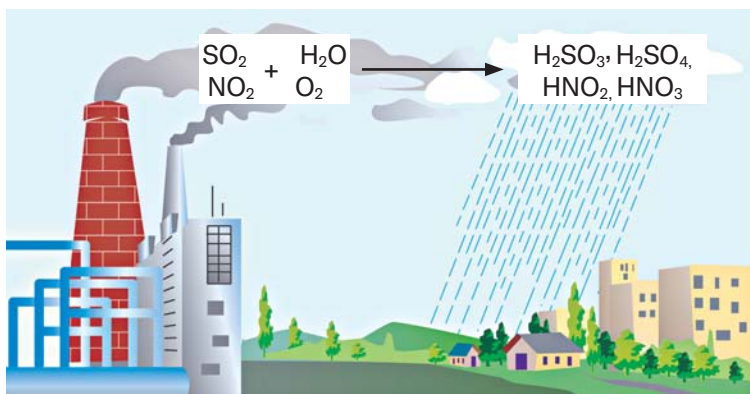
Між собою реагують дуже малі кількості обох газів. Продукт реакції — нітроген(II) оксид — швидко взаємодіє з киснем



а нітроген(IV) оксид реагує з атмосферною вологою з утворенням двох кислот — нітритної і нітратної:



Кислоти Сульфуру і Нітрогену у складі дощу або снігу потрапляють на земну поверхню (мал. 21). Зафіксовано випадки, коли дощові краплі були такими кислими, як оцет.



Мал. 21.
Утворення
кислотного дощу

Кислотні опади шкідливо впливають на рослини, спричиняють хвороби у тварин, людей, посилюють корозію металів, руйнують будівельні матеріали, особливо вапняк і мармур (мал. 22).



Мал. 22.
Наслідки
кислотних
опадів

Заходи, спрямовані на зменшення викидів оксидів Сульфуру і Нітрогену в атмосферу, є дуже важливими у справі охорони природи. У сучасній теплоенергетиці перевагу надають паливу з якомога меншим вмістом домішок сполук Сульфуру. Утворенню оксидів Нітрогену запобігають, знижуючи температуру згоряння палива або пального. Із цією метою змінюють конструкції двигунів, режими їхньої роботи, додають спеціальні добавки в пальне.

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про одержання безоксигенових і оксигеновмісних кислот, а також про утворення і наслідки кислотних опадів.*



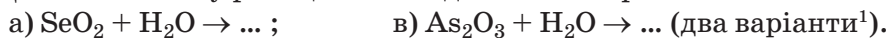
Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

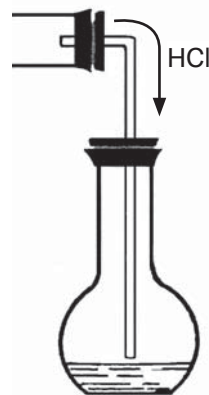
Перевірмо себе

68. Запишіть формулу оксиду, продуктом реакції якого з водою є:
- а) селенатна кислота H_2SeO_4 ;
 - б) перхлоратна кислота HClO_4 .

69. Допишіть схему реакції та складіть хімічне рівняння:



70. Хлоридну кислоту одержують у демонстраційному експерименті розчиненням газу хлороводню у воді. Чому трубку, через яку виходить хлороводень із реактора, не занурюють у воду (мал. 23)?



Поміркуймо

71. Чому в дощовій воді, зібраній в екологічно чистому регіоні, де немає населених пунктів і промислових підприємств, фіолетовий лакмус набуває рожевого відтінку?

У команді

*72. Чи можна використати індикатор для розпізнавання двох твердих оксидів, один з яких є сполукою металічного елемента, а інший — сполукою неметалічного елемента? Якщо можна, то завжди чи лише в певних випадках (яких?)? Як ви проведете відповідний експеримент?

Мал. 23.

Частина приладу для одержання хлоридної кислоти

Розв'язуймо задачу

73. Обчисліть масові частки Оксигену:

а) у фосфор(III) оксиді;

б) в ортофосфатній кислоті.

74. Масова частка Хлору в одному з його оксидів становить 81,6 %. Виведіть формулу оксиду і встановіть формулу відповідної кислоти.

75. До води масою 20 г додали сульфур(VI) оксид масою 4 г. Обчисліть масу сульфатної кислоти, яка утворилася в розчині.

76. Обчисліть масу сульфур(IV) оксиду, що потрапить у повітря під час спалювання вугілля масою 1 т, у якому масова частка Сульфуру становить 6 %. Припустіть, що сполуки Сульфуру, наявні у вугіллі, повністю прореагують із киснем з утворенням сульфур(IV) оксиду.

Формуймо словничок

77. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

78. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

¹ Див. реакції фосфор(V) оксиду з водою (с. 41).

§ 8. Йони у водних розчинах кислот

Багато речовин має йонну будову. Якщо така речовина розчиняється у воді, то йони переходять у розчин. Наприклад, у розчині натрій хлориду NaCl містяться йони Na^+ і Cl^- , а в розчині барій гідроксиду $\text{Ba}(\text{OH})_2$ — йони Ba^{2+} і OH^- . Кислоти складаються з молекул, але в їх водних розчинах також є йони. Як вони утворюються з молекул кислоти в розчині, розглянемо в параграфі.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чому молекули кислот розпадаються у водному розчині на йони?
- ▶ Наявність яких йонів у розчинах кислот зумовлює спільні хімічні властивості цих речовин?
- ▶ Як кількісно характеризують процес розпаду молекул на йони?

Утворення йонів у розчинах кислот. Виконавши експерименти (§ 4), ви пересвідчилися, що кислоти у водних розчинах змінюють забарвлення індикаторів. Це — результат дії на індикатори йонів H^+ , які утворюються з молекул кислот. Отже, *кислоти — речовини, молекули яких розпадаються у водному розчині з утворенням катіонів Гідрогену*.

Руйнування молекул кислот відбувається внаслідок розриву ковалентних полярних зв'язків $\text{H}-\text{E}$ у молекулах безоксигенових кислот H_nE або зв'язків $\text{H}-\text{O}$ у молекулах оксигеновмісних кислот H_nEO_m . У цьому процесі беруть участь молекули води.



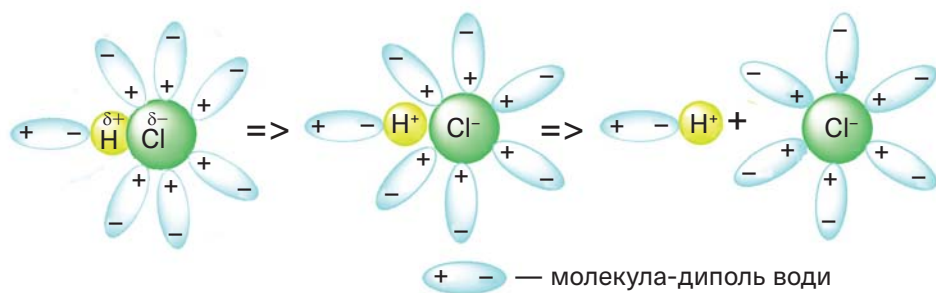
Проілюструйте наявність полярного ковалентного зв'язку в молекулі H_2S , використавши її графічну формулу.

З'ясуємо, як відбувається розпад молекул хлороводню на йони у водному розчині, тобто електролітична дисоціація кислоти¹.

У молекулі HCl спільна пара електронів зміщена до більш електронегативного атома Хлору ($\text{H}:\text{Cl}$) і ковалентний зв'язок між атомами є полярним. На атомі Хлору зосереджується невеликий негативний заряд, а на атомі Гідрогену — позитивний заряд: $\overset{\delta+}{\text{H}}\overset{\delta-}{\text{Cl}}$ ($\delta < 1$).

Під час розчинення хлороводню у воді молекули HCl і H_2O притягуються одна до одної своїми протилежно зарядженими частинами (мал. 24). Унаслідок цього ковалентний зв'язок у більшості молекул HCl розривається і вони розпадаються, але не на атоми, а на йони. Спільна пара електронів, що була зміщена до атома Хлору, під час руйнування

¹ Слово «електролітична» з метою спрощення терміна далі опускатимемо.

**Мал. 24.**

Утворення йонів із молекули HCl у водному розчині

молекули хлороводню переходить у «власність» цього атома, і він перетворюється на йон Cl^- . Атом Гідрогену втрачає свій єдиний електрон і стає йоном H^+ . Утворені йони, як і молекули HCl, залишаються сполученими з молекулами води.

У розчині хлороводню майже всі молекули сполуки розпадаються на йони:



Зміни в розчинах багатьох кислот мають динамічний характер: йони утворюються з більшої чи меншої кількості молекул, а також сполучаються в молекули. Рівняння дисоціації цих сполук записують зі знаком оборотності:



Цей знак свідчить про одночасний перебіг двох процесів — прямого (зліва направо) і зворотного (справа наліво). Обидва процеси за незмінних концентрації розчину і температури відбуваються з однаковою швидкістю: скільки молекул кислоти розпадається на йони, стільки ж йонів сполучається в молекули. Тому кількість молекул і йонів у розчині з часом не змінюється.

Отже, у водних розчинах кислот, крім молекул води, містяться катіони Гідрогену H^+ , аніони кислотних залишків, а також молекули кислот. Формули аніонів є в таблиці «Розчинність солей, кислот, основ, амфотерних гідроксидів у воді за температури 20–25 °C» (форзац II).



Напишіть рівняння дисоціації нітратної кислоти.

Наявність йонів H^+ у водних розчинах кислот зумовлює спільні хімічні властивості цих сполук, зокрема однакову дію на індикатор. За його допомогою виявляємо у водному розчині йони H^+ , а не певну кислоту. Вираз «кисле середовище» означає, що розчин містить катіони Гідрогену.



Чи діють на індикатори кислоти, які не розчиняються у воді? Чому?

Ступінчаста дисоціація кислот. Дисоціація кислот, молекули яких містять два або більше атомів Гідрогену, відбувається в кілька стадій. Наприклад, від молекули ортофосфатної кислоти H_3PO_4 спочатку відокремлюється один атом Гідрогену, перетворюючись на йон H^+



потім — другий (уже від йона H_2PO_4^-)



і, нарешті, третій (від йона HPO_4^{2-})



Зверніть увагу: заряд йона в лівій частині другого або третього рівняння дорівнює сумі зарядів двох йонів у правій частині.



Між якими атомами розриваються ковалентні зв'язки в молекулах і йонах у процесі дисоціації ортофосфатної кислоти?

На кожній стадії дисоціює лише певна кількість молекул або йонів. Водний розчин ортофосфатної кислоти, крім молекул води, містить молекули H_3PO_4 , катіони Гідрогену і різну кількість аніонів трьох видів. Назви цих аніонів походять від хімічної назви кислоти: PO_4^{3-} — ортофосфат-іон, HPO_4^{2-} — гідрогенортофосфат-іон, H_2PO_4^- — дигідрогенортофосфат-іон.

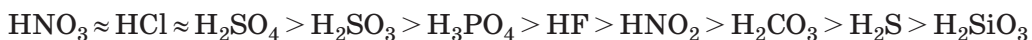


Напишіть рівняння дисоціації сульфитної кислоти H_2SO_3 .



На другій стадії дисоціації сульфідної кислоти H_2S розпадається менша кількість йонів HS^- , ніж кількість молекул H_2S , які дисоціюють на першій стадії. Як це можна пояснити?

Ступінь дисоціації. Якщо в розчині кислоти більшість її молекул розпадається на йони, то таку кислоту називають *сильною*, а якщо розпадається мало молекул — *слабкою*. Виокремлюють також кислоти *середньої сили*. Наводимо ряд кислот, у якому вони розміщені за зменшенням їхньої сили (див. також форзац II):



сильні кислоти

кислоти середньої сили

слабкі кислоти

Хімічна активність кислоти залежить від концентрації йонів H^+ у її розчині.

Кількісною характеристикою сили кислот є *ступінь дисоціації* — відношення кількості молекул кислоти, які розпалися на йони, до загальної кількості її молекул. Цю величину позначають грецькою літерою α (альфа) і виражають часткою від одиниці або у відсотках:

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

В обох формулах $N(\text{дис.})$ — кількість молекул кислоти, які розпалися на йони; $N(\text{заг.})$ — кількість молекул кислоти до дисоціації.

Інтервали значень ступеня дисоціації:

$$0 < \alpha < 1, \\ \text{або } 0 \, \% < \alpha < 100 \, \%.$$

У наведених вище формулах кількість молекул, які зазнали дисоціації, можна замінити кількістю катіонів або аніонів, що утворилися. Узявши до уваги, що кожна молекула кислоти HA під час дисоціації утворює один йон H^+ і один йон A^-



отримуємо:

$$\alpha = \frac{N(\text{дис.})}{N(\text{заг.})} = \frac{N(\text{H}^+)}{N(\text{HA, заг.})} = \frac{N(\text{A}^-)}{N(\text{HA, заг.})}.$$

Інша формула для ступеня дисоціації містить кількості речовини кислоти — ту, яка продисоціювала (в чисельнику), і загальну, тобто до дисоціації (у знаменнику):

$$\alpha = \frac{n(\text{дис.})}{n(\text{заг.})}.$$

Працюємо разом

Задача.

У розчині кислоти HF разом із кожною парою йонів H^+ і F^- міститься чотири молекули сполуки. Обчислити ступінь дисоціації кислоти.

Дано:

$$N(\text{H}^+) = N(\text{F}^-) = 1 \\ N(\text{HF}) = 4$$

$\alpha(\text{HF})$ — ?

Розв'язання

Пара йонів (H^+ і F^-) утворюється з однієї молекули кислоти:



Отже, до дисоціації було $4 + 1 = 5$ молекул HF .

Обчислюємо ступінь дисоціації кислоти:

$$\alpha = \frac{N(\text{дис.})}{N(\text{заг.})} = \frac{1}{5} = 0,2, \text{ або } 0,2 \cdot 100 \, \% = 20 \, \%.$$

Відповідь: $\alpha(\text{HF}) = 0,2$, або $20 \, \%$.



Обчисліть, у скільки разів кількість молекул кислоти HA в її розчині більша від кількості всіх йонів, якщо ступінь дисоціації кислоти становить 10 %.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про те, як молекули кислот розпадаються на йони, про поділ кислот за хімічною активністю і ступінь дисоціації кислоти*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

79. Напишіть рівняння дисоціації нітритної та карбонатної кислот.
80. Запишіть формули аніонів кислотних залишків кислот HI , H_2SeO_3 і H_3AsO_4 .
81. Поясніть, чому рівняння дисоціації ортофосфатної кислоти $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons 3\text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ є некоректним.
82. Обчисліть ступінь дисоціації кислоти HA , якщо кожна четверта її молекула розпадається на йони.

Аналізуємо

- *83. Висловіть гіпотезу для пояснення, чому молекула HNO_3 дисоціює на йони H^+ і NO_3^- , а не на йони OH^- і NO_2^+ .

Поміркуймо

84. Сильною чи слабкою є кислота HA , якщо в її водному розчині:
 - а) з кожних 20 молекул кислоти не розпалися на йони 18 молекул;
 - б) разом із кожною молекулою кислоти перебуває вісім йонів?
85. За якого значення ступеня дисоціації кислоти HA кількість її молекул у розчині така сама, що й сумарна кількість йонів?

Розв'язуймо задачу

86. Обчисліть ступінь дисоціації кислоти HClO_3 , якщо сумарна кількість її молекул і йонів у розчині в 1,9 раза більша від кількості молекул, які розчинилися.

87. Фтороводень HF масою 20 г розчинили в певній масі води. У виготовленому розчині маса йонів H^+ становить 0,01 г. Обчисліть ступінь дисоціації фторидної кислоти.
- *88. Ступінь дисоціації кислоти HCN у розчині становить 0,2 %. Обчисліть кількість молекул кислоти, які перебувають у розчині разом з однією парою йонів.

Формуймо словничок

89. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

90. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 9. Водневий показник

Крім ступеня дисоціації кислоти, є ще одна величина, за якою можна визначити кількісний уміст катіонів Гідрогену в розчині. Приблизне значення цієї величини отримують, досліджуючи розчини універсальними індикаторними папірцями, а досить точно її вимірюють спеціальними приладами. Концентрація йонів H^+ у розчинах є дуже важливою не лише для багатьох хімічних досліджень, а й у медичній практиці, харчовій промисловості, рослинництві та ін.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Яку величину називають водневим показником (рН)?
- ▶ Які значення рН відповідають кислому, лужному і нейтральному середовищам у розчині?
- ▶ У яких випадках і чому беруть до уваги значення рН розчинів?

На упаковці контейнера з універсальними індикаторними папірцями є кольорові смужки із цифрами (мал. 25). Це — шкала значень *водневого показника*. Його скорочене позначення — латинські літери рН (читаємо «пе аш»)¹. Водневим показником характеризують кількісний уміст йонів H^+ у розчині. Значення рН наводять на етикетках пляшок із деякими видами мінеральної води (мал. 26). рН шлункового соку вимірюють під час обстежень шлунка, а рН ґрунтового розчину (рідини, яка є у ґрунті) — перед плануванням вирощування різних рослин на полях.

¹ Літери рН є першими у словах англійського виразу «Power of Hydrogen».

**Мал. 25.**

Універсальний індикатор зі шкалою pH

**Мал. 26.**

pH мінеральної води

З'ясуємо значення водневого показника.

Молекули води можуть розпадатися на йони:



Кількості речовини йонів H^+ і OH^- у воді однакові; в об'ємі 1 л міститься лише 0,0000001 моль кожного йона¹, або $1 \cdot 10^{-7}$ моль (7 — кількість нулів у записі попереднього числа). Цей показник ступеня без знака «мінус» є водневим показником. Отже, *pH води дорівнює 7*.

Молекули кислот, потрапляючи у воду, розпадаються на йони (§ 8). Одним із йонів є катіон H^+ . У розчині будь-якої кислоти йонів H^+ більше, ніж у чистій воді; в 1 л розчину їх може бути, наприклад, $1 \cdot 10^{-5}$ моль або $1 \cdot 10^{-2}$ моль. Тому *pH розчину кислоти < 7*.

У водних розчинах лугів є катіони металічних елементів і аніони OH^- (§ 4). Гідроксид-іони сполучаються з наявними у воді катіонами H^+ :



Йонів Гідрогену стає менше: в 1 л розчину, наприклад, $1 \cdot 10^{-9}$ моль чи $1 \cdot 10^{-12}$ моль. Отже, *pH розчину лугу > 7*.

Щодо водних розчинів із $\text{pH} < 7$ використовують термін «кисле середовище», розчинів із $\text{pH} > 7$ — «лужне середовище», а води і розчинів із $\text{pH} = 7$ — «нейтральне середовище» (схема 4).

Схема 4

Значення pH і характер середовища водного розчину



¹ За стандартних умов одна молекула води з кожних 555 млн молекул дисоціює на йони.



Обчисліть масу йонів H^+ у розчині, об'єм якого становить 1 л, а $\text{pH} = 0$.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ВИЗНАЧАЄМО ПРИБЛИЗНІ ЗНАЧЕННЯ pH ВОДИ, РОЗЧИНІВ КИСЛОТИ І ЛУГУ ЗА ДОПОМОГОЮ УНІВЕРСАЛЬНОГО ІНДИКАТОРА

Дотримуйтеся правил безпеки!

Вам видано штатив з пробірками, у яких містяться вода, розведені хлоридна кислота і розчин натрій гідроксиду.

У вашому розпорядженні — універсальні індикаторні папірці, шкала pH , скляна паличка, склянка, промивалка з водою, невеликі аркуші фільтрувального паперу.

Для встановлення значення pH рідини занурте в неї скляну паличку і нанесіть за її допомогою краплю рідини на універсальний індикаторний папірець. Порівняйте забарвлення індикатора після дії на нього рідини з кольоровою шкалою pH і запишіть значення водневого показника в таблицю:

Рідина	Значення pH
...	...

Після кожного визначення pH промийте скляну паличку водою і витріть фільтрувальним папером.

У хімічних лабораторіях для вимірювання pH використовують прилади — pH -метри (мал. 27). Вони дають змогу визначати водневий показник з точністю до 0,01.



Мал. 27.
 pH -метри



На яке середовище — кисле, лужне чи нейтральне — вказує значення рН на шкалі кожного приладу (мал. 27)?

Значення водневого показника природних, харчових та інших рідких сумішей наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Середні значення водневого показника деяких рідин

Рідина	Значення рН	Рідина	Значення рН
Шлунковий сік	1,4	Слина	7,1
Сік лимона	2,1	Сльози	7,3
Сік яблук антонівка	2,5	Кров	7,4
Оцет	2,8	Морська вода	8,0
Томатний сік	4,1	Розчин харчової соди	9,0
Чорна кава	5,5	Нашатирний спирт	11,0
Свіже молоко	6,5	Розчин господарського мила	12,0

Істотне відхилення значень рН біологічних рідин в організмі людини від указаних у таблиці спричиняє захворювання або є його наслідком. Людям із підвищеною кислотністю шлункового соку рекомендують пити мінеральну воду з меншою концентрацією йонів H^+ (тобто з вищим рН), а людям зі зниженою кислотністю — «кислішу» воду (із нижчим рН). Водневий показник багатьох рідких косметичних засобів становить 5,5. Відповідний вміст у них катіонів H^+ є оптимальним для шкіри.



За відомостями з інтернету з'ясуйте, який інтервал значень рН встановлено санітарними нормами для питної води.

На промислових підприємствах здійснюють контроль значень рН деяких харчових продуктів. Якщо, наприклад, свіже молоко має нижче значення водневого показника, ніж передбачено стандартом, його не відправляють у торговельну мережу, а використовують для вироблення кисломолочних продуктів. У сільському господарстві кислотність ґрунтового розчину є одним із чинників, які впливають на врожай. Так, картопля найкраще росте на слабкокислих ґрунтах ($pH \approx 5$), а буряк — на нейтральних. Важливим для вирощування розсади овочів є значення рН ґрунтових сумішей (мал. 28).



Мал. 28.

Фрагмент упаковки з ґрунтовою сумішшю

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про водневий показник рН, інтервали його значень для різного середовища водних розчинів і важливість визначення рН у різних сферах.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

91. Укажіть відповідність між рідиною, відносною кількістю йонів у ній і значенням водневого показника:

- | | | |
|------------------------------------|---|--------------------|
| 1. Розчин кухонної солі у воді | А. Кількість йонів H^+ більша, ніж йонів OH^- | а) $\text{pH} > 7$ |
| 2. Розчин вуглекислого газу у воді | Б. Кількості йонів H^+ і OH^- однакові | б) $\text{pH} < 7$ |
| 3. Водний розчин вапна | В. Кількість йонів OH^- більша, ніж йонів H^+ | в) $\text{pH} = 7$ |
| 4. Лимонний сік | | |

92. Яку перевагу має універсальний індикатор порівняно з лакмусом чи метилоранжем для визначення середовища водного розчину?

93. Щойно виготовлена дистильована вода має $\text{pH} = 7$. Якщо її зберігати у відкритій поліетиленовій посудині, то за кілька днів pH води знизиться до 5,6–5,7. Як це пояснити?

Поміркуймо

94. Запропонуйте іншу назву водневого показника pH , узявши до уваги, що ним визначають уміст йонів Гідрогену в розчині, але не газу водню.

У команді

95. Відшукайте в інтернеті відомості про значення pH різних соків і напоїв та складіть відповідну таблицю. У рідині з яким максимальним значенням pH ми відчуваємо на смак наявність кислоти?

Виконаймо вправу

96. Маємо розчини з $\text{pH} = 1$ і $\text{pH} = 2$. Об'єм кожного розчину становить 1 л. Укажіть правильну відповідь:
- а) йонів H^+ у розчині з $\text{pH} = 1$ удвічі менше;
 - б) йонів H^+ у розчині з $\text{pH} = 2$ більше в 10 разів;
 - в) йонів H^+ у розчині з $\text{pH} = 2$ удвічі менше;
 - г) йонів H^+ у розчині з $\text{pH} = 1$ більше в 10 разів.

Розв'язуймо задачу

- *97. Обчисліть ступінь дисоціації води, використавши наведені в параграфі необхідні дані.

Формуймо словничок

98. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

99. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

**Експериментуємо вдома****ВИЗНАЧАЄМО pH ХАРЧОВОЇ
ТА КОСМЕТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Пропонуємо вам використати в експерименті маленькі порції кількох харчових продуктів, приправ, напоїв, а також зубної пасти, косметичного крему, розчинів шампуню та мила.

Перед виконанням дослідів додайте до твердих і пастоподібних зразків продукції по 2–3 мл води і перемішайте отримані суміші.

Визначте pH рідин нанесенням однієї-двох крапель кожної рідини на універсальний індикаторний папірець¹.

Запишіть результати експерименту в таблицю, аналогічну наведеній у параграфі. Розмістіть у ній зразки за збільшенням значень водневого показника.

Прокоментуйте значення pH досліджених рідин. Чи виявили ви рідину з нейтральним середовищем?

¹ Універсальні індикаторні папірці та шкалу pH заздалегідь отримайте в хімічному кабінеті / лабораторії.

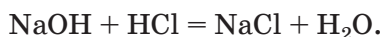
§ 10. Реакції основ з кислотами

У хімії багато об'єктів-протилежностей. Серед простих речовин — це метали і неметали, а серед найменших частинок — катіони й аніони. Метали між собою не взаємодіють, а реакції металів з неметалами зазвичай відбуваються. Катіони сполучаються з аніонами, унаслідок чого існують речовини йонної будови. Ще один приклад хімічних протилежностей: основа — кислота. Ці речовини майже завжди реагують одна з одною. Про такі реакції та їх продукти — солі — йтиметься в цьому параграфі.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Як взаємодіють основи з кислотами?
- ▶ Як експериментально виявити, що луг прореагував з кислотою?
- ▶ Для чого використовують реакції нейтралізації?

Реакції лугів з кислотами. Однією з характерних хімічних властивостей лугу є здатність взаємодіяти з кислотою, а кислоти — здатність взаємодіяти з лугом. Приклад такої реакції:



Розчин лугу містить йони Na^+ і OH^- , хлоридна кислота — йони H^+ і Cl^- . Під час реакції між цими речовинами в розчині йони H^+ і OH^- сполучаються в молекули води:



Це рівняння ілюструє суть реакції лугу з кислотою. У розчині залишаються йони Na^+ і Cl^- . Якщо з нього повністю випарити воду, отримаємо кристали йонної речовини — натрій хлориду NaCl . Оскільки йони H^+ і OH^- унаслідок взаємодії речовин витрачено, розчин продукту реакції має $\text{pH} = 7$; у ньому — нейтральне середовище.

Взаємодію лугу з кислотою називають *реакцією нейтралізації*.

Визначити момент, коли з кислотою прореагував весь наявний у розчині луг, можна, виконавши дослід.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ЗДІЙСНЮЄМО РЕАКЦІЮ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Налийте в пробірку 1 мл розчину натрій гідроксиду і додайте одну краплю розчину фенолфталеїну. Користуючись піпеткою,

додавайте до розчину лугу хлоридну кислоту, щоразу — по кілька крапель, перемішуючи скляною паличкою або струшуючи. Зафіксуйте момент зникнення забарвлення індикатора.

Поясніть результат спостереження.

Аналогічні досліди виконують у наукових і навчальних лабораторіях з метою визначення концентрації кислоти чи лугу в розчині (мал. 29). До цього розчину, що містить індикатор, додають краплями розчин із відомою концентрацією другого реактанту до зміни чи появи забарвлення індикатора. Такий експеримент називають титруванням.



Мал. 29.

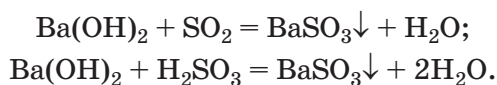
Дослід у хіміко-аналітичній лабораторії



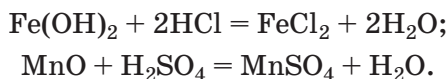
Складіть рівняння реакцій:

- а) калій гідроксиду з нітратною кислотою;
- б) кальцій гідроксиду з хлоридною кислотою.

Інші реакції між речовинами основного і кислотного характеру. Луги взаємодіють також з кислотними оксидами. Унаслідок кожної реакції утворюються такі самі речовини, що й під час взаємодії лугу і відповідної кислоти:



З кислотами реагують не лише луги, а й нерозчинні основи та основні оксиди:



Продукти цих і багатьох аналогічних хімічних перетворень розчинні у воді. Тому часто кажуть, що гідроксид (оксид) «розчиняється» в кислоті.



Основа з основою і кислота з кислотою не реагують.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВЗАЄМОДІЮ КИСЛОТИ З НЕРОЗЧИННИМИ ОСНОВАМИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Вам видано хлоридну кислоту, штатив із пробірками, у яких міститься невелика кількість нерозчинних гідроксидів¹ Магнію і Нікелю(II), та скляні палички.

Налийте в пробірки з гідроксидами по 1–2 мл хлоридної кислоти і перемішайте кожен суміш. Що відбувається?

Спостереження, хімічні рівняння і висновок запишіть у зошит.

Унаслідок розглянутих реакцій утворюються солі (§ 12). Ці сполуки містять катіони металічних елементів і аніони кислотних залишків: наприклад, сіль NaCl — йони Na^+ і Cl^- , а сіль MnSO_4 — йони Mn^{2+} і SO_4^{2-} . Складаючи формули солей, пам'ятайте про електронейтральність сполук і те, що формула кожної солі є найпростішою (індекси в ній не бувають кратними).

1. Складіть формулу солі, яка містить такі йони:

а) K^+ і SiO_3^{2-} ; в) Fe^{3+} і SO_4^{2-} .

б) Ba^{2+} і Br^- ;

2. Запишіть рівняння реакції між основою і кислотою, продуктом якої є сіль: а) Li_2S ; б) KNO_2 ; в) $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$.



Використання реакцій нейтралізації. Здійснюючи на заводах і в лабораторіях реакції лугів та нерозчинних основ з кислотами, одержують багато солей. Реакції нейтралізації часто використовують у промисловості для знешкодження стічних вод, які містять залишки кислот або лугів. Продукти цих реакцій — солі — здебільшого є безпечними для довкілля. Ефективною та економічно вигідною є взаємна нейтралізація кислих і лужних стоків різних виробництв у великому промисловому комплексі.

Здатність гідроксидів реагувати з кислотами використовують у медицині. Якщо шлунковий сік людини має підвищену кислотність, рекомендують уживати антацидні² препарати, у складі яких є гідроксиди

¹ Сполуки одержано за реакціями лугів із відповідними солями в розчинах (§ 14).

² Термін походить від грецького слова «анти» — проти і латинського *acidus* — кислий.

Магнію та Алюмінію (мал. 30). Ці речовини реагують із хлоридною кислотою, що міститься в шлунковому соку, і кількість кислоти в ньому зменшується.



До антацидних препаратів належать алмагель і маалокс. На вміст гідроксидів яких елементів указує назва кожного препарату?



Мал. 30.
Антацидний препарат

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про реакції основ з кислотами, а також про використання реакцій нейтралізації.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфу і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

100. Чому реакцію між лугом і кислотою називають реакцією нейтралізації?
101. Складіть рівняння реакцій:
 - а) літій гідроксиду із сульфатною кислотою;
 - б) ферум(II) гідроксиду з нітратною кислотою.

Виконаймо вправу

102. Доберіть до кожного оксиду (лівий стовпчик) другий реактант (правий стовпчик) і складіть рівняння всіх можливих реакцій:

CaO	KOH
P ₂ O ₅	HBr
SO ₃	Mg(OH) ₂
	HNO ₂

- *103. Розчин натрій гідроксиду змішали з розчином сульфатної кислоти. Маса луку і кислоти в цих розчинах однакові. Оцініть pH отриманої рідини:

- а) pH > 7;
- б) pH = 7;
- в) pH < 7.

Розв'язуймо задачу

104. На лабораторний стіл розлито розчин нітратної кислоти, у якому маса кислоти становила 18 г. Обчисліть масу кальцій гідроксиду, яку буде витрачено на нейтралізацію кислоти.

Поміркуймо

105. Чимало нерозчинних у воді гідроксидів не взаємодіє з карбонатною і силікатною кислотами. Які властивості речовин, на вашу думку, унеможливають ці реакції?
106. Чи доцільно створити антацидний препарат, у якому алюміній гідроксид замінити значно дешевшим кальцій гідроксидом? Відповідь аргументуйте.

У команді

107. За якими критеріями, на ваш погляд, потрібно обирати луг (кислоту) для нейтралізації промислового стоку, що містить кислоту (луг)?

Формуймо словничок

108. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

109. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

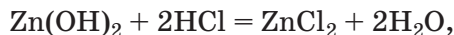
§ 11. Амфотерні сполуки

У світі речовин трапляються такі, які поєднують у собі протилежності. Прості речовини германій, стибій і полоній за одними властивостями подібні до металів, а за іншими — до неметалів. Серед гідроксидів є речовини, які, на відміну від основ, взаємодіють не лише з кислотами, а й із лугами. Це — сполуки Цинку, Алюмінію та кількох інших металічних елементів.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

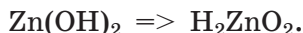
- ▶ Які гідроксиди виявляють і основні, і кислотні властивості?
- ▶ Який склад мають продукти реакцій цих гідроксидів з лугами?

Частина нерозчинних у воді гідроксидів за хімічними властивостями подібні і до основ, і до кислот. Такі сполуки називають *амфотерними*¹ *гідроксидами*. Серед них — цинк гідроксид $\text{Zn}(\text{OH})_2$. Ця речовина як основа реагує з кислотами



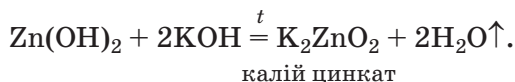
але може виконувати функцію кислоти і взаємодіяти з лугами.

Складемо формулу сполуки Цинку, яка утворюється внаслідок реакції цинк гідроксиду з нагрітим твердим або розплавленим калій гідроксидом. Запишемо формулу цинк гідроксиду, розмістивши в ній символи елементів так, як у формулі оксигеновмісної кислоти:

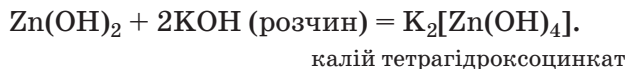


Продукт реакції цинк гідроксиду з лугом — сіль, яка містить аніони кислотного залишку ZnO_2^{2-} .

Рівняння реакції між цинк гідроксидом і калій гідроксидом за нагрівання:



Якщо цинк гідроксид взаємодіє з лугом за стандартних умов у розчині, то утворюється сіль іншого складу. Її формулу отримаємо, замінивши у формулі K_2ZnO_2 два двовалентні атоми Оксигену чотирма одновалентними групами атомів OH:



Приклади інших амфотерних гідроксидів — $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$.

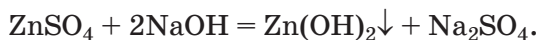


Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АМФОТЕРНОГО ГІДРОКСИДУ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Спочатку отримайте невелику кількість цинк гідроксиду. Для цього налейте в пробірку 2 мл розчину цинк сульфату ZnSO_4 і додавайте порціями (по кілька крапель) розчин натрій гідроксиду до появи нерозчинного у воді цинк гідроксиду:



¹Термін походить від грецького слова «амфотерос» — і той, і інший.

Отриману суміш перемішайте скляною паличкою і половину її перелийте в порожню пробірку.

До однієї порції суміші з осадом цинк гідроксиду додавайте по кілька крапель розчину нітратної кислоти, щоразу перемішуючи суміш, до повного перетворення гідроксиду на розчинну сіль.

До другої порції суміші додавайте розчин натрій гідроксиду, перемішуючи, до зникнення осаду.

Запишіть рівняння реакцій цинк гідроксиду з кислотою і лугом у розчині.



Учень, щоб одержати цинк гідроксид, почав змішувати розчини в іншій послідовності — до розчину натрій гідроксиду додав кілька крапель розчину цинк сульфату. Осад цинк гідроксиду не утворився. Поясніть чому.

Дослід із виявлення амфотерності алюміній гідроксиду ви можете побачити за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/11_2). Склад продуктів взаємодії цього гідроксиду з лугом залежить від відношення кількостей реагентів. Про це довідайтеся з додаткового тексту за QR-кодом (https://9klas.academiabook.club/chemistry/1_11).

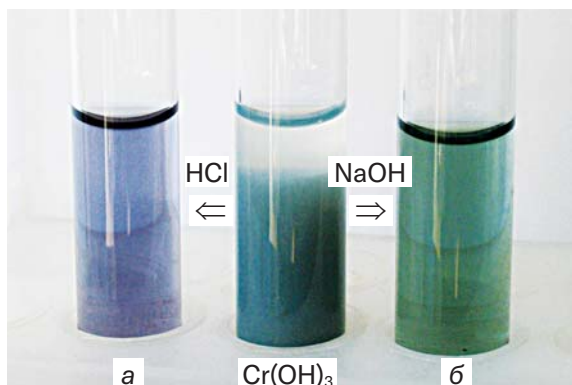
Розчинні продукти реакцій хром(III) гідроксиду з кислотою і лугом різняться не лише складом, а й забарвленням (мал. 31).



video



text



Мал. 31.

Результат взаємодії хром(III) гідроксиду:

а — з кислотою;

б — з лугом у розчині

Амфотерні гідроксиди, як і нерозчинні основи, розкладаються внаслідок нагрівання на два оксиди.



Складіть рівняння реакції термічного розкладу плумбум(II) гідроксиду.

Вам відомо, що основи або оксигеновмісній кислоті відповідає певний оксид — основний або кислотний. Оксиди, від яких походять амфотерні гідроксиди, — ZnO , Al_2O_3 та ін. — також є амфотерними сполуками. За хімічними властивостями вони подібні і до основних оксидів, і до кислотних.



Складіть рівняння реакції цинк оксиду з кальцій гідроксидом у разі нагрівання.



1. Амфотерні оксиди не взаємодіють з водою.
2. Амфотерні сполуки не реагують одна з одною.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про амфотерні гідроксиди та їх реакції з кислотами й лугами.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

110. За якими хімічними властивостями амфотерний гідроксид відрізняється від основи та кислоти?
- *111. Складіть рівняння реакцій плюмбум(II) гідроксиду:
 - а) з ортофосфатною кислотою;
 - б) з барій гідроксидом у розчині.
112. Запропонуйте спосіб розпізнавання білих порошків гідроксидів Магнію і Цинку.

Виконаймо вправу

113. Складіть рівняння реакції термічного розкладу алюміній гідроксиду.

Поміркуймо

114. Молярна маса амфотерного гідроксиду становить 116 г/моль. Напишіть формулу цієї сполуки.

Розв'язуймо задачу

- *115. Після нагрівання станум(II) гідроксиду маса твердої речовини зменшилася на 9 %. Чи повністю розклався гідроксид?

116. Медичний засіб «цинкова мазь» містить цинк оксид. Масова частка цієї речовини в препараті становить 10 % (решта — вазелін або спеціальний парафін). Обчисліть масу цинк гідроксиду, необхідну для одержання цинк оксиду, щоб виготовити цинкову мазь масою 200 г.

Формуймо словничок

117. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

118. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 12. Солі

Почувши слово «сіль», ви, напевно, згадаєте речовину, яка має солоний смак, — кухонну сіль. Хіміки називають солями дуже багато речовин. Серед них — харчова сода, зовні подібна до кухонної солі, але з іншим смаком, а також крейда, нерозчинна у воді й не має смаку. Виявляється, що солі є найчисленнішим класом неорганічних сполук.

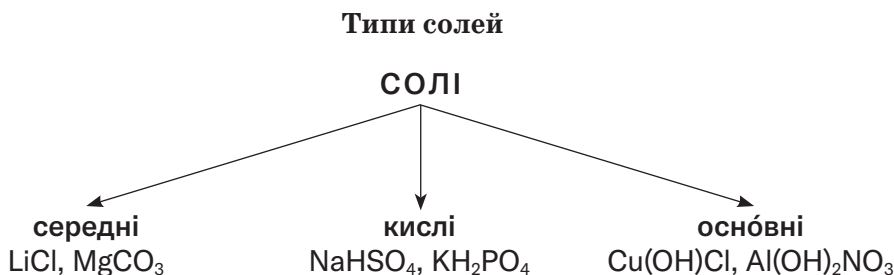
Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Як класифікують солі?
- ▶ Як складати формули і назви солей?
- ▶ Які солі найпоширеніші у природі?

Усі ви знаєте, що формула кухонної солі — NaCl . Крейда має формулу CaCO_3 . Сіль NaCl містить йони Na^+ і Cl^- , а сіль CaCO_3 — йони Ca^{2+} і CO_3^{2-} . Узявши це до уваги, скажемо, що *сіль* — *сполука, яка складається з катіонів металічного елемента та аніонів кислотного залишку*.

Класифікація солей. Відомо кілька типів солей. Ми розглядатимемо три типи цих сполук (схема 5).

Схема 5



Кухонна сіль і крейда належать до *середніх солей*. Солі цього типу утворюються під час хімічних реакцій унаслідок повного заміщення атомів Гідрогену в молекулі кислоти:

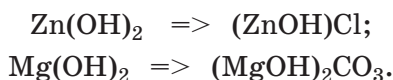


Вам відомо, що дисоціація кислот, молекули яких містять два або більше атомів Гідрогену, має ступінчастий характер. Наприклад, сульфатна кислота дисоціює у дві стадії. На першій стадії, крім йонів H^+ , утворюються йони HSO_4^- . Ці аніони є складниками *кислих солей*:



Кислі солі, на відміну від середніх, містять гідрогеновмісні аніони. Отже, кисла сіль — продукт неповного заміщення атомів Гідрогену в молекулі кислоти.

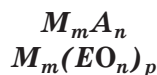
Оснóвні солі містять гідроксовмісні катіони. Вони походять від гідроксидів $\text{M}(\text{OH})_n$ ($n > 1$):



Допишіть речення: «Оснóвні солі — продукти неповного заміщення ...».

Формули солей. Середні солі, як і кислоти, мають дві загальні формули — $M_m A_n$ і $M_m (\text{EO}_n)_p$. Першій формулі відповідають солі, що містять йони кислотних залишків безоксигенових кислот, а другій — солі, аніони яких походять від оксигеновмісних кислот.

Середні солі



Для того щоб скласти формулу солі, потрібно знати заряди катіона та аніона, а також пам'ятати, що сполука є електронейтральною. Для з'ясування значень зарядів йонів можна використовувати таблицю розчинності (форзац II). Нагадуємо, що графічні формули для солей, як і для інших йонних сполук, не використовують.



Запишіть формулу солі, яка містить катіони Ba^{2+} та аніони PO_4^{3-} .

Формули кислих і оснóвних солей складають за таким самим алгоритмом, що й формули середніх солей.

Працюємо разом

Складемо формули кислих ортофосфатів Кальцію.

Під час дисоціації ортофосфатної кислоти H_3PO_4 утворюються, крім йонів H^+ і PO_4^{3-} , аніони, які містять атоми Гідрогену, — H_2PO_4^- і

HPO_4^{2-} . Вони є складниками двох кислих солей Кальцію. Одна сіль містить йони Ca^{2+} і H_2PO_4^- . Оскільки будь-яка сполука електронейтральна, то в цій кислій солі кожний катіон Ca^{2+} сполучений із двома аніонами H_2PO_4^- . Формула сполуки — $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Друга сіль утворена йонами Ca^{2+} і HPO_4^{2-} . Величини зарядів цих йонів однакові. Тому формула солі — CaHPO_4 .



Запишіть формули кислих ортофосфатів Феруму(III).

Працюємо разом

Складемо формули основних хлоридів Алюмінію.

Формула алюміній гідроксиду — $\text{Al}(\text{OH})_3$. Основні солі, що походять від цієї сполуки, містять гідроксовмісні катіони AlOH^{2+} і $\text{Al}(\text{OH})_2^+$. Аніонами в солях-хлоридах є йони Cl^- . Беручи до уваги заряди катіонів та аніона, записуємо формули основних хлоридів Алюмінію: $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$, $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$.



Запишіть формули основних сульфатів Феруму(III).

У таблиці розчинності (форзац II) наведено відомості про розчинність у воді лише середніх солей. Більшість кислих солей розчиняється у воді, а основні солі переважно нерозчинні.

Назви солей. Хімічні назви солей походять від назв відповідних кислот:

CaCl_2 — кальцій хлорид (HCl — хлоридна кислота);

Li_2CO_3 — літій карбонат (H_2CO_3 — карбонатна кислота).

За відмінками змінюється лише друге слово хімічної назви солі. Якщо металічний елемент утворює кілька катіонів, то в назві солі вказують значення заряду відповідного катіона (римською цифрою):

CrSO_4 — хром(II) сульфат;

$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ — хром(III) сульфат.



Назвіть солі, формули яких — Na_2S , FeI_2 і $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

Приклади хімічних назв кислих і основних солей: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ — кальцій дигідрогенортофосфат, $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ — гідроксомагній хлорид, NaHCO_3 — натрій гідрогенкарбонат, $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ — дигідроксоалюміній нітрат.

Деякі солі мають ще й тривіальні назви. Приклади таких назв: Na_2CO_3 — кальцинована сода, NaHCO_3 — харчова сода, NaCl — кухонна

сіль, Na_2SiO_3 — розчинне скло, K_2CO_3 — поташ, KNO_3 — калійна селітра.



За матеріалами з інтернету з'ясуйте, які назви мають природні речовини, основою яких є кальцій карбонат.

Поширеність солей. На нашій планеті є солі всіх трьох типів (табл. 4). Найпоширеніші — середні солі. У літосфері містяться поклади натрій хлориду, калій хлориду, кальцій карбонату і багатьох інших карбонатів, силікатів, сульфідів, сульфатів. Солі є складниками більшості мінералів (мал. 32).

Таблиця 4

Деякі солі та їх поширеність у природі

Сіль		Місцезнаходження в природі
Формула	Тривіальна назва	
NaCl	Кухонна сіль; кам'яна сіль, галіт*	Поклади, морська вода (у розчиненому стані)
KCl	Сильвін*	Поклади
ZnS	Сфалерит, вюрцит*	
CaF_2	Флюорит*	
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Фосфорит*	
$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	—	Природна вода (у розчиненому стані)
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	—	
$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	Малахіт*	Поклади

* Зірочками позначено назви мінералів і гірських порід.



Мал. 32.
Кристали мінералів-солей

Хлориди Натрію і Магнію розчинені в морській та океанській воді, солоних озерах, кислі карбонати Кальцію і Магнію — у прісній і солоній воді, а у воді деяких озер і джерел є ще й сіль NaHCO_3 . Кальцій карбонат — складник яєчної шкаралупи, панцирів мешканців річок і морів.

Про солі незвичайного складу, а також про результати їх досліджень ви можете дізнатися за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/1_12).



text

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про типи солей, їхній склад і поширеність цих речовин у природі*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфу і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

119. Складіть формули солей, утворених такими йонами:
а) Ag^+ і PO_4^{3-} ; в) Pb^{2+} і HSO_4^- ;
б) K^+ і HS^- ; г) CrOH^{2+} і NO_3^- .
120. Напишіть формули йонів, які є складниками таких солей: Cr_2S_3 , NaHSO_3 , $(\text{ZnOH})_2\text{SO}_4$.
121. Укажіть формули кислот, які не утворюють кислих солей: H_2Se , HBr , HNO_3 , H_3AsO_4 , H_2SeO_3 .
122. Назвіть солі, що мають такі формули: NaBr , Al_2S_3 , Li_2SO_4 , CaSO_3 .
123. Серед антацидних препаратів — основний карбонат, у складі якого є катіони двох металічних елементів. В інтернеті наведено його формулу: $\text{CH}_2\text{AlNaO}_5$. Запишіть її в іншому вигляді, виокремивши складники, характерні для основної солі.

Виконуймо вправу

124. За результатами хімічного аналізу солі відношення кількостей речовини елементів у ній таке: $n(\text{Pb}) : n(\text{H}) : n(\text{C}) : n(\text{O}) = 2 : 2 : 1 : 5$. Визначте тип солі та запишіть її хімічну формулу.

Аналізуймо

125. У Вікіпедії зазначено, що сіль — «нейтральна хімічна сполука між йонами металів і неметалів». Які неточності (помилки) містяться в цьому твердженні?

Поміркуймо

126. Назвіть сіль, яка має найменшу молярну масу.

Розв'язуймо задачу

127. У розчині алюміній сульфату містяться сульфат-іони кількістю речовини 0,06 моль. Обчисліть масу катіонів Алюмінію в цьому розчині.
- *128. Масова частка Оксигену в основному нітраті елемента II групи періодичної таблиці становить 72,7 %. Виведіть формулу цієї солі.

У команді

129. Стара хімічна назва солі Na_2CO_3 — вуглекислий натрій. Вона походить від тривіальної назви кислоти H_2CO_3 — вугільна кислота. На упаковці харчової соди NaHCO_3 міститься напис «натрій двовуглекислий» (мал. 33), на упаковці печива — «бікарбонат натрію». Спробуйте пояснити ці назви кислої солі.



Мал. 33.

Фрагмент упаковки харчової соди

Формуймо словничок

130. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

131. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 13. Реакції кислот з металами

Здатність кислот реагувати з металами — одна із загальних хімічних властивостей цих сполук. Алхіміки виявили, що такі сильні кислоти, як сірчана й азотна, «розчиняють» майже всі метали, тобто перетворюють їх на розчинні речовини (солі). Золото виявилось стійким до будь-якої кислоти і реагувало лише із сумішшю концентрованих азотної та соляної кислот. Цю суміш називали «царською водою», а золото — «царем металів». Згодом з'ясувалося, що так само поводить себе щодо кислот платина.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

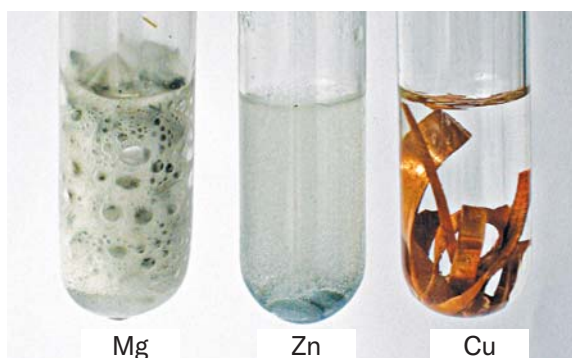
- Які функції виконують метал і кислота в хімічній реакції між ними?

- ▶ У яких випадках під час реакцій металів з кислотами утворюється водень?
- ▶ Як захищають метали і вироби з них від дії кислот?

З окремими реакціями металів з кислотами ви ознайомилися у 8 класі. Ці хімічні перетворення прогнозують, використовуючи ряд активності металів. Його склав у 1865 р. вітчизняний хімік Микола Бекетов за результатами багатьох дослідів. Наводимо ряд активності металів у сучасному вигляді (див. також форзац II підручника):

Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H₂) Cu Ag Pt Au
←
хімічна активність металів зростає

Крім металів, у ряду активності є водень. Метали, які перебувають ліворуч від нього, реагують з хлоридною кислотою, розчином сульфатної кислоти (мал. 34), деякими іншими кислотами з утворенням цього газу і відповідних солей. Метали, розміщені праворуч від водню, не взаємодіють з названими кислотами, але реагують, наприклад, з нітратною кислотою. Серед продуктів таких реакцій водню немає.



Мал. 34.
Відношення металів
до розведеного розчину
сульфатної кислоти



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО РЕАКЦІЇ КИСЛОТИ З МЕТАЛАМИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Вам видано метали (шматочки дроту, стружка, гранули) — залізо, алюміній, мідь, а також хлоридну кислоту, штатив із пробірками, пінцет, пробіркотримач, спиртівку або сухе пальне, керамічну підставку, сірники.

Помістіть в одну пробірку залізо, у другу — алюміній, а в третю — мідь. Додайте в кожную пробірку 1–2 мл хлоридної кислоти.

Що спостерігаєте? Який метал активно реагує з кислотою, а який не взаємодіє з нею?

Обережно нагрійте суміші речовин, але не до кипіння рідин. У яких пробірках відбуваються зміни і які саме?

Спостереження, хімічні рівняння і висновки запишіть у зошит.

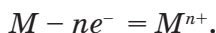
Чи узгоджується результат експерименту з розміщенням металів у ряду активності?



Залізо взаємодіє з хлоридною кислотою або розчином сульфатної кислоти з утворенням солей Феруму(II), а не Феруму(III).

Експеримент із виявлення різної хімічної активності інших металів у реакції з кислотою ви можете побачити за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/13_2).

Солі містять катіони металічних елементів. Отже, під час реакції металу з кислотою атоми металічного елемента втрачають електрони і перетворюються на катіони:



Ці атоми виконують функцію відновника; вони окиснюються.



Складіть рівняння реакції магнію з хлоридною кислотою. Узявши до уваги, що ця кислота майже повністю дисоціює на йони, визначте, яка частинка виконує функцію окисника і зазнає відновлення. Запишіть схеми окиснення і відновлення.

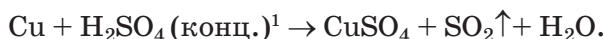
Активні метали взаємодіють і з оцтовою кислотою. Продукти кожної реакції — сіль і водень.



Складіть рівняння реакції цинку з оцтовою кислотою. За потреби відшукajte в § 6 формулу цієї кислоти і склад її кислотного залишку.

Водень також утворюється під час взаємодії найактивніших металів з водою (с. 31). Про ці реакції ви можете дізнатися за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/1_13).

Серед продуктів реакцій металів з концентрованою сульфатною кислотою, а також з нітратною кислотою та її розчинами є солі, оксиди Сульфуру і Нітрогену (мал. 35) або інші сполуки чи прості речовини цих елементів, але не водень:



video



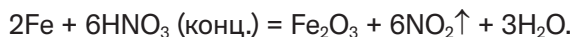
text

¹Скорочення «конц.» означає «концентрований розчин».



Перетворіть схему реакції на хімічне рівняння.

У разі контакту заліза чи алюмінію з концентрованою сульфатною або нітратною кислотою за стандартних умов на поверхні металу утворюється тонка плівка оксиду, стійкого до кислоти:



Ця плівка унеможливорює подальшу взаємодію металу з кислотою.

Захист металів від руйнування кислотами. Металеві вироби часто контактують із середовищем, у якому містяться кислоти. У промисловості та побуті переважно використовують ємності зі стійкої до кислот неіржавної сталі (мал. 36). З метою ізоляції виробів з металів від речовин довкілля їх покривають тонким шаром нікелю, хрому, іноді — золота, фарбують, змащують оливами або маслами. Деякі металеві вироби обробляють розчинами, які містять речовини-окисники. Унаслідок процесу, назва якого — оксидация, на металі утворюється хімічно пасивна плівка оксиду. В агресивне середовище, з яким контактує метал, додають речовини — інгібітори¹ корозії (наприклад, розчиняють натрій нітрит NaNO_2).

Щоб послабити дію кислот на металеві труби, промислові кислотні стоки розводять водою. Руйнуванню труб запобігає нейтралізація цих стоків речовинами, що мають основні властивості, або крейдою, яка взаємодіє майже з усіма кислотами.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про особливості реакцій металів з кислотами і способи захисту металевих виробів від дії кислот.*



Мал. 35.
Реакція міді з нітратною кислотою



Мал. 36.
Реактор із неіржавної сталі

¹ Термін походить від латинського слова inhibition — затримування.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

132. Чому в ряд активності металів додано неметал водень?
133. Який метал є активнішим відновником — олово чи нікель, мідь чи алюміній?
134. Яка кислота є активнішим окисником — хлоридна чи нітратна? Відповідь аргументуйте.
135. Щоб захистити жерсть від корозії, на її поверхню наносять тонкий шар цинку. Що станеться з металевим виробом з оцинкованої жерсті в разі потрапляння на нього хлоридної кислоти? Запишіть хімічні рівняння.

Виконаймо вправу

136. Складіть рівняння реакцій, одним із продуктів яких є водень:
 - а) $\text{Li} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
 - б) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- *137. У якому досліді утвориться більше водню, якщо в реакціях з кислотою використати однакові маси магнію й алюмінію?

У команді

138. Вам потрібно почистити стару мідну монету (мал. 37). Відомо, що продукти корозії міді реагують з кислотами. Яку кислоту серед наявних у хімічному кабінеті / лабораторії використаєте для очищення поверхні монети? Обґрунтуйте свій вибір.



Розв'язуймо задачу

139. Обчисліть масу заліза, що прореагує з розведеною сульфатною кислотою з утворенням водню об'ємом 5,6 л (н. у.).
140. Унаслідок реакції достатньої кількості хлоридної кислоти із сумішшю порошків срібла і магнію, маса якої становила 10 г, виділився водень об'ємом 0,7 л (н. у.). Обчисліть масову частку срібла в суміші.

Мал. 37.
Мідна монета

Формуймо словничок

141. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

142. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 14. Властивості солей

Солі складаються з різних катіонів і аніонів. Тому перелік їхніх хімічних властивостей є довшим, ніж властивостей основ чи кислот. Солі можуть взаємодіяти не лише з лугами та кислотами, а й між собою. Щоб визначити, можлива реакція за участю солі чи ні, потрібно брати до уваги деякі фізичні та хімічні властивості реактантів і очікуваних продуктів.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Які фізичні властивості характерні для солей?
- ▶ Яке хімічне рівняння ілюструє суть реакції обміну?
- ▶ За яких умов відбуваються реакції обміну за участю солей?

Фізичні властивості солей. Солі, як і інші йонні речовини, за стандартних умов перебувають у твердому, переважно кристалічному, стані. Здебільшого вони мають високі температури плавлення. Частина солей розчиняється у воді, деякі є малорозчинними, а решта — нерозчинні.



Використовуючи таблицю розчинності, порівняйте розчинність нітратів і хлоридів у воді.

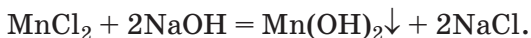
Хімічні властивості солей. Солі можуть реагувати з лугами, кислотами, іншими солями.

Реакції солей із лугами. Взаємодія солі з лугом відбувається лише в розчині (нерозчинні солі з лугами не реагують) за умови, що один із продуктів реакції — інша сіль чи інша основа — є нерозчинним.

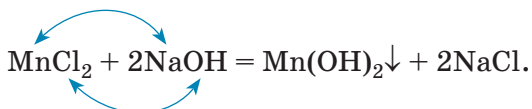
З'ясуємо можливість реакції між манган(II) хлоридом і натрій гідроксидом. Для цього скористаємося таблицею розчинності (наводимо її фрагмент):

Аніони	Катіони							
	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	...	Zn ²⁺	Mn ²⁺	Pb ²⁺	...
OH ⁻	р	р	р		н	н	н	
Cl ⁻	р	р	р		р	р	р	

Сіль MnCl_2 і луг NaOH розчиняються у воді, як і один із продуктів реакції — сіль NaCl . Другий продукт — гідроксид Mn(OH)_2 — є нерозчинною речовиною. Отже, реакція між сіллю Мангану(II) і лугом відбувається (мал. 38):

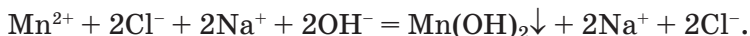


Узявши до уваги, що обидва реактанти є йонними речовинами, виявляємо, що під час цієї реакції сполуки обмінюються своїми йонами:



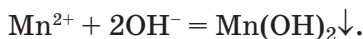
Такі реакції називають *реакціями обміну*.

Запишемо рівняння реакції манган(II) хлориду з натрій гідроксидом з урахуванням наявних йонів у розчині:



Чи змінилася кількість йонів у розчині після завершення реакції? Якщо змінилася, то як саме?

Вилучивши з рівняння однакові йони, які є в обох його частинах (ці йони не беруть участі в реакції), отримуємо скорочений запис хімічного перетворення, або *йонно-молекулярне рівняння*:



Він указує на результат реакції обміну. Згідно зі скороченим рівнянням, нерозчинний манган(II) гідроксид можна одержати, використавши будь-яку розчинну сіль Мангану(II) і будь-який луг.



Чи взаємодіятимуть калій карбонат із барій гідроксидом у розчині? У разі позитивної відповіді складіть повне і скорочене хімічні рівняння.

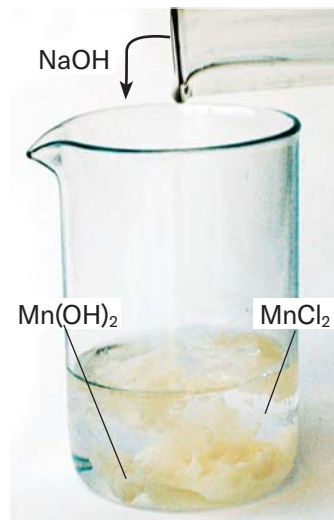


Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО РЕАКЦІЮ СОЛІ З ЛУГОМ У РОЗЧИНІ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Налийте в пробірку 1–2 мл розчину купрум(II) сульфату (яког він кольору?) і додайте до нього, перемішуючи, 1 мл розчину натрій гідроксиду.



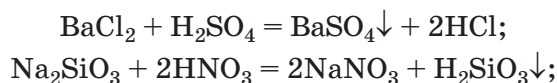
Мал. 38.
Реакція між сіллю і лугом у розчині

Що спостерігаєте? Осад якої сполуки утворився?
Складіть повне і скорочене хімічні рівняння.

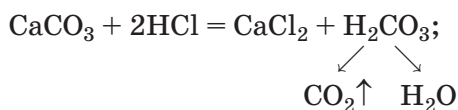
Реакції солей з кислотами. Сіль, як розчинна, так і нерозчинна, може взаємодіяти з кислотою або її розчином з утворенням нової солі та нової кислоти. Це також реакції обміну. Вони часто супроводжуються різними зовнішніми ефектами (виділяється осад або газ), а іноді відбуваються непомітно.

Наводимо кілька прикладів реакцій солей з кислотами (мал. 39), зазначивши умови, за яких ці хімічні перетворення можливі:

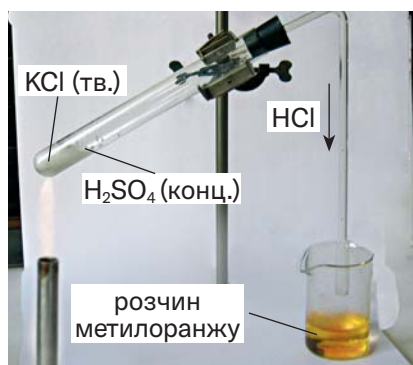
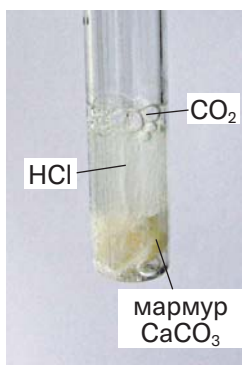
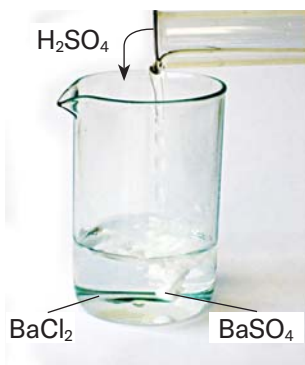
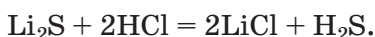
- продукт взаємодії реагентів у розчині — сіль або кислота — є нерозчинним у воді:



- кислота-продукт розкладається з утворенням газу, є леткою речовиною або походить від газуватої сполуки:



- кислота-реагент є сильною, а кислота, яка утворюється, — слабкою:



Мал. 39.

Реакції солей з кислотами

¹Скорочення «тв.» означає «тверда речовина».



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО РЕАКЦІЮ СОЛІ З КИСЛОТОЮ В РОЗЧИНІ

Дотримуйтеся правил безпеки!

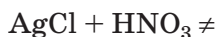
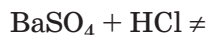
Налийте в пробірку 1–2 мл розчину натрій карбонату і додайте такий самий об'єм хлоридної кислоти.

Що спостерігаєте? Який газ виділяється? Чому він утворюється?

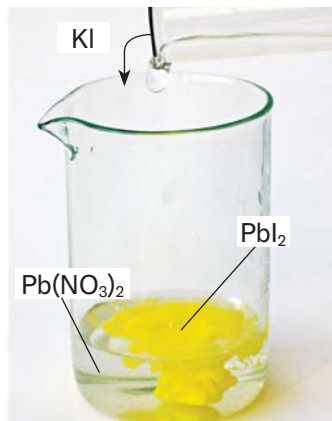
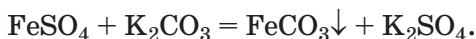
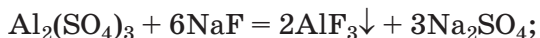
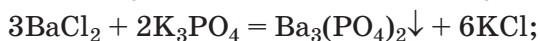
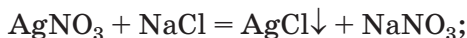
Складіть рівняння здійсненої реакції.

Яка сполука залишиться, якщо із одержаного розчину випарити воду?

Нерозчинні солі, які походять від сильних кислот, не взаємодіють з іншими кислотами:



Реакції між солями. Взаємодія солі з іншою сіллю відбувається лише в розчині (обидві речовини мають бути розчинними у воді) з утворенням двох нових солей. Така реакція можлива, якщо один з її продуктів є нерозчинним або малорозчинним (мал. 40):



Мал. 40.

Реакція між солями в розчині



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО РЕАКЦІЮ МІЖ СОЛЯМИ В РОЗЧИНІ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Налийте в пробірку трохи розчину кальцій хлориду і додайте до нього кілька крапель розчину натрій карбонату.

Що спостерігаєте?

Складіть повне і скорочене рівняння реакції.



Зобразіть схему «Реакції обміну за участю солей».

Використання реакцій обміну. Здійснюючи реакції цього типу, на заводах і в наукових лабораторіях одержують розчинні й нерозчинні у воді солі та гідроксиди.



Калій нітрат під назвою «калійна селітра» використовують як добриво. Запропонуйте кілька способів одержання цієї солі й напишіть хімічні рівняння. Який із цих способів, на вашу думку, доцільно реалізовувати в промисловості й чому?

Реакції обміну використовують для нейтралізації кислих і лужних стічних вод промислових підприємств. Реактивами в цих процесах зазвичай є дешеві вапно та сульфатна кислота. Для видалення із заводських стоків токсичних катіонів Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} і деяких інших здійснюють реакції обміну з осадженням солей (наприклад, сульфідів), які вилучають фільтруванням.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про те, з якими сполуками можуть взаємодіяти солі, про реакції обміну та умови, за яких ці реакції відбуваються.*

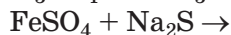
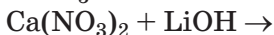
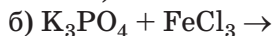
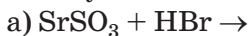


Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

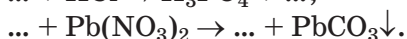
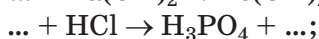
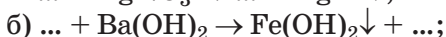
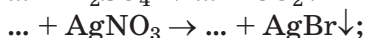
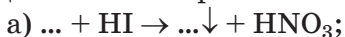
ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

143. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння (до реакцій у п. «б» укажіть також скорочені рівняння):



144. Замість крапок запишіть формули солей і перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:



145. Напишіть рівняння реакцій (якщо вони відбуваються) між такими сполуками:
- а) натрій сульфатом і магній нітратом;
 - б) купрум(II) хлоридом і барій сульфатом;
 - в) хром(III) сульфатом і натрій гідроксидом;
 - г) калій сульфідом і цинк нітратом.
146. Складіть рівняння всіх можливих реакцій між основами (лівий стовпчик) і солями (правий стовпчик):
- | | |
|----------------------|------------------|
| калій гідроксид | кальцій карбонат |
| манган(II) гідроксид | ферум(II) нітрат |
| барій гідроксид | натрій сульфат |

Аналізуймо

147. Скориставшись таблицею розчинності, наведіть приклад утворення двох нерозчинних сполук унаслідок реакції:
- а) між лугом і сіллю;
 - б) між двома солями.
- Запишіть відповідні хімічні рівняння.
148. Доберіть дві розчинні речовини, які взаємодіють у розчині з утворенням:
- а) плюмбум(II) сульфату;
 - в) силікатної кислоти.
 - б) калій гідроксиду;
- Складіть відповідні рівняння реакцій. Візьміть до уваги, що серед силікатів розчинними є солі Натрію і Калію.

Розв'язуймо задачу

149. Обчисліть кількість речовини магній гідроксиду, що реагує з нітратною кислотою, маса якої — 6,3 г.
150. Обчисліть масу ферум(II) гідроксиду, який утворився внаслідок взаємодії натрій гідроксиду кількістю речовини 0,05 моль з достатньою кількістю ферум(II) сульфату.

Поміркуймо

151. Щоб здійснити реакцію між натрій хлоридом і сульфатною кислотою, до твердої солі додають чисту кислоту або її концентрований розчин і нагрівають суміш. Поясніть, чому не використовують розчини цих сполук і для чого необхідне нагрівання.

Формуймо словничок

152. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

153. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

РОЗПІЗНАЄМО СОЛІ ТА ЇХ РОЗЧИНИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Вам видано пробірки з твердими солями та розчинами солей. За допомогою експерименту потрібно з'ясувати, яка сіль і розчин якої солі міститься в кожній пробірці.

У вашому розпорядженні — розчини сульфатної кислоти і натрій гідроксиду, а також промивалка з водою, штатив з пробірками, скляні палички.

Ознайомившись із завданнями, складіть план дослідження. Візьміть до уваги розчинність солей у воді та їхню здатність реагувати з кислотою і лугом.

Здійсніть експеримент. Під час його виконання пам'ятайте про безпечне поводження з кислотою і лугом. Спостереження і результати досліджень запишіть у розміщені нижче таблиці.

ВАРІАНТ I

Завдання 1. Розпізнавання солей. У трьох довільно пронумерованих пробірках містяться білі порошки калій нітрату, натрій карбонату і кальцій карбонату. Визначте вміст кожної пробірки.

Завдання 2. Розпізнавання розчинів солей. У трьох довільно пронумерованих пробірках містяться розчини натрій хлориду, магній хлориду і цинк сульфату. Визначте вміст кожної пробірки.

ВАРІАНТ II

Завдання 1. Розпізнавання солей. У трьох довільно пронумерованих пробірках містяться білі порошки натрій нітрату, магній карбонату і барій сульфату. Визначте вміст кожної пробірки.

Завдання 2. Розпізнавання розчинів солей. У трьох довільно пронумерованих пробірках містяться розчини натрій нітрату, барій хлориду і цинк нітрату. Визначте вміст кожної пробірки.

Таблиця для завдання 1

№ пробірки	Розчинність солі у воді	Формула реактанту	Спостереження	Висновок (формула солі)
Рівняння реакції:				

Таблиця для завдання 2

№ про- бірки	Формула реактанту 1	Спосте- реження	Формула реактанту 2 або реак- танту 1, взятого в надлишку	Спосте- реження	Висновок (формула солі в розчині)
Рівняння реакцій:					

МІРКУЄМО, ПОРІВНЮЄМО, АНАЛІЗУЄМО

154. Чи можна виконати завдання 1 і завдання 2, якщо замість сульфатної кислоти використовувати хлоридну кислоту? Відповідь аргументуйте.

§ 15. Твердість води

Назва параграфа спочатку вас здивує, адже твердість, вища чи нижча, притаманна лише речовинам у твердому стані. Матеріал, розміщений у параграфі, — не про лід, а про особливу властивість природної води, яку називають твердістю¹. Ця властивість може спричинити небажані проблеми під час використання води в побуті, техніці, енергетиці, промисловості.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

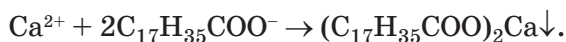
- Чому наявність йонів Кальцію і Магнію в природній воді погіршує її практичні якості?
- Чим різняться тимчасова і постійна твердість води?
- Як можна знизити або усунути твердість води?

Твердість води. Зазвичай люди використовують воду з річок, озер, джерел, колодязів, тобто прісну воду. У ній міститься невелика кількість

¹ Часто вживають термін «жорсткість води».

різних йонів, з-поміж яких — катіони Ca^{2+} і Mg^{2+} (мал. 41). Наявність цих катіонів зумовлює таку властивість води, як *твердість*.

Мило у воді з підвищеною концентрацією йонів Кальцію та Магнію утворює мало піни, і в процесі прання більшість часточок бруду залишається на поверхні тканини. Складники мила (аніони органічних кислот) взаємодіють з катіонами Ca^{2+} і Mg^{2+} з утворенням нерозчинних солей Кальцію та Магнію (мал. 42, § 41):



Ці речовини осідають на тканині й погіршують її якість.

ЗАГАЛЬНА МІНЕРАЛІЗАЦІЯ:			
0,25 - 0,90 г/л (g/l)			
ХІМІЧНИЙ СКЛАД, мг/л (mg/l)			
Аніони:		Катіони:	
HCO_3^-	150-650	Ca^{2+}	10-180
SO_4^{2-}	< 150	Mg^{2+}	< 100
Cl^-	< 120	$(\text{Na}^+ + \text{K}^+) < 200$	

Мал. 41.

Склад мінеральної води «Трускавецька»



Мал. 42.

Осади солей після додавання розчину мила у воду з малою (а) і високою (б) твердістю

Переконатися в тому, що ефективність використання мила у воді з підвищеною твердістю знижується, а синтетичні мийні засоби зберігають властивості в ній, ви можете, виконавши домашній експеримент.



Експериментуємо вдома

ДОСЛІДЖУЄМО ВЛАСТИВОСТІ МИЙНИХ ЗАСОБІВ У ВОДІ РІЗНОЇ ТВЕРДОСТІ

Приготуйте в окремих ємностях водні розчини (об'ємами не більше 50 мл):

- господарського мила;
- прального порошку¹;
- магній сульфату MgSO_4 (медичний препарат) — цей розчин імітуватиме воду з підвищеною твердістю.

¹ Можна використати рідкий пральний засіб або засіб для миття посуду.

Налийте у дві невеликі склянки або прозорі полімерні стаканчики воду з водогону, а в інші дві такі самі ємності — розчин магній сульфату. Об'єми води і розчину солі в посудинах мають бути однаковими.

Дослідіть, як впливає твердість води на властивості мила і прального порошку. У ємність з водою і ємність з розчином солі повільно додавайте 10–15 мл розчину мила, постійно перемішуючи рідину. Так само у дві інші ємності додавайте розчин прального порошку.

У яких склянках після змішування рідин утворився осад? Порівняйте його кількість. У воді чи розчині магній сульфату витрачається більше мийного засобу на реакцію з катіонами, які зумовлюють твердість води?

Спостереження і висновки за результатами дослідження запишіть у зошит.

Розрізняють тимчасову і постійну твердість природної води.

Тимчасова, або карбонатна, твердість. Цей вид твердості зумовлений наявністю в природній воді катіонів Ca^{2+} , Mg^{2+} та аніонів HCO_3^- , тобто вмістом розчинених кислих солей $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Кислі карбонати утворюються в природній воді під час взаємодії мінералів CaCO_3 і MgCO_3 з розчиненим у воді вуглекислим газом.



Запишіть загальне хімічне рівняння цих реакцій, позначивши символ металічного елемента у формулах середнього і кислого карбонатів літерою *M*. Візьміть до уваги, що це реакції сполучення, а реагентів у кожній реакції — три.

У разі підвищення температури відбуваються зворотні хімічні перетворення:



Середні солі, виділяючись з води, нерідко утворюють у вапнякових печерах карбонатні «бурульки» — сталактити — і баштоподібні нарости — сталагміти (мал. 43).

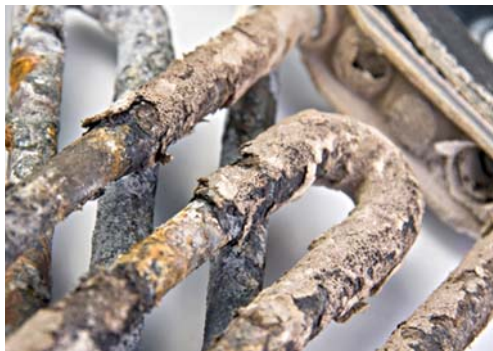
Якщо природну воду багаторазово кип'ятити чи нагрівати, осад карбонатів CaCO_3 і MgCO_3 поступово ущільнюватимуться в так званий накип. Він погіршує теплообмін у системах водяного опалення і парових котлах, знижує пропускну спроможність тепломагістралей, іноді спричиняє аварії. Накип



Мал. 43.

Сталактити (вгорі)
і сталагміти (внизу)

з'являється в чайниках, прасках, пральних машинах, на поверхні нагрівних пристроїв, водогінних кранів (мал. 44).

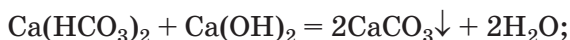


Мал. 44.

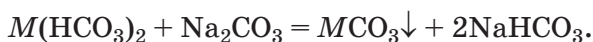
Накип

Найпростіший спосіб усунення тимчасової твердості природної води — її кип'ятіння. Після осадження карбонатів та їх відокремлення відстоюванням або фільтруванням концентрація катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у воді зменшується. У ній залишається невелика кількість інших розчинених солей цих елементів, переважно сульфатів.

Із природної води можна видалити кислі карбонати Кальцію і Магнію додаванням гашеного вапна



чи кальцинованої соди:

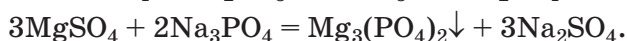
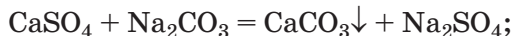


Напишіть скорочене хімічне рівняння останньої реакції.

Дослід із перетворення кислої солі $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ на середню CaCO_3 ви можете переглянути за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/15_1).

Постійна, або некарбонатна, твердість природної води зумовлена наявністю в ній катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , які «належать» не кислим карбонатам, а іншим розчиненим солям Кальцію і Магнію (наприклад, сульфатам).

Усунути постійну твердість води кип'ятінням неможливо. Цього досягають додаванням до неї кальцинованої соди або натрій ортофосфату. Унаслідок реакцій обміну йони Ca^{2+} і Mg^{2+} осаджуються повністю:



video

Незначна кількість йонів Натрію, яка потрапляє у воду, не впливає на її технологічні якості.



За допомогою натрій ортофосфату можна усунути не лише постійну, а й тимчасову твердість води. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Іноді у воду, яку застосовують для технічних потреб, додають реактанти, що «зв'язують» йони Ca^{2+} і Mg^{2+} у розчинні та стійкі до підвищення температури речовини і цим запобігають утворенню накипу. Такі реактанти використовують під час експлуатації пральних і посудомийних машин.

За сумарною концентрацією йонів Кальцію і Магнію визначають загальну твердість води.



За матеріалами з інтернету з'ясуйте, який уміст йонів Кальцію і Магнію в питній воді вважають оптимальним.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про те, які йони зумовлюють твердість природної води, як утворюється накип, а також про способи усунення твердості води.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

155. Чи має твердість дощова вода? Відповідь обґрунтуйте.
156. Чи можна усунути загальну твердість води додаванням гашеного вапна? Відповідь аргументуйте.

Поміркуймо

157. Яким способом можна видалити з води всі розчинені солі?

У команді

158. За матеріалами з інтернету з'ясуйте:
 - а) чи змінюється вміст солей у річковій воді залежно від пори року;
 - б) однаковим чи різним є вміст солей у воді на всій довжині річки.

Розв'язуймо задачу

159. Загальну твердість природної води вимірюють сумарною кількістю речовини йонів M^{2+} у воді об'ємом 1 л. У таблиці наведено результати аналізів зразків води двох річок:

Вода	Вміст йонів, мг/л	
	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Дніпро	56	12
Дністер	50	18

Укажіть правильну відповідь:

- а) загальна твердість води з Дніпра вища;
 - б) загальна твердість води з обох річок однакова;
 - в) загальна твердість води з Дністра вища.
160. Концентрація йонів Кальцію в зразку питної води становить 80 мг/л, а її загальна твердість — 2,5 ммоль/л. Обчисліть масу йонів Магнію у воді об'ємом 1 л.
- *161. Уміст йонів у природному джерелі такий: Ca^{2+} — 100 мг/л; Mg^{2+} — 24 мг/л; HCO_3^- — 488 мг/л. Обчисліть масу осаду, який виділиться внаслідок кип'ятіння води із цього джерела, узятої об'ємом 0,5 л.

Формуймо словничок

162. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

163. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

**Експериментуємо вдома****ВИДАЛЯЄМО НАКИП**

У домашніх умовах накип можна видалити оцтом¹. Для цього в чайник із накипом налейте води, додайте невелику кількість оцту і кип'ятіть розчин кислоти протягом 20–30 хв. Потім вилийте рідину з чайника, видаліть залишок накипу губкою і промийте чайник водою. За потреби повторіть описані операції.

Накип з поверхні кранів можна видалити, протираючи їх губкою, змоченою розведеним оцтом.

¹Замість оцту можна використати розчин лимонної кислоти.

§ 16. Очищення води йонним обміном

Очистити від усіх розчинених солей природну воду, а також воду після використання в технологічному процесі можна перегонкою (дистиляцією). Отримана дистильована вода містить лише мізерну кількість розчинених газів, наявних у повітрі. Цей спосіб очищення води є енерговитратним і потребує використання складної апаратури. Тому його використовують переважно в лабораторній практиці. У промисловості великі маси води очищують йонним обміном. Цей процес також дає змогу усунути твердість води.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

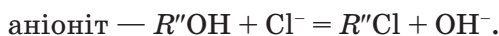
- ▶ Які властивості виявляють йонообмінні смоли під час їх використання для очищення води?
- ▶ Як регенерують катіоніт та аніоніт?

Йонообмінні смоли. Для вилучення йонів солей з води використовують особливі полімери — синтетичні *йонообмінні смоли*¹ (мал. 45). Ці полімери нерозчинні у воді. Смоли одного виду — *катіоніти* — за складом подібні до кислот. Їхні дуже великі молекули легко відщеплюють йони H^+ , а замість них приєднують катіони розчинених у воді солей. Смоли другого виду — *аніоніти* — здатні обмінювати йони OH^- на аніони кислотних залишків. Скорочена назва смоли кожного виду — іоніт.



Мал. 45.
Часточки йонообмінної смоли

Наводимо спрощені схеми деяких процесів, які відбуваються на йонообмінних смолах (частини їхніх молекул позначено R' і R''):



Очищення води йонним обміном. Унаслідок очищення води цим способом отримують воду, яка за чистотою не поступається дистильованій. Йонообмінна установка складається з двох ємностей (колон); в одній ємності міститься катіоніт, у другій — аніоніт (мал. 46). Воду в установку подає насос.

У рідині, що виходить із колони з катіонітом, є кисле середовище; це — розчин кількох кислот. Під час його проходження в колоні з аніо-

¹Ці речовини було вперше одержано 90 років тому.

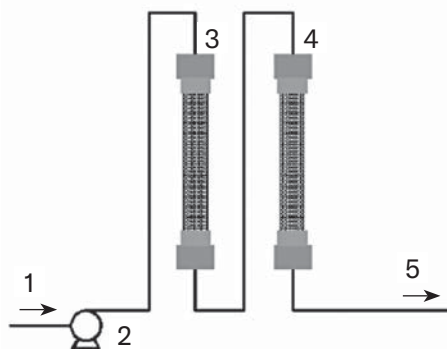
**Мал. 46.**

Схема йонообмінної установки:

1 — забруднена вода, 2 — насос,
3 — колонна з катіонітом, 4 — колонна
з аніонітом, 5 — очищена вода

нітом смола поглинає аніони кислотних залишків і в розчин надходять йони OH^- . Вони відразу сполучаються з йонами H^+ у молекули води. Отже, у рідині, яка виходить з другої колонни, — нейтральне середовище.



Водний розчин, у якому містяться йони SO_4^{2-} , вийшов із колонни з катіонітом і прямує в колонну з аніонітом. Запишіть схеми обох процесів, які відбуватимуться в другій колонні.

Поглинені іонітом йони періодично вилучають зі смоли. Катіоніт обробляють розведеною хлоридною або сульфатною кислотою, аніоніт — розведеним розчином натрій гідроксиду. Потім смолу промивають чистою водою для видалення залишків кислоти або лугу.

Пом'якшення води йонним обміном. У приватному будинку воду, призначену для господарчих потреб, можна пом'якшувати за допомогою спеціального пристрою. В основі його роботи (мал. 47) — процес йонного обміну. Йоннообмінну смолу (катіоніт) заздалегідь обробляють концентрованим розчином натрій хлориду. Під час проходження води через ємність зі смолою відбувається обмін йонів Ca^{2+} і Mg^{2+} на йони Na^+ . Йони, що зумовлюють твердість води, залишаються на поверхні часточок смоли, а йони Натрію переходять зі смоли у воду.

Катіоніт періодично обробляють розчином натрій хлориду для його регенерації — заміщення йонів Ca^{2+} і Mg^{2+} йонами Na^+ . Порцію води, у якій містяться видалені зі смоли йони Кальцію і Магнію, спрямовують у каналізацію.

Йонообмінні смоли також використовують для опріснення води, у виробництві речовин високого ступеня чистоти, лікарських

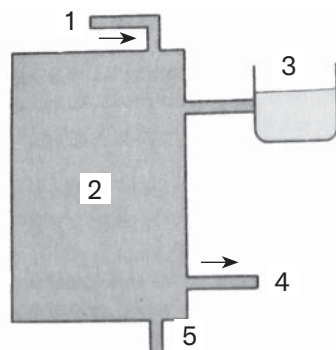
**Мал. 47.**

Схема роботи пом'якшувача води: 1 — вода, яка містить йони Ca^{2+} і Mg^{2+} , 2 — резервуар з катіонітом, 3 — ємність із розчином NaCl , 4 — пом'якшена вода, яка містить йони Na^+ , 5 — трубка для видалення рідини після регенерації катіоніту

засобів, для очищення промислових стічних вод, у медичній практиці. Застосування йонного обміну дає змогу вилучати з рідких стоків катіони малопоширених металічних елементів. Відновленням цих йонів одержують цінні метали.

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про спосіб очищення та пом'якшення води йонним обміном, йонообмінні смоли та процеси, які відбуваються на катіоніті та аніоніті.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

164. Які переваги має спосіб очищення води йонним обміном порівняно з перегонкою?
165. Якщо розчин натрій хлориду пропустити через катіоніт, отримаємо:
 - а) розчин HCl ;
 - б) розчин NaOH ;
 - в) знову розчин NaCl ;
 - г) чисту воду.
166. Охарактеризуйте процеси, які відбуваються під час регенерації відпрацьованого аніоніту.
167. Чи вдасться нейтралізувати стічну воду з $\text{pH} < 7$, якщо її пропустити через колону з катіонітом? Відповідь аргументуйте.

Дізнаваймося

168. За відомостями з інтернету з'ясуйте, яку воду називають демінералізованою.

Розв'язуймо задачу

- *169. Обчисліть масу йонів Натрію, яка потрапить з обробленого натрій хлоридом катіоніту у воду об'ємом 1 л, якщо маси йонів Кальцію і Магнію в цій порції води до її пом'якшення становлять 200 і 60 мг відповідно.

У команді

170. Відшукайте в інтернеті інформацію про мінерали, які мають йонообмінні властивості. Яка загальна назва найпоширеніших з них?

Формуймо словничок

171. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

172. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 17. Оксиди

Про оксиди ви дізналися у 8 класі. Про них також ішлося в цьому підручнику, коли розглядали основи, кислоти та амфотерні гідроксиди. Згадаємо викладені раніше відомості про оксиди та дізнаємося нові факти про них. Ці речовини є одним із найважливіших класів неорганічних сполук.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Як класифікують оксиди?
- ▶ Як будова оксидів зумовлює їхні фізичні властивості?
- ▶ З якими сполуками реагують оксиди?
- ▶ У яких сферах використовують оксиди?

Склад і назви. Вам відомо, що оксиди — *сполуки, утворені двома хімічними елементами, одним із яких є Оксиген*. Загальна формула оксидів — E_mO_n . Ці сполуки утворюють майже всі хімічні елементи¹ (мал. 48).

Оксиди
 E_mO_n



Мал. 48.
Оксиди

¹Хіміки ще не одержали сполук Гелію, Неону й Аргону.



Гідроген пероксид H_2O_2 (графічна формула молекули сполуки $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$) та оксиген фторид OF_2 до оксидів не належать.



Складіть формули оксидів Літію, Барію та Алюмінію.

Багато хімічних елементів утворює по кілька оксидів. Наприклад, для Купруму відомі оксиди Cu_2O і CuO , для Сульфуру — SO_2 і SO_3 . Найбільше оксидів утворює Нітроген — N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 і N_2O_5 . У назвах цих оксидів указують значення валентності хімічного елемента або заряду катіона:

Cu_2O — купрум(I) оксид;

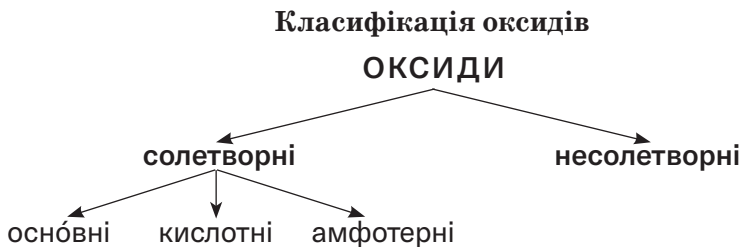
SO_3 — сульфур(VI) оксид.



За інформацією з інтернету з'ясуйте, який оксид отримав назву «газ, що звеселяє» і чому.

Класифікація. Ви знаєте, що є основні, кислотні й амфотерні оксиди. Усі ці сполуки називають *солетворними* оксидами, оскільки продукти їх реакцій з кислотами або основами — солі. Оксиди CO , N_2O , NO і H_2O є *несолетворними* (схема 6). Вони не реагують з кислотами та основами й не утворюють солей.

Схема 6



Розмістіть формули Na_2O , CO , CO_2 , BeO , FeO , P_2O_5 , Al_2O_3 , N_2O під назвами типів оксидів.

Існує відповідність між типом хімічного елемента і типом оксиду. Металічні елементи можуть утворювати основні й амфотерні оксиди, а деякі — ще й кислотні оксиди. Наприклад, оксид Хрому CrO є основним, Cr_2O_3 — амфотерним, а CrO_3 — кислотним. Неметалічні елементи утворюють кислотні та несолетворні оксиди.

Фізичні властивості. Властивості оксидів, як і інших речовин, залежать від того, з яких частинок вони складаються — атомів, молекул чи йонів. Основні й амфотерні оксиди утворені йонами (мал. 49), кислотні оксиди — молекулами, іноді — атомами (наприклад, SiO_2).

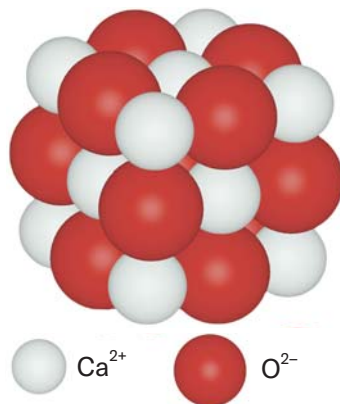


Назвіть тип хімічного зв'язку в кожному оксиді: Na_2O , SO_3 , Al_2O_3 .

У йонних оксидах протилежно заряджені йони сильно притягуються один до одного. Тому ці сполуки за стандартних умов є твердими речовинами (мал. 48), плавляться за високої температури. Більшість йонних оксидів не розчиняється у воді, а кілька реагує з нею.

В оксидах молекулярної будови притягання між молекулами дуже слабке. Температури плавлення і кипіння сполук невисокі, а їхній агрегатний стан за стандартних умов різний. Чимало цих оксидів є леткими, розчинними у воді (під час розчинення багатьох з них відбуваються хімічні реакції), деякі мають запах.

Оксиди атомної будови — тверді речовини з високими температурами плавлення і кипіння. Вони не розчиняються у воді.



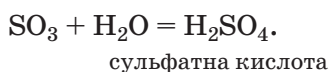
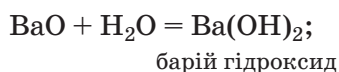
Мал. 49.
Кристалічні ґратки кальцій оксиду CaO



Укажіть оксид у кожній парі, який має вищу температуру плавлення: а) MgO , Na_2O ; б) H_2O , SO_2 ; в) SiO_2 , SO_3 . Відповіді обґрунтуйте.

Хімічні властивості. Оксиди реагують зі сполуками, які відрізняються від них за хімічним характером.

Реакції з водою. З-поміж основних оксидів з водою взаємодіють лише оксиди лужних елементів, Барію, Стронцію, Кальцію і Магнію. Продукти цих реакцій — луги¹. Кислотні оксиди реагують з водою з утворенням кислот. Приклади відповідних реакцій:

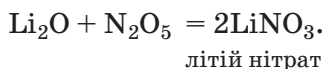


Амфотерні оксиди з водою не взаємодіють.

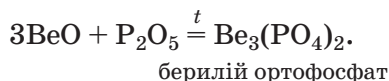
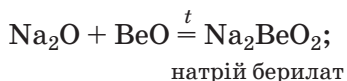


Як експериментально довести, що внаслідок розчинення у воді невеликої порції кальцій оксиду утворився луг?

Реакції між оксидами. Основні оксиди реагують з кислотними оксидами з утворенням солей:



Основні та кислотні оксиди взаємодіють з амфотерними оксидами:

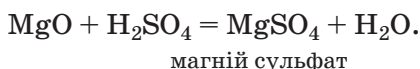


¹ Магній гідроксид не належить до лугів.



У якій реакції оксид BeO виявляє кислотні властивості, а в якій — основні властивості?

Реакції з кислотами. Основні та амфотерні оксиди взаємодіють з кислотами. Продукти кожної реакції — сіль і вода:



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО РЕАКЦІЮ ОКСИДУ З КИСЛОТОЮ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Помістіть у пробірку 1–2 г порошку купрум(II) оксиду, долийте до нього 1–2 мл хлоридної кислоти і перемішайте суміш. Вміст пробірки можна нагріти, але не до кипіння.

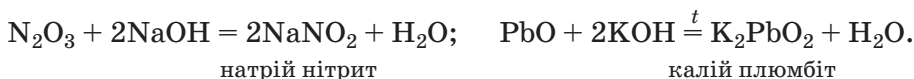
Що спостерігаєте?

Складіть хімічне рівняння.



Запропонуйте дві реакції для здійснення перетворення $\text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4$. Напишіть відповідні хімічні рівняння.

Реакції з основами. Кислотні та амфотерні оксиди реагують з основами (переважно — лугами) з утворенням солей і води:



Запропонуйте дві реакції для здійснення перетворення $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$. Напишіть відповідні хімічні рівняння.

Реакції з амфотерними гідроксидами. Кислотні та основні оксиди взаємодіють з амфотерними гідроксидами:



Використання оксидів. Відомо майже триста оксидів. Значну їх кількість застосовують на практиці. Оксиди Fe_2O_3 і Fe_3O_4 є основними компонентами залізних руд; із них на металургійних заводах одержують залізо. Корунд Al_2O_3 має високу твердість. Його порошок є абразивним матеріалом для обробки металевих, керамічних та інших поверхонь. Кварц SiO_2 — сировина для виробництва кварцового скла, яке, на відміну від звичайного, пропускає ультрафіолетові промені (під кварцовою лампою можна засмагати, як під сонцем). Пісок, що складається пере-

важно з оксиду SiO_2 , використовують у виробництві звичайного скла, а також, як і негашене вапно CaO , у будівництві.

Деякі оксиди є основою фарб: Fe_2O_3 — коричневої, Cr_2O_3 — зеленої, TiO_2 або ZnO — білої. Забарвлені домішками природні та штучні кристали оксидів Алюмінію і Силіцію використовують у виробництві ювелірних прикрас. Спочатку кристали ріжуть, потім їх ограновують (мал. 50) і вставляють в обручки, сережки тощо.



аметист



сапфір



рубін

Мал. 50.

Дорогоцінне каміння



Використавши інформацію з інтернету, створіть ментальну карту «Використання магній оксиду».

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про оксиди, їхні властивості та використання*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

173. Серед наведених формул укажіть ті, які належать йонним оксидам: P_2O_3 , Cl_2O_7 , K_2O , BaO , SO_3 .
174. Один з оксидів — Cl_2O або Li_2O — за звичайних умов є газом і має запах. Укажіть цей оксид і поясніть свій вибір.

Поміркуймо

175. Напишіть два загальних рівняння реакцій основних оксидів з водою, позначивши металічні елементи літерою *M*.

Аналізуймо

176. Визначте, з якими речовинами правого стовпчика може реагувати кожна речовина лівого стовпчика, і напишіть відповідні хімічні рівняння:

барій оксид

нітратна кислота

фосфор(V) оксид

калій гідроксид

карбон(IV) оксид

кальцій оксид

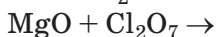
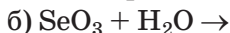
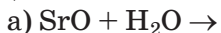
177. Назвіть два оксиди, які мають молярну масу 30 г/моль.

Дізнаваймося

178. За інформацією з інтернету з'ясуйте, чому карбон(II) оксид називають чадним газом.

Виконаймо вправу

179. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:



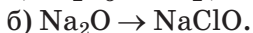
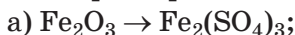
180. Складіть рівняння реакцій, унаслідок яких утворюється натрій сульфід, якщо взаємодіють:

а) два оксиди;

б) оксид і кислота;

в) оксид і основа.

181. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:

**Розв'язуймо задачу**

182. Визначте масові частки хімічних елементів в оксидах із формулами MgO і SO_2 . (Усно.)
183. Який газ — вуглекислий чи сірчистий — важчий і у скільки разів?

Формуймо словничок

184. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

185. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 18. Хімічні перетворення неорганічних речовин

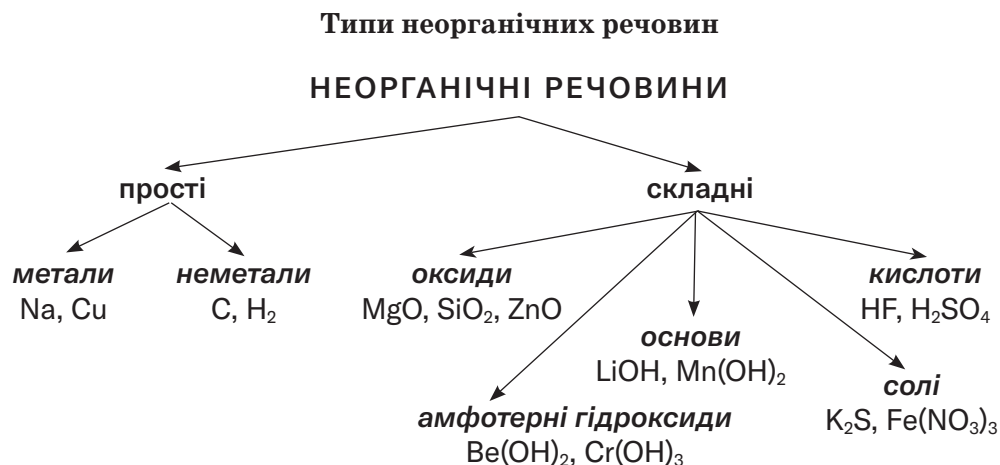
Ключовими завданнями, які вирішує хімічна наука, є одержання нових речовин, визначення їхніх складу, будови, властивостей, а також дослідження хімічних реакцій. Речовини, які мають цінні для практики властивості, застосовують у різних сферах, а хімія невпинно розвиває і зміцнює свій теоретичний фундамент.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Складні речовини яких типів можна одержати із простих речовин?
- ▶ Які реакції між складними речовинами відбуваються, а які неможливі?
- ▶ Як складати схеми послідовних хімічних перетворень речовин?

Вивчаючи хімію, ви багато дізналися про хімічні реакції, здійснювали їх на уроках і вдома. Результати виконаних експериментів засвідчили, що із простих речовин — металів і неметалів — можна одержувати складні речовини, а вони здатні реагувати між собою. Обираючи хімічні перетворення неорганічних речовин, використовують їх класифікацію (схема 7).

Схема 7



Реакції за участю простих речовин. Вам відомо, що метали і неметали реагують з киснем. Продуктами цих реакцій є оксиди. Реакція деяких неметалів (наприклад, хлору, сірки) з воднем і наступним розчиненням продуктів у воді можна одержати безоксигенові кислоти

(HCl, H₂S). Солі цих кислот утворюються, зокрема, унаслідок реакцій металів з неметалами.



Складіть рівняння реакцій: а) алюмінію з киснем; б) літію з хлором; в) сірки з магнієм; г) бром у воднем.

Найактивніші метали — літій, натрій, кальцій і кілька інших — взаємодіють з водою з утворенням лугів (§ 5). Більшість металів реагує з кислотами; серед продуктів цих реакцій є солі. Можливість реакції металу з кислотою визначають, використовуючи ряд активності металів (§ 13, форзац II).



Які метали — цинк, мідь, залізо, срібло, алюміній — взаємодіють з розведеною сульфатною кислотою? Складіть хімічні рівняння.

Багато реакцій відбувається між металами і солями в розчині (§ 23). Цинк, алюміній і декілька інших металів взаємодіють з лугами. Про ці хімічні перетворення ви можете дізнатися за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/1_18).



text

Реакції між складними речовинами. Майже всі кислотні оксиди і деякі основні оксиди взаємодіють з водою (§ 17). Продуктами цих реакцій є оксигеновмісні кислоти або луги. Амфотерні оксиди з водою не реагують.

Кожна сполука — оксид, основа, кислота, амфотерний гідроксид — під час певних реакцій може перетворитися на сіль. Нагріванням нерозчинних основ, амфотерних гідроксидів, деяких оксигеновмісних кислот та їх солей одержують оксиди.



Які з речовин — натрій оксид, силіцій(IV) оксид, цинк гідроксид — реагують з водою, нітратною кислотою, калій гідроксидом, розкладаються в разі нагрівання? Складіть хімічні рівняння.

Важливими є такі закономірності:

- реакції між сполуками з протилежними властивостями відбуваються майже завжди;
- амфотерні сполуки реагують зі сполуками як основного, так і кислотного характеру;
- сполуки, що мають подібні властивості (наприклад, два основних оксиди, основний оксид і основа), не взаємодіють одна з одною¹.



Укажіть серед наведених речовин ті, які не реагують із фосфор(V) оксидом: барій оксид, літій гідроксид, бор оксид, вуглекислий газ.

Послідовні хімічні перетворення. Промислові технології одержання багатьох речовин ґрунтуються на здійсненні кількох послідовних реак-

¹Солі є винятками.

цій. Як сировину використовують поширені в природі речовини, наприклад азот (одержання нітратної кислоти), пірит FeS_2 або сірку (одержання сульфатної кислоти).



За відомостями з інтернету з'ясуйте, які реакції покладено в основу виробництва названих кислот.

Відомі факти, коли з певної сполуки неможливо одержати іншу за допомогою хімічної реакції. Наприклад, з амфотерного оксиду — амфотерний гідроксид, із ферум(II) оксиду — ферум(II) карбонат, із натрій нітрату — натрій хлорид. Інколи безпосереднє перетворення речовини на іншу відбувається, але щоб його здійснити, немає відповідного реактиву. У таких випадках здійснюють «ланцюжок» двох або більше послідовних хімічних реакцій.

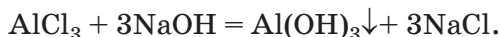
Працюємо разом

З'ясуємо, як із алюміній оксиду Al_2O_3 можна одержати алюміній гідроксид $\text{Al}(\text{OH})_3$.

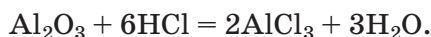
Амфотерний оксид не взаємодіє з водою. Тому доведеться здійснити додаткове хімічне перетворення:



Алюміній гідроксид — нерозчинна у воді сполука. Вам відомо, що такі гідроксиди є продуктами реакцій солей з лугами в розчині (§ 14). За таблицею розчинності обираємо розчинну сіль Алюмінію і записуємо хімічне рівняння:



Щоб перетворити оксид Al_2O_3 на сіль AlCl_3 , використовуємо хлоридну кислоту:



Отже, алюміній гідроксид можна одержати з алюміній оксиду, здійснивши два послідовних перетворення:



Запишемо у схемі перетворень над стрілками формули другого реактанта в кожній реакції, а під стрілками — формули другого продукту:



Доповніть схему



формулою сполуки Феруму(II), запропонувавши дві послідовні реакції, і напишіть відповідні хімічні рівняння.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про хімічні перетворення за участю простих речовин і взаємоперетворення складних речовин*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

186. До яких класів сполук належать речовини з такими формулами: LiOH , Ag_2O , HClO_4 , MgSO_4 , Al_2O_3 , SiO_2 , ZnCl_2 , HBr , $\text{Fe}(\text{OH})_2$?
187. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:
- | | |
|---|---|
| а) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ | г) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ |
| б) $\text{KOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow$ | д) $\text{FeCl}_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$ |
| в) $\text{FeCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$ | е) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{KOH} \rightarrow$ |

Поміркуймо

188. Назвіть оксиди, які утворюються внаслідок термічного розкладу алюміній гідроксиду і барій карбонату.
189. Чи можна кальцій карбонат безпосередньо перетворити на кальцій гідроксид? Якщо ні, то як це здійснити за допомогою двох послідовних реакцій?

Виконаймо вправу

190. Для кожного перетворення доберіть другий реактант і напишіть хімічне рівняння:
- | | |
|--|---|
| а) $\text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$; | б) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaOH}$. |
|--|---|
191. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі послідовні перетворення речовин:
- | | |
|--|--|
| а) $\text{Li} \rightarrow \text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH}$; | в) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$; |
| б) $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4$; | г) $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3$. |

Шанс для творчості

- *192. Конкретизуйте схему перетворень «амфотерний гідроксид $\rightarrow$ сіль А (містить катіони металічного елемента) $\rightarrow$ сіль В (містить металічний елемент в аніоні)». Напишіть відповідні хімічні рівняння.

Розв'язуймо задачу

193. Натрій масою 1,15 г повністю прореагував з водою. Обчисліть об'єм сірководню (за н. у.), необхідний для перетворення продукту першої реакції на середню сіль.

Формуймо словничок

194. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.
195. Складіть двомовний словничок із ключових слів і словосполучень, виписаних вами з параграфів 4–18. Отримаєте словничок до розділу 1 підручника.

Оцінюймо свої знання

196. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.
197. Виконайте розміщені за QR-кодами або покликаннями (<https://learningapps.org/display?v=pyg86h12t25>; <https://learningapps.org/display?v=pd3xjazdc25>) тестові завдання за матеріалом розділу 1.



test 1



test 2



Експериментуймо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ РЕЧОВИН

Дотримуйтеся правил безпеки!

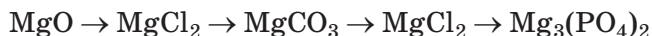
Пропонуємо вам виконати завдання зі здійснення послідовних перетворень сполук Магнію (варіант I) і Феруму (варіант II). Використайте видані речовини і розчини, а також пробірки і скляні палички. Виділяти продукти реакцій з реакційних сумішей не потрібно.

ВАРІАНТ I

Здійснення реакцій за схемою хімічних перетворень

У вашому розпорядженні — магній оксид¹, хлоридна кислота, розчини натрій хлориду, натрій карбонату і натрій ортофосфату.

Доберіть реактиви (серед виданих) до схеми перетворень речовин



і здійсніть реакції.

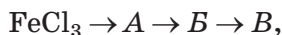
ВАРІАНТ II

Складання схеми хімічних перетворень і здійснення реакцій

У вашому розпорядженні — розчини ферум(III) хлориду, натрій гідроксиду, натрій ортофосфату, сульфатної кислоти.

¹Замість магній оксиду вам можуть видати магній гідроксид.

Запропонуйте схему хімічних перетворень (для їх здійснення можна використовувати лише видані розчини речовин)



де A , B і B — інші сполуки Феруму, і здійсніть реакції.

Перед виконанням експерименту за варіантом I або II заповніть таблицю:

Ф о р м у л и	
речовин у схемі перетворень	реактантів (у порядку їх використання)
... $\rightarrow$... $\rightarrow$... $\rightarrow$... ($\rightarrow$...)	 (...)

Під час дослідів спостерігайте за речовинами і перебігом реакцій, робіть необхідні записи в зошиті. Після завершення кожного дослідів проаналізуйте отримані результати і запишіть висновки в таблицю:

Послідовність дій	Спостереження	Висновки
<i>Дослід 1. Здійснення реакції</i> ... $\rightarrow$...		
...	...	...
Рівняння реакції:		

Заповнивши таблицю, запишіть загальний висновок.

МІРКУЄМО, ПОРІВНЮЄМО, АНАЛІЗУЄМО

До варіанта I

198. Який реактив ви не використали в роботі й чому?
199. Чи зашкодить надлишок реактиву, обраного для першого перетворення, здійсненню другої реакції? Відповідь аргументуйте.
200. Запропонуйте кілька реактивів, за допомогою яких магній оксид можна безпосередньо перетворити на магній ортофосфат.

До варіанта II

201. Чи можна із ферум(III) хлориду безпосередньо одержати сполуку, записану вами останньою в запропонованій схемі перетворень, використавши лише один із виданих реактивів? У разі позитивної відповіді напишіть рівняння реакції.
202. Запропонуйте послідовні перетворення сполук Феруму(III) за відсутності розчину: а) натрій ортофосфату; б) лугу.

Досліджуємо водні розчини солей

Солі — сполуки йонної будови. Багато з них розчиняється у воді. В утворених розчинах містяться катіони та аніони, з яких складаються солі. Процес розчинення супроводжується виділенням або поглинанням теплоти. Значна кількість солей містить у своєму складі молекули води; ці сполуки називають кристалогідратами.

Солі реагують не лише зі складними речовинами, а й з металами. Можливість таких реакцій прогнозують, використовуючи ряд активності металів.

Певні катіони та аніони, джерелами яких є солі, виконують важливі функції в живих організмах. Багато солей використовують на практиці.

§ 19. Розчинність речовин у воді

Кожного дня ми готуємо якийсь розчин (наприклад, робимо солодкими чай і каву, солимо борщ). Іноді доводиться змочувати водою пляму на тканині, щоб розчинити речовину, яка спричинила забруднення. Із власного досвіду знаємо, що в теплій воді речовини розчиняються краще, ніж у холодній, а перемішування суміші твердої речовини з водою пришвидшує процес розчинення. У цьому параграфі розглянемо здатність речовин, зокрема солей, розчинятися у воді.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чому речовини мають різну розчинність у воді?
- ▶ Як впливає температура на розчинність твердих речовин?
- ▶ Як можна очистити тверду речовину, розчинну у воді?

Вода як розчинник. Воду називають універсальним розчинником, тому що вона розчиняє багато неорганічних і органічних речовин.



Яку суміш речовин називають розчином?

Такі тверді речовини, як кухонна сіль, цукор, лимонна кислота, добре розчиняються у воді, а крейда, скло, золото в ній нерозчинні. Рідини також мають різну розчинність у воді. Наприклад, олія і бензин у воді не розчиняються, а спирт і гліцерин змішуються з нею в будь-яких відношеннях з утворенням розчинів.



Експериментуємо вдома

ПОРІВНЮЄМО РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИН У ВОДІ

Насипте у склянку повну чайну ложку цукру, а в другу склянку — стільки ж солі. (Припускаємо, що в чайній ложці містяться однакові маси цих речовин.) Додавайте по черзі в кожную склянку по столовій ложці води, щоразу перемішуючи суміш, до розчинення твердої речовини.

Яка речовина цілком розчинилася першою? Цукор чи сіль має більшу розчинність у воді?

Воду як розчинник використовують у промисловості, техніці, сільському господарстві, будівництві, медицині, наукових дослідженнях. Без водних розчинів ми не можемо обійтися в побуті.

Вода виконує функцію розчинника і в природі. Гази, з яких складається атмосфера, мають незначну розчинність у воді; найкраще з них розчиняється вуглекислий газ. У морській і океанській воді серед розчинених речовин переважає натрій хлорид, а в прісній воді — інші солі. Рідини в живих організмах є водними розчинами, які містять багато речовин (переважно органічних) — тих, що надійшли до організму разом з їжею, і тих, які утворилися в ньому внаслідок хімічних реакцій. Завдяки водним розчинам відбувається колообіг хімічних елементів у природі.



Охарактеризуйте хімічний зв'язок у молекулі води, просторову будову молекули і поясніть, чому ця частинка є диполем.

У воді розчиняються речовини, молекули яких є полярними, як і молекула води, а також речовини йонної будови — луги, багато солей; не розчиняються ті, які складаються з атомів. Ці факти підтверджують правило, сформульоване ще алхіміками: *подібне розчиняється в подібному*.

Про розчинність газів у воді ви можете дізнатися з додаткового тексту за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/2_19).



text

Розчинність солей у воді. Однією з важливих фізичних властивостей речовини є її розчинність (або нерозчинність) у воді. Дізнатися, чи розчиняється багато солей у воді за стандартних умов, можна з таблиці, розміщеної на форзаці II. Наведені в ній відомості свідчать про те, що майже всі солі, утворені однозарядним катіоном і однозарядним аніоном, є розчинними у воді. Із солей, у яких містяться лише двозарядні йони, розчиняється більша частина сульфатів, а сульфідів, сульфітів і карбонати є нерозчинними. Усі солі, утворені тризарядними катіоном і аніоном, нерозчинні у воді.



Запропонуйте гіпотезу щодо того, чому солі вказаних груп різняться розчинністю.



Скориставшись таблицею розчинності речовин, наведіть приклад реакції нейтралізації в розчині, продуктом якої є нерозчинна сіль. Напишіть відповідне хімічне рівняння.

Вода є найкращим розчинником для солей. Якщо до концентровано-го водного розчину кухонної солі повільно додавати етиловий спирт, то через якийсь час у рідині з'являться дрібні кристалики натрій хлориду, які осідатимуть на дно посудини. Ця сіль має меншу розчинність у водно-спиртових сумішах, ніж у воді, а в чистому спирті розчиняється дуже мало. У бензині та гасі кухонна сіль нерозчинна. Аналогічні результати отримаємо, виконавши досліди з багатьма іншими хлоридами, а також нітратами або сульфатами.

Кількісна характеристика розчинності. Є рідкі речовини, які необмежено розчиняються у воді. Серед них — майже всі кислоти. Для твердої речовини або газу є певна межа розчинення у воді.



Чи засвідчив, на вашу думку, виконаний домашній експеримент (с. 104) обмежену розчинність солі або цукру у воді? Відповідь аргументуйте.

Розчин речовини, у якому вона не розчиняється за певних умов, називають *насиченим* (мал. 51), а той, у якому можна розчинити порцію речовини, — *ненасиченим*.

Розчинність речовин можна оцінити кількісно. Для цього зазначають максимальну масу речовини, яка може розчинитися в 100 г



Мал. 51.

Насичений водний розчин ферум(II) сульфату над кристалами солі

розчинника за певної температури¹. Відповідну величину позначають латинською літерою *S* (вона є першою в латинському слові *solvere* — розчиняти).

Вплив температури на розчинність твердих речовин. Розчинність більшості твердих речовин у воді з підвищенням температури зростає. Натрій гідроксид, магній нітрат, лимонна кислота і багато інших сполук краще розчиняються в гарячій воді, ніж у холодній. Наприклад, в 1 л води за температури 20 °С розчиняється приблизно 2 кг цукру, а за температури 80 °С — 3,6 кг.

Деякі сполуки, зокрема кальцій гідроксид $\text{Ca}(\text{OH})_2$, кальцій сульфат CaSO_4 , літій сульфат Li_2SO_4 , з підвищенням температури зменшують свою розчинність у воді.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИНИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Налийте в пробірку 2–3 мл води і розчиняйте в ній невеликими порціями калій нітрат, щоразу перемішуючи суміш скляною паличкою. Кожну порцію речовини додавайте після розчинення попередньої.

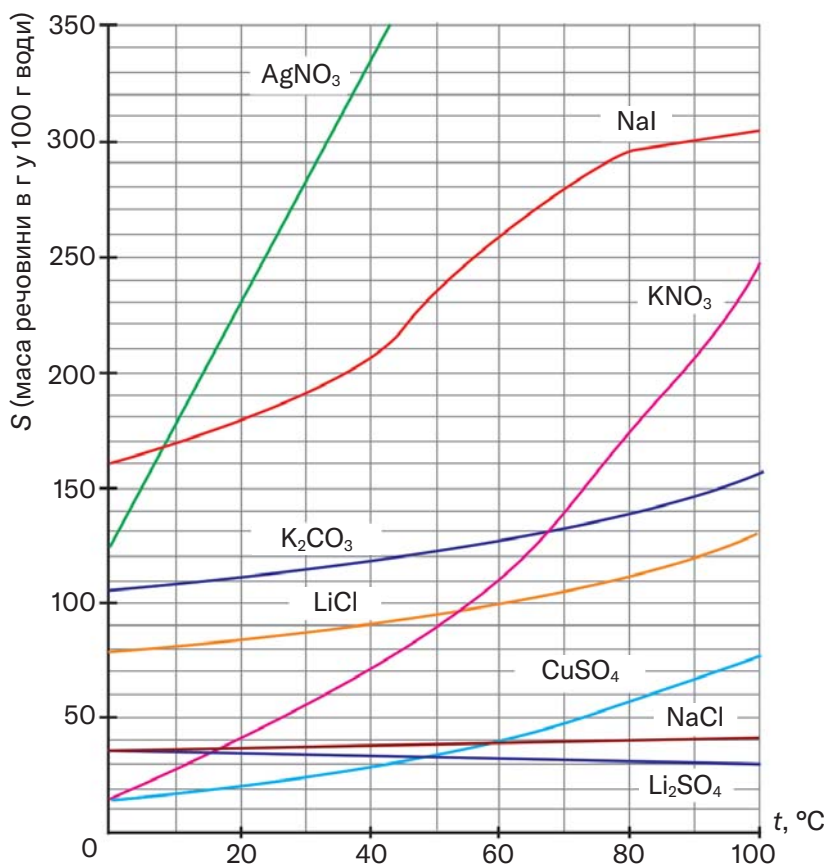
Коли сіль уже не розчинятиметься, обережно нагрівайте пробірку із сумішшю кристалів і насиченого розчину калій нітрату, але не до кипіння. Уміст пробірки періодично перемішуйте. Що спостерігаєте?

Як впливає підвищення температури на розчинність калій нітрату у воді?

Залежність розчинності речовини від температури часто подають графічно — у вигляді так званої кривої розчинності (мал. 52). На горизонтальній осі графіка позначають температуру, а на вертикальній — розчинність, тобто максимальну масу речовини, яка розчиняється за певної температури в 100 г води. Точки на кривій розчинності відповідають складу насичених розчинів, а ділянка під кривою — ненасиченим розчином.

Згідно з кривими, наведеними на малюнку 52, у 100 г води за температури, наприклад, 90 °С розчиняється 300 г натрій йодиду або 120 г літій хлориду.

¹Для газу зазвичай указують його максимальний об'єм, який розчиняється в 100 г або 1 л розчинника за певних температури й тиску.



Мал. 52.
Криві
розчинності
солей у воді



Скориставшись малюнком 52, визначте розчинність купрум(II) сульфату у воді за температури 30 °С.

Працюємо разом

Задача.

Обчислити масу аргентум нітрату, яка виділиться внаслідок охолодження від 30 до 15 °С насиченого розчину цієї солі, якщо маса води в ньому становить 50 г. Використати дані з розчинності аргентум нітрату, наведені на малюнку 52.

Дано:

Насичений р-н AgNO_3

за $t_1 = 30\text{ °C}$

$m(\text{води}) = 50\text{ г}$

$t_2 = 15\text{ °C}$

$m(\text{AgNO}_3, \text{виділ.}) = ?$

Розв'язання

- Визначаємо розчинність аргентум нітрату у воді за температур 30 і 15 °С, скориставшись кривою розчинності:

$$S(\text{AgNO}_3, 30\text{ °C}) = 260\text{ г/100 г води};$$

$$S(\text{AgNO}_3, 15\text{ °C}) = 200\text{ г/100 г води}.$$

2. Обчислюємо масу солі в насиченому за 30 °С розчині, який містить 50 г води:

$$m(\text{AgNO}_3, 30\text{ }^\circ\text{C}) = \frac{260\text{ г} \cdot 50\text{ г}}{100\text{ г}} = 130\text{ г}.$$

3. Обчислюємо масу солі в насиченому за 15 °С розчині, який містить 50 г води:

$$m(\text{AgNO}_3, 15\text{ }^\circ\text{C}) = \frac{200\text{ г} \cdot 50\text{ г}}{100\text{ г}} = 100\text{ г}.$$

4. Визначаємо масу солі, яка виділиться внаслідок охолодження насиченого розчину від 30 до 15 °С:

$$\begin{aligned} m(\text{AgNO}_3, \text{виділ.}) &= \\ &= m(\text{AgNO}_3, 30\text{ }^\circ\text{C}) - m(\text{AgNO}_3, 15\text{ }^\circ\text{C}) = \\ &= 130\text{ г} - 100\text{ г} = 30\text{ г}. \end{aligned}$$

Відповідь: $m(\text{AgNO}_3, \text{виділ.}) = 30\text{ г}.$



Обчисліть маси літій хлориду і води, які потрібно використати для приготування насиченого за температури 40 °С розчину масою 95 г. Скористайтеся кривою розчинності солі (мал. 52).

Під час охолодження насичених розчинів деяких речовин кристалізація їх не відбувається, незважаючи на зменшення розчинності, і розчин стає *перенасиченим*. Він містить більше речовини, ніж насичений, і є нестійким. Якщо такий розчин струсити чи покласти в нього кристалик речовини, то це спричинить швидке виділення з рідини частини (надлишку) речовини. Над кристалами, що з'являться, перебуватиме насичений розчин. Перенасичені розчини можуть утворювати, наприклад, солі Натрію — Na_2SO_4 , CH_3COONa .

Очищення речовин перекристалізацією. Істотне збільшення розчинності деяких речовин з підвищенням температури використовують для їх очищення від розчинних домішок. Назва цього способу очищення речовин — перекристалізація.

Якомога більше речовини, яку потрібно очистити, розчиняють у гарячій воді. Потім розчин охолоджують. За певної температури розчин стає насиченим, а з подальшим охолодженням з нього виділяються кристали речовини. Розчинні домішки залишаються в розчині, бо їхня маса незначна, і розчин щодо цих речовин буде ненасиченим. Що більша різниця температур гарячого та холодного (кінцевого) розчинів і різниця розчинності речовини за цих температур, то вищим буде вихід очищеної речовини й ефективнішою — її перекристалізація.

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про розчинність речовин у воді, насичені й ненасичені розчини, вплив температури на розчинність твердих речовин і перекристалізацію як спосіб очищення речовин.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

203. Як би ви розрізнили воду і водний розчин безбарвної солі?
204. Які розчинні у воді речовини не утворюють насичених розчинів?
205. Як експериментально розрізнити насичений і ненасичений розчин безбарвної солі? Запропонуйте два варіанти.
206. У воді об'ємом 30 мл розчинили за температури 20 °C натрій йодид масою 45 г. Який розчин було виготовлено — насичений чи ненасичений? Скористайтеся кривою розчинності солі (мал. 52).

Розв'язуймо задачу

207. У воді масою 20 г розчинили за температури 80 °C калій карбонат масою 22 г. Чи можна в одержаному розчині розчинити за вказаної температури додаткову порцію цієї солі? Якщо так, обчисліть її максимальну масу. Скористайтеся кривою розчинності солі (мал. 52).
208. За кривою розчинності калій нітрату (мал. 52) визначте:
 - а) у якій мінімальній масі води розчиниться за температури 30 °C ця сіль масою 20 г;
 - б) яку максимальну масу калій нітрату можна розчинити у воді масою 80 г за температури 60 °C.
209. З розчину, який містив 20 г натрій хлориду і 60 г води, поступово випарилася за температури 20 °C третина розчинника. Обчисліть масу солі, яка виділилася з розчину, якщо розчинність натрій хлориду за цієї температури становить 36 г у 100 г води.

Створіймо

- *210. Побудуйте криву розчинності калій хлориду у воді за такими даними:

$t, ^\circ\text{C}$	0	20	40	60	80
$S, \text{ г KCl} / 100 \text{ г води}$	27,6	34,0	40,0	45,5	51,1

За графіком визначте масу цієї солі, яка виділиться внаслідок охолодження:

- а) розчину 76 г солі у 200 г води від 50 до 10 °С;
- б) насиченого за температури 70 °С розчину солі, маса якого 100 г, до 30 °С.

Формуймо словничок

211. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

212. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.



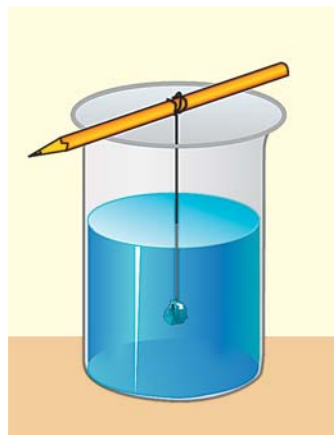
Експериментуємо після уроків

ВИРОЩУЄМО КРИСТАЛИ МІДНОГО КУПОРОСУ¹

Приготуйте насичений розчин мідного купоросу. Для цього помістіть у склянку мідний купорос масою приблизно 20 г і доливайте невеликими порціями гарячу воду, постійно перемішуючи суміш, до розчинення всіх кристалів. У разі потреби гарячий розчин профільтруйте (використайте лійку і жмуток вати). Накрийте склянку аркушем паперу і залиште розчин охолоджуватися.

Наступного дня ви побачите на дні склянки кристали речовини, над якими перебуватиме її насичений розчин. Дістаньте пластмасовим пінцетом кристал правильної форми, без дефектів, і покладіть його на аркуш фільтрувального паперу. Злийте насичений розчин з кристалів, що залишилися, в іншу склянку та обережно покладіть на її дно відібраний кристал. Його можна підвісити на нитці (мал. 53). Склянку нічим не накривайте і залиште на кілька днів.

Вода поступово випаровуватиметься з насиченого розчину, на дні склянки утворюються нові кристали речовини й виросте той, що був внесений у розчин. Видаляючи дрібні кристали й перевертаючи відібраний на різні грані для їх рів-



Мал. 53.

Вирощування кристала мідного купоросу з насиченого розчину

¹ Для експерименту можна взяти іншу добре розчинну у воді сіль (наприклад, KNO_3).

номірного росту (робіть це з інтервалом у кілька днів), можна виростити красивий кристал завбільшки в кілька сантиметрів. Час від часу доливайте в склянку нові порції холодного насиченого розчину мідного купоросу.

Якщо дрібні кристали не видаляти зі склянки, утворюються друзи — групи кристалів, що зрослися один з одним (мал. 54).



Мал. 54.
Друза кристалів

§ 20. Утворення розчину. Енергетичний ефект розчинення речовини

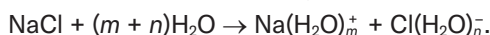
Уявіть, що ви обговорюєте на вулиці з однокласниками важливу проблему. До вас підходить ваш давній знайомий. Ви залишаєте друзів і йдете з ним, розпитуючи про останні новини. Щось подібне трапляється під час розчинення речовини у воді. Молекули води «відбирають» у речовини її найменші частинки, оточують їх і забирають із собою. Так утворюється розчин.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Що відбувається, коли у воду потрапляє розчинна в ній речовина?
- ▶ Чим зумовлений тепловий ефект розчинення речовини?

Утворення розчину. Розглянемо, як розчиняється у воді *йонна речовина* — натрій хлорид NaCl. Зануримо кристал цієї солі у воду. Молекули H₂O одразу контактуватимуть з йонами Na⁺ і Cl⁻, розміщеними на поверхні кристала. Атоми Оксигену, на яких є невеликий негативний заряд, притягуватимуться до катіонів Na⁺, а атоми Гідрогену, що мають невеликий позитивний заряд, притягуватимуться до аніонів Cl⁻ (мал. 55). Сили такої взаємодії переважають над силами притягання між йонами Na⁺ і Cl⁻ у кристалі. Тому ці йони роз'єднуються і перейдуть у воду. Кристал розчинятиметься. У розчині, що утвориться, перебуватимуть йони розчиненої речовини, сполучені з молекулами води. Їх називають *гідратованими йонами*¹.

¹ Гідратацію катіона й аніона можна проілюструвати схемою



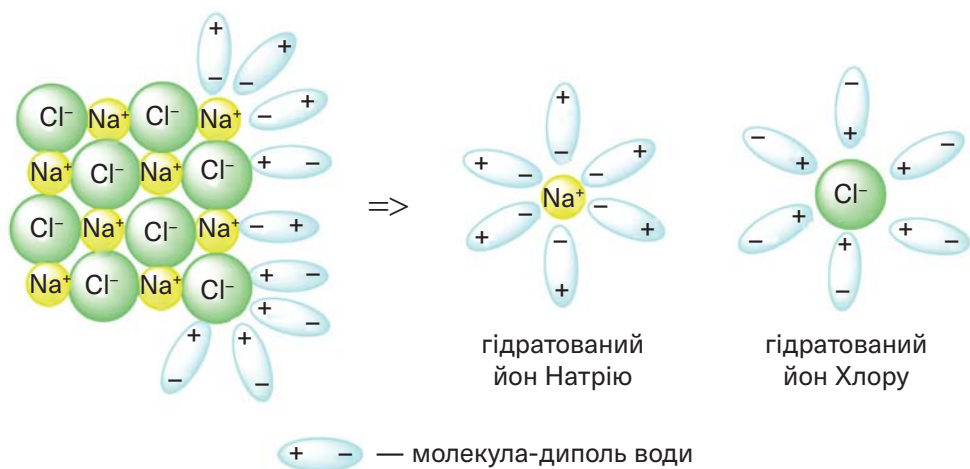
**Мал. 55.**

Схема розчинення кристала натрій хлориду у воді



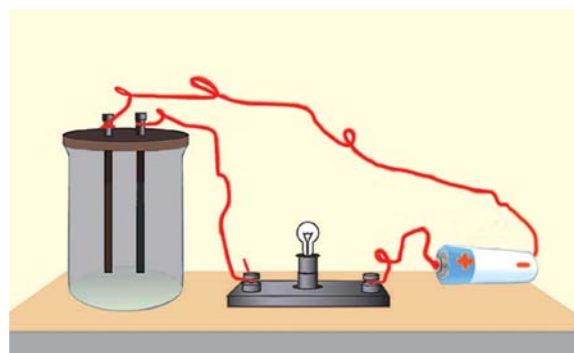
Зобразіть у зошиті гідратований сульфат-іон.



1. Від чого, на вашу думку, залежить кількість молекул води у складі гідратованих йонів?
2. Який катіон — Літію чи Натрію — міцніше сполучається з молекулою води? Відповідь аргументуйте.

Довести існування йонів у розчині солі можна, зануливши в нього електроди, з'єднані з батарейкою і лампочкою (мал. 56). Розчин солі електропровідний, і лампочка загоряється. Електричний струм у розчині є спрямованим рухом катіонів до негативно зарядженого електрода й аніонів до позитивно зарядженого електрода. Аналогічний експеримент із чистою водою засвідчує, що вона майже не проводить електричного струму.

Здатність йонів до гідратації зумовлює гігроскопічність речовин. Наприклад, натрій гідроксид (§ 5, с. 30), кальцій хлорид поглинають пару з повітря. Можливо, ви помічали, що кухонна сіль, яка тривалий час

**Мал. 56.**

Пристрій для дослідження електропровідності рідини

перебувала у відкритій посудині, стає вологою. Гідратація йонів також спричиняє утворення речовин, у складі яких є молекули води (§ 21).

Розчинення *молекулярних речовин* у воді може відбуватися по-різному. Якщо молекули спирту чи цукру, потрапляючи у воду, не зазнають змін, то молекули хлороводню, сульфатної кислоти розпадаються на йони (§ 8). Під час розчинення у воді вуглекислого газу відбувається хімічна реакція — утворюється карбонатна кислота (§ 7). Щоправда, з водою реагує лише незначна частина карбон(IV) оксиду.

У процесі утворення водного розчину речовини, який не супроводжується хімічною реакцією, виокремлюють три стадії:

1. Взаємодія частинок речовини і молекул води внаслідок наявності в них електричних зарядів.
2. Роз'єднання частинок речовини (йонів, молекул) під впливом молекул води.
3. Взаємна дифузія частинок обох речовин (мал. 57).

Під час розчинення газу у воді другої стадії немає.



Мал. 57.
Дифузія забарвлених йонів MnO_4^- у воду під час розчинення калій перманганату (марганцівки)



Вам необхідно здійснити експеримент, у якому використовуватимете водний розчин певної солі. У банці містяться крупні кристали цієї речовини. Якими будуть ваші дії, щоб швидше приготувати розчин? Обґрунтуйте їх.

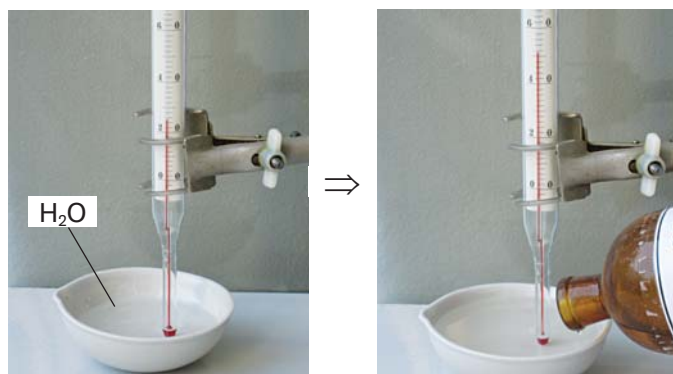
Енергетичний ефект розчинення. Утворення розчину супроводжується виділенням або поглинанням теплоти. Виникнення теплового ефекту під час розчинення речовин можна пояснити так. Взаємодія частинок речовини і молекул води (перша стадія розчинення) є енергетично вигідною і відбувається з виділенням теплоти. Роз'єднання йонів або молекул речовини (друга стадія розчинення) потребує витрачання енергії, і теплота поглинається. Якщо на першій стадії розчинення виділяється більше теплоти, ніж поглинається на другій, то розчин розігрівається, а якщо навпаки — розчин охолоджується.

Експеримент із виявлення теплових ефектів розчинення речовин у воді ви можете спостерігати за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/20_1).

Змішуючи етиловий спирт або сульфатну кислоту з водою, виявимо розігрівання розчину (у другому випадку — досить сильне, мал. 58). Причина полягає в тому, що на



video

**Мал. 58.**

Підвищення температури розчину під час додавання сульфатної кислоти у воду

другій стадії розчинення цих речовин поглинається мало теплоти, оскільки притягання між молекулами спирту або кислоти є дуже слабким.

Готуючи розведений розчин сульфатної кислоти, її концентрований розчин наливають у воду, а не навпаки. Його додають повільно, невеликими порціями, постійно перемішуючи й охолоджуючи посудину водою з водогону (мал. 59). Якщо обрати зворотну послідовність змішування рідин, тобто наливати воду в концентровану кислоту, то утворюваний розчин може навіть закипіти, а бризки кислоти — потрапити на шкіру й спричинити сильні хімічні опіки.

**Мал. 59.**

Приготування розведеного розчину сульфатної кислоти



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ВИЯВЛЯЄМО ТЕПЛОВИЙ ЕФЕКТ РОЗЧИНЕННЯ РЕЧОВИНИ

У пробірку помістіть натрій нітрат шаром приблизно в 1 см і додайте 5 мл води. Уміст пробірки перемішуйте скляною паличкою для прискорення розчинення речовини.

Через 1 хв охопіть долонею нижню частину пробірки. Що відчуваєте?

Результат досліду занотуйте в зошиті.

Іноді під час утворення розчину зафіксувати тепловий ефект не вдається (наприклад, коли розчиняємо кухонну сіль у воді). Насправді він є, але незначний.

Кристалізація речовини з її насиченого розчину також супроводжується енергетичним ефектом — екзотермічним (якщо речовина розчиняється з поглинанням теплоти) або ендотермічним (якщо її розчинення відбувається з виділенням теплоти).

Використання енергетичних ефектів розчинення і кристалізації речовин із розчинів. Поглинання теплоти під час розчинення амоній нітрату NH_4NO_3 у воді відбувається в гіпотермічному пакеті (мал. 60). У його окремих частинах містяться кристали речовини і вода. Якщо змішати в пакеті його складники, речовина розчинятиметься і температура суміші знижуватиметься. Засіб використовують для охолодження ділянки шкіри після забиття або укусу комах. В іншому медичному засобі — сольовій грілці (мал. 61) — теплота виділяється внаслідок перетворення перенасиченого розчину (§ 19) натрій ацетату CH_3COONa на насичений розчин і кристалогідрат цієї солі $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}^1$. Грілку можна застосовувати багаторазово. Після використання її тримають у киплячій воді, доки всі кристали солі не розчиняться. Під час охолодження розчин у грілці знову стає перенасиченим.



Мал. 60.
Гіпотермічний пакет



Мал. 61.
Сольова грілка

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про утворення розчину як складний фізико-хімічний процес, енергетичний ефект розчинення речовини і його використання.*



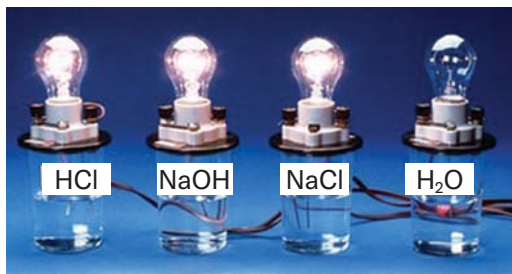
Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

¹ Кристалогідрати розглянуто в наступному параграфі.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

213. Опишіть явища, які відбуваються під час розчинення речовини у воді.
214. Чим різняться процеси розчинення цукру у воді та магнію в хлоридній кислоті?
215. У якому випадку розчинення речовини супроводжується:
а) виділенням теплоти; б) поглинанням теплоти?
216. Прокоментуйте експеримент, зображений на малюнку 62.



Мал. 62.

Дослідження електропровідності рідин

Аналізуймо

- *217. Чи має залежати тепловий ефект розчинення речовини від її агрегатного стану? Відповідь аргументуйте.
218. Чому прості речовини не розчиняються у воді або мають дуже малу розчинність¹?

Пояснюймо

219. Як пояснити те, що кальцій карбонат не розчиняється у воді, хоча складається з йонів?
220. Спробуйте пояснити, чому цукор або сіль швидше розчиняється у воді в разі перемішування.

Порівняймо

221. Який йон — Натрію чи Магнію — міцніше сполучається з молекулою води? Чому?

Формуймо словничок

222. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

223. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

¹ Галогени і найактивніші метали реагують з водою.

§ 21. Кристалогідрати

Серед твердих речовин виокремлюють кристалічні та аморфні. У деяких кристалічних речовинах, зазвичай солях, містяться, крім йонів, ще й молекули води. Ці частинки перебувають усередині кристалів і займають певні позиції в кристалічних ґратках. Воду не можна «відібрати» від цих речовин, обгорнувши кристалики фільтрувальним папером або ватою. Речовини такого складу є серед мінералів. Деякі речовини, що містять молекули води, людина використовує для різних потреб.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чому велику групу речовин називають кристалогідратами?
- ▶ Які кристалогідрати набули практичного використання?
- ▶ Як обчислюють кількісний склад кристалогідрату?

Кристалогідрати. Вода може не лише розчиняти речовини, а й реагувати з ними. Унаслідок взаємодії води з деякими солями утворюються сполуки (також — солі), які, крім катіонів і аніонів, містять молекули води. Це можна підтвердити за допомогою експерименту. Якщо до білого порошку купрум(II) сульфату CuSO_4 додавати воду, то він спочатку набуває блакитного кольору (мал. 63), а потім розчиняється. У розчині накопичуються гідратовані йони Cu^{2+} і SO_4^{2-} . Під час нагрівання цього розчину вода випаровується і згодом у рідині з'являються кристалики не білого, а блакитного кольору.

У розглянутому досліді купрум(II) сульфат перетворюється на нову речовину. Її формула — $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (вимовляємо: купрум-ес-о-чотири-на-п'ять-аш-два-о). Тривіальна назва сполуки — мідний купорос, а хімічна — купрум(II) сульфат пентагідрат. У назвах таких речовин до слова «гідрат» додають префікс, що походить від грецького числівника: моно- (1), ди- (2), три- (3), тетра- (4), пента- (5), гекса- (6), гепта- (7), окта- (8), наона- (9)¹, дека- (10) і т. д. Крапка в наведеній хімічній формулі нагадує знак множення, але має інший зміст. Вона означає, що мідний купорос — це сполука купрум(II) сульфату і води, а не суміш цих речовин чи водний розчин купрум(II)

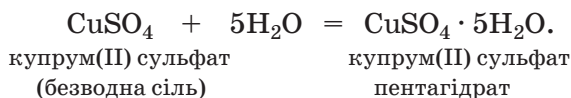


Мал. 63.
Взаємодія солі
 CuSO_4 з водою

¹ Префікс «нона» походить від латинської назви числівника.

сульфату. У сполучі на кожну пару йонів — Cu^{2+} і SO_4^{2-} — припадає п'ять молекул води.

Реакцію сполучення речовини з водою називають *гідратацією*. Рівняння реакції утворення мідного купоросу:



Кристалічні речовини, у складі яких містяться молекули води, називають кристалогідратами.

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

Відомо багато кристалогідратів. Серед них — гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (мал. 64), залізний купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (мал. 65), гірка сіль $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, кристалічна сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.



Запишіть у зошиті формулу і хімічну назву кожної речовини.



Мал. 64.
Природні кристали гіпсу



Мал. 65.
Залізний купорос

Воду, яка є складником кристалогідратів, називають *кристалізаційною*. Її молекули сполучені хімічним зв'язком з йонами, які містяться в речовині.



Скориставшись відомостями з інтернету, наведіть два-три приклади солей-кристалогідратів, у формулах яких записано понад 10 молекул води.

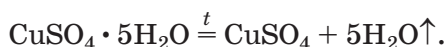
Кристалогідрати утворюють не лише солі, а й деякі луги та кислоти. Літій гідроксид виділяється з насиченого розчину у вигляді моногідрату $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, а щавлева кислота — у вигляді дигідрату $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Кристалогідратом є й лимонна кислота $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Деякі кристалогідрати і відповідні безводні солі різняться кольором (мал. 66). Це зумовлено відмінностями забарвлень безводного і гідратованого катіонів — складників цих солей.

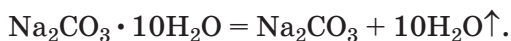


Мал. 66.
Кристалогідрати
і безводні солі

Унаслідок нагрівання кристалогідрати розкладаються з виділенням води:



Кристалічна сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ поступово втрачає воду вже за стандартних умов:



Реакцію розкладу речовини з утворенням води називають *дегідратацією*.

Є солі, які утворюють по кілька кристалогідратів. Наприклад, відомо чотири кристалогідрати кальцій хлориду: $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ і $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Використання кристалогідратів. Чимало солей-кристалогідратів виготовляють на хімічних заводах і постачають у хімічні лабораторії. Серед реактивів, що є в шкільному хімічному кабінеті, ви не знайдете безводних барій хлориду, магній сульфату, алюміній нітрату і багатьох інших розчинних солей. На етикетках упаковок з речовинами побачите формули $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ використовують у будівництві, образотворчому мистецтві, медицині. Преципітат $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і подвійний суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ є широкоживаними фосфорними добривами. Водні розчини мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ і залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ застосовують для боротьби з хворобами і шкідниками рослин. Розчин кристалогідрату магній сульфату $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — жовчогінний засіб.

Розв'язування задач. Кристалогідрати багатьох солей є реактантами; з цих речовин виготовляють розчини різного призначення. Розглянемо, як розв'язують задачу, у якій ідеться про кристалогідрат.

Працюємо разом

Задача.

Обчислити маси безводної солі та кристалізаційної води у мідному купоросі масою 25 г.

Дано:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 25 \text{ г}$$

$$m(\text{CuSO}_4) — ?$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) — ?$$

Розв'язання

1. Обчислюємо молярні маси купрум(II) сульфату і мідного купоросу:

$$\begin{aligned} M(\text{CuSO}_4) &= 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \text{ (г/моль)}; \\ M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= M(\text{CuSO}_4) + 5M(\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 160 + 5 \cdot 18 = 160 + 90 = \\ &= 250 \text{ (г/моль)}. \end{aligned}$$

2. Обчислюємо масу безводної солі в мідному купоросі масою 25 г складанням пропорції:

$$\begin{aligned} \text{у } 250 \text{ г } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ міститься } 160 \text{ г } \text{CuSO}_4, \\ \text{у } 25 \text{ г } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \quad \quad \quad \text{—} \quad \quad \quad x \text{ г } \text{CuSO}_4; \\ x = m(\text{CuSO}_4) = 16 \text{ г}. \end{aligned}$$

3. Обчислюємо масу кристалізаційної води:

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CuSO}_4) = \\ &= 25 - 16 = 9 \text{ (г)}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Відповідь: } m(\text{CuSO}_4) &= 16 \text{ г}; \\ m(\text{H}_2\text{O}) &= 9 \text{ г}. \end{aligned}$$



Відношення мас безводної солі та кристалізаційної води в одному з кристалогідратів манган(II) хлориду становить 7 : 4. Установіть формулу кристалогідрату.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про речовини-кристалогідрати, їхні формули, назви, використання, а також про обчислення кількісного складу кристалогідрату.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфу і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

224. Чим різняться кристалогідрат і безводна сполука, кристалізаційна і «звичайна» вода?
225. Запишіть хімічні формули ферум(II) хлориду тетрагідрату і ферум(III) сульфату нонагідрату.
226. Складіть формулу кристалогідрату нікель(II) хлориду, якщо молекул води у сполуці вдвічі більше, ніж усіх йонів. Назвіть цей кристалогідрат.

Розв'язуймо задачу

227. Виконайте обчислення для кристалогідрату $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і заповніть таблицю:

$M(\text{CuCl}_2)$	$2M(\text{H}_2\text{O})$	$M(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$	$w(\text{CuCl}_2)$	$w(\text{H}_2\text{O})$

228. Обчисліть масу барій гідроксиду в його кристалогідраті масою 6,3 г. Візьміть до уваги, що у формулі цього кристалогідрату — вісім молекул води.
229. Обчисліть масу залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, яка містить безводну сіль масою 38 г.
- *230. Бішофіт — тривіальна назва кристалогідрату магній хлориду. Речовину використовують проти ожеледиці. Виведіть формулу цього кристалогідрату, використавши значення масової частки безводної солі в цій речовині (мал. 67).
231. Літій хлорид моногідрат унаслідок нагрівання розкладається на безводну сіль і пару. Обчисліть масу кристалогідрату,



Мал. 67.
Пакет із бішофітом

що розклався, якщо маса порції твердої речовини в результаті реакції зменшилася на 3,6 г.

Аналізуємо

- *232. Процеси розчинення безводного купрум(II) сульфату та мідного купоросу протилежні за тепловим ефектом. Який процес, на вашу думку, є екзотермічним, а який — ендотермічним? Відповідь аргументуйте.

У команді

233. Запропонуйте гіпотезу стосовно того, чому кристалогідрат містить певну, а не довільну кількість води (про це свідчать хімічні формули кристалогідратів).

Шанс для творчості

234. Побудуйте діаграму кількісного складу гіпсу (формула цього кристалогідрату наведена в параграфі).

Формуймо словничок

235. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словника.

Оцінюймо свої знання

236. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 22. Кількісний склад розчину

Часто необхідно не лише з'ясувати, які речовини містяться в розчині, а й дізнатися про його кількісний склад. Перед тим як пити солодкий чай, цікавимось, скільки цукру додали в нього. Консервування овочів буде успішним, якщо маринад приготуємо розчиненням певних кількостей оцтової кислоти і кухонної солі в обраній кількості води. Іноді кількісний склад розчину спрощено характеризуємо, вказуючи, розведений він чи концентрований. У розведеному розчині маса розчиненої речовини значно менша, ніж розчинника, а в концентрованому — навпаки.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Як можна обчислити масову частку розчиненої речовини в розчині?
- ▶ Як визначають маси компонентів розчину за масовою часткою розчиненої речовини?

Масова частка розчиненої речовини. Серед розчинів, які містяться в аптечках, — спиртові розчини йоду, брильянтового зеленого (зеленка), водні розчини гідроген пероксиду (перекис водню) та амоніаку (нашати́рний спирт). На етикетці кожної пляшки з розчином, крім назви розчиненої речовини, указано цифру і знак відсотка (мал. 68). Це — значення масової частки розчиненої речовини в розчині, яке відповідає *масі речовини (у грамах), що міститься у 100 г розчину*.

Столовий оцет є водним розчином оцтової кислоти. Згідно з етикеткою¹ на пляшці (мал. 69), у кожних 100 г оцту міститься 9 г оцтової кислоти. Маса води у 100 г оцту становить $100 \text{ г} - 9 \text{ г} = 91 \text{ г}$.



Мал. 68.
Розчини, які є лікарськими засобами



Мал. 69.
Оцет



Які маси розчиненої речовини і розчинника містяться в 100 г кожного лікарського засобу, зображеного на малюнку 68?

Для позначення масової частки розчиненої речовини в розчині, як і масової частки хімічного елемента у сполуці, використовують латинську літеру w (дубль-ве). Вам відомо, що масову частку виражають не лише у відсотках, а й додатним числом, меншим за одиницю.

Формула для обчислення масової частки розчиненої речовини в розчині

$$w(\text{р. р.}) = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р-ну})} = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р. р.}) + m(\text{р-ка})},$$

де $m(\text{р. р.})$ — маса розчиненої речовини, $m(\text{р-ну})$ — маса розчину, $m(\text{р-ка})$ — маса розчинника.

Масова частка розчиненої речовини в розчині — це відношення маси речовини до маси розчину.

¹Якщо розчинником є вода, то на етикетках зазвичай не вказують, що розчин водний.

Якщо масову частку потрібно отримати у відсотках, використовують таку формулу:

$$w(\text{р. р.}) = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р-ну})} \cdot 100 \% = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р. р.}) + m(\text{р-ка})} \cdot 100 \%.$$

Розв'язування задач. У побуті нерідко виникає потреба приготувати водний розчин з певною масовою часткою розчиненої речовини. Для цього зазвичай беруть речовину і воду. Іноді розводять водою інший розчин. Завжди перед приготуванням розчину здійснюють необхідні обчислення.

Працюємо разом

Розглянемо, як розв'язують задачі, у яких обчислюють масову частку розчиненої речовини в розчині, і як використовують цю величину. Один зі способів їх розв'язання ґрунтується на складанні пропорції, інший передбачає обчислення за відповідною математичною формулою.

Задача 1.

У воді масою 144 г розчинили сіль масою 6 г. Обчислити масову частку солі в розчині.

Дано:

$$m(\text{води}) = 144 \text{ г}$$

$$m(\text{солі}) = 6 \text{ г}$$

$$w(\text{солі}) = ?$$

Розв'язання

1-й спосіб

1. Обчислюємо масу розчину:

$$\begin{aligned} m(\text{р-ну}) &= m(\text{води}) + m(\text{солі}) = \\ &= 144 \text{ г} + 6 \text{ г} = 150 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Обчислюємо масу солі, яка перебуває в розчині масою 100 г. Для цього складаємо пропорцію і розв'язуємо її:

у 150 г розчину міститься 6 г солі,
у 100 г розчину — x г солі;

$$x = m(\text{солі}) = \frac{6 \text{ г} \cdot 100 \text{ г}}{150 \text{ г}} = 4 \text{ г}.$$

Отже, $w(\text{солі}) = 4 \%$, або 0,04.

2-й спосіб

Обчислюємо масову частку солі в розчині за відповідною формулою:

$$w(\text{р. р.}) = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р. р.}) + m(\text{р-ка})} =$$

$$= \frac{6 \text{ г}}{(6+144) \text{ г}} = 0,04, \text{ або } 0,04 \cdot 100 \% = 4 \% .$$

Відповідь: $w(\text{солі}) = 0,04$, або 4% .



Масова частка розчиненої речовини у водному розчині становить $0,25$. Обчисліть відношення мас речовини і води в розчині. (Усно.)

Задача 2.

Обчислити маси добрива та води, які потрібно використати для приготування розчину масою 4 кг із масовою часткою добрива $0,5 \%$.

Дано:

$m(\text{р-ну}) = 4 \text{ кг}$
 $w(\text{добрива}) = 0,5 \%$,
 або $0,005$

$m(\text{добрива}) = ?$
 $m(\text{води}) = ?$

Розв'язання

1. Обчислюємо масу добрива, скориставшись формулою для масової частки розчиненої речовини:

$$w(\text{добрива}) = \frac{m(\text{добрива})}{m(\text{р-ну})};$$

$$m(\text{добрива}) = w(\text{добрива}) \cdot m(\text{р-ну}) = 0,005 \cdot 4000 \text{ г} = 20 \text{ г}.$$

2. Обчислюємо масу води:

$$m(\text{води}) = m(\text{р-ну}) - m(\text{добрива}) = 4000 \text{ г} - 20 \text{ г} = 3980 \text{ г}.$$

Відповідь: $m(\text{добрива}) = 20 \text{ г}$;
 $m(\text{води}) = 3980 \text{ г}$.

Задача 3.

До водного розчину цукру масою 200 г із масовою часткою розчиненої речовини 10% додали воду масою 50 г . Обчислити масову частку цукру в розчині, який утворився.

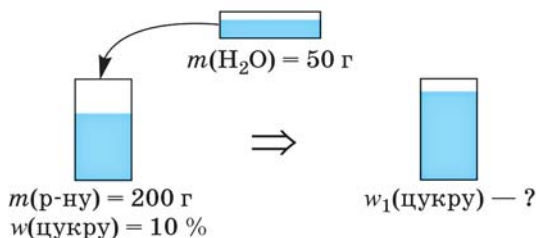
Дано:

$m(\text{р-ну}) = 200 \text{ г}$
 $w(\text{цукру}) = 10 \%$,
 або $0,1$
 $m(\text{води}) = 50 \text{ г}$

$w_1(\text{цукру}) = ?$

Розв'язання

Умову задачі проілюструємо малюнком:



1. Обчислюємо масу цукру в розчині масою 200 г:

$$m(\text{цукру}) = w(\text{цукру}) \cdot m(\text{р-ну}) = \\ = 0,1 \cdot 200 \text{ г} = 20 \text{ г}.$$

2. Обчислюємо масу утвореного розчину:

$$m(\text{утв. р-ну}) = m(\text{р-ну}) + m(\text{води}) = \\ = 200 \text{ г} + 50 \text{ г} = 250 \text{ г}.$$

3. Обчислюємо масову частку цукру в утвореному розчині за відповідною формулою:

$$w_1(\text{цукру}) = \frac{m(\text{цукру})}{m(\text{утв. р-ну})} = \frac{20 \text{ г}}{250 \text{ г}} = \\ = 0,08, \text{ або } 8 \, \%.$$

Відповідь: $w_1(\text{цукру}) = 0,08$, або 8 %.



У розчині, у якому маси солі й води становили 5 і 60 г відповідно, додатково розчинили сіль масою 15 г. Обчисліть масову частку солі в розчині, який утворився. (Усно.)

Задача 4.

Суміш для видалення моху зі стовбурів дерев готують розчиненням залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ масою 50 г у воді об'ємом 1 л. Обчислити масову частку ферум(II) сульфату в цьому розчині.

Дано:

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 50 \text{ г} \\ V(\text{води}) = 1 \text{ л}$$

$$w(\text{FeSO}_4) = ?$$

1. Обчислюємо масу води:

$$m(\text{води}) = V(\text{води}) \cdot \rho(\text{води}) = \\ = 1000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1000 \text{ г}.$$

2. Обчислюємо масу розчину:

$$m(\text{р-ну}) = m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) + m(\text{води}) = \\ = 50 \text{ г} + 1000 \text{ г} = 1050 \text{ г}.$$

3. Обчислюємо масу ферум(II) сульфату, яка міститься в 50 г кристалогідрату:

$$M(\text{FeSO}_4) = 56 + 32 + 4 \cdot 16 = 152 \text{ (г/моль)}. \\ M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 152 + 7 \cdot 18 = 278 \text{ (г/моль)}.$$

$$152 \text{ г FeSO}_4 \text{ міститься в } 278 \text{ г FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}, \\ x \text{ г FeSO}_4 \quad \quad \quad \text{—} \quad \quad \quad \text{в } 50 \text{ г FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O};$$

$$x = m(\text{FeSO}_4) = \frac{152 \text{ г} \cdot 50 \text{ г}}{278 \text{ г}} = 27,3 \text{ г}.$$

4. Обчислюємо масову частку ферум(II) сульфату в розчині:

$$w(\text{FeSO}_4) = \frac{m(\text{FeSO}_4)}{m(\text{р-ну})} = \frac{27,3 \text{ г}}{1050 \text{ г}} = 0,026, \text{ або } 2,6 \, \%$$

Відповідь: $w(\text{FeSO}_4) = 2,6 \, \%$.

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про масову частку розчиненої речовини в розчині, її обчислення та використання для визначення кількісного складу розчину*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

237. Охарактеризуйте суть терміна «кількісний склад розчину».
 238. Наведіть означення масової частки розчиненої речовини в розчині. Чи має розмірність ця величина?
 239. Цукор масою 50 г розчинили у воді масою 200 г. Обчисліть масову частку цукру в розчині. (Усно.)

Розв'язуймо задачу

240. Обчисліть масу речовини, яка міститься в її розчині масою 300 г із масовою часткою цієї речовини 0,02. (Усно.)
 241. Обчисліть масу води, у якій треба розчинити лимонну кислоту масою 6 г, щоб приготувати розчин з масовою часткою кислоти 0,05.
 242. Зробіть відповідні обчислення (усно) й заповніть таблицю:

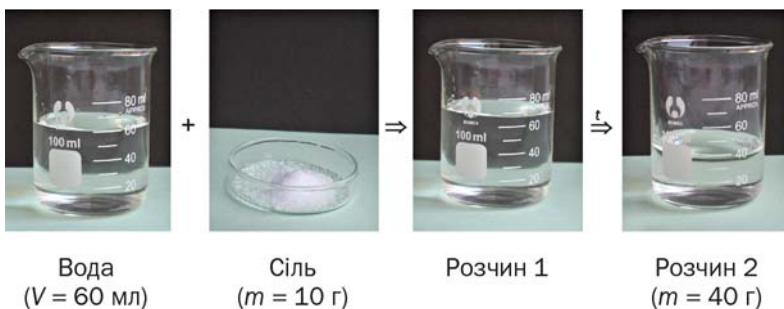
$m(\text{р-ну})$, г	$m(\text{р. р.})$, г	$m(\text{води})$, г	$w(\text{р. р.})$
400	8	...	...
500	...	460	...

243. Розчин натрій хлориду NaCl із масовою часткою солі 0,9 % (його назва — фізіологічний розчин) використовують у медицині. Обчисліть масу солі та об'єм дистильованої води, які потрібно взяти для приготування такого розчину масою 2 кг.

244. Кристалогідрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ масою 5 г розчинили у воді масою 75 г. Обчисліть масову частку натрій сульфату у виготовленому розчині.
- *245. До водного розчину речовини масою 200 г з її масовою часткою 20 % спочатку долили воду об'ємом 30 мл, а потім у ньому ще розчинили речовину масою 20 г. Обчисліть масову частку речовини в розчині, який утворився.
246. Обчисліть масу гліцерину, яка міститься в його водному розчині об'ємом 20 мл із масовою часткою цієї сполуки 40 %, якщо густина розчину становить $1,1 \text{ г/см}^3$.

Шанс для творчості

247. Складіть умову задачі відповідно до малюнків і розв'яжіть її.



Формуймо словничок

248. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

249. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ВИГОТОВЛЯЄМО ВОДНИЙ РОЗЧИН З ПЕВНОЮ МАСОВОЮ ЧАСТКОЮ РОЗЧИНЕНОЇ РЕЧОВИНИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Розчин із заданою масовою часткою розчиненої речовини готуватимете з певної маси речовини та необхідного об'єму води.

Варіант І. Приготувати 40 г водного розчину сечовини¹ з масовою часткою цієї речовини 0,05.

¹ Сечовина — азотне добриво. Виготовлений розчин сечовини після розведення в 10 разів можна використовувати для підживлення рослин.

Варіант II. Приготувати водний розчин сечовини з її масовою часткою 4 %, використавши 2 г цієї речовини.

Спочатку зробить відповідні обчислення. Їх результати разом із даними завдання запишіть у таблицю:

Варіант	$m(\text{р-ну}),$ г	$w(\text{р. р.})$	$m(\text{р. р.}),$ г	$m(\text{води}),$ г	$V(\text{води}),$ мл

Зважте на вагах у склянці необхідну масу сечовини.

Наберіть у мірний циліндр обчислений об'єм води і вилийте в склянку із сечовиною. Перемішуйте суміш до повного розчинення твердої речовини.

МІРКУЄМО, ПОРІВНЮЄМО, АНАЛІЗУЄМО

250. Учень, виконуючи завдання варіанта I, замість розчину з масовою часткою сечовини 0,05 приготував 40 г 4 %-го розчину. Як йому виправити свою помилку, використавши цей розчин? Здійсніть необхідні обчислення.
251. Учениця, виконуючи завдання варіанта II, замість 4 %-го розчину сечовини приготувала із 2 г речовини розчин із масовою часткою сечовини 0,05. Як їй виправити свою помилку, використавши цей розчин? Здійсніть необхідні обчислення.



Експериментуємо вдома

ВИГОТОВЛЯЄМО ВОДНИЙ РОЗЧИН КУХОННОЇ СОЛІ

Улітку і восени засолюють огірки, помідори, деякі гриби. Для цього використовують водний розчин кухонної солі. Для огірків готують розчин із масовою часткою солі від 6 до 8 %, для помідорів і грибів — від 5 до 6 %.

Ви можете набути необхідного досвіду з виготовлення розчину з певною масовою часткою солі. Якщо вдома немає ваг, на яких можна зважувати з точністю до 1 г, то набирайте сіль столовою або чайною ложкою. Столова ложка вміщує приблизно 30 г крупно-кристалічної солі (якщо її набрати «з гіркою»), а чайна — 10 г.

Виберіть одне із двох завдань:

- а) виготовити розчин солі з її масовою часткою 6,5 %, використавши 1 л води;

б) виготовити розчин солі з її масовою часткою 7,5 %, використавши 0,5 л води.

Спочатку обчисліть масу солі, яку розчинятимете у воді, і визначте, скільки ложок (столових, чайних) її візьмете. Після цього приготуйте розчин. Об'єм води виміряйте літровою або півлітровою банкою; заповнюйте її до початку звужування циліндричної посудини.

§ 23. Реакції солей з металами

Вам уже відомо, що солі взаємодіють у розчинах з лугами, кислотами та іншими солями. Ще однією хімічною властивістю солей є здатність реагувати з металами. Іноді на уроках хімії демонструють «перетворення заліза на мідь». Якщо залізний цвях занурити в розчин мідного купоросу, то поверхня цвяха швидко вкриється темно-червоним шаром міді. Про особливості таких хімічних реакцій ви дізнаєтеся з цього параграфа.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ За яких умов можлива реакція між сіллю і металом?
- ▶ Чому реакції між солями і металами є окисно-відновними?
- ▶ Як захистити метал від руйнування в середовищі, де містяться солі?

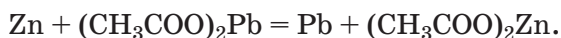
Солі реагують з металами в розчинах. Якщо, наприклад, плюмбум(II) ацетат $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ розчинити у воді і в отриманий розчин занурити гранули цинку, то на поверхні металу утворюватимуться темні блискучі кристалики (мал. 70). Це свинець.



Мал. 70.

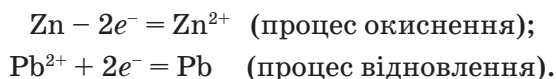
Гранули цинку до і після реакції з плюмбум(II) ацетатом у розчині

Відповідне хімічне рівняння:



Не кожна реакція між сіллю і металом відбувається. Метал-реактант має бути активнішим за очікуваний метал-продукт, а сіль — розчинною у воді¹. Указана реакція можлива тому, що цинк активніший за свинець; він перебуває в ряду активності металів ліворуч (див. форзац II підручника). А другий реактант — розчинний у воді плюмбум(II) ацетат.

Реакція солі з металом є окисно-відновною. Атоми металу втрачають електрони і перетворюються на катіони, які містяться в утвореній солі, а катіони солі-реактанту приєднують електрони й перетворюються на атоми металу-продукту:



Чи взаємодіятиме плюмбум(II) сульфат із цинком? Чи реагуватиме плюмбум(II) нітрат з міддю? Кожну відповідь аргументуйте.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ВИЯВЛЯЄМО МОЖЛИВІСТЬ РЕАКЦІЙ СОЛЕЙ ІЗ ЦИНКОМ

Дотримуйтеся правил безпеки!

У дві пробірки помістіть по гранулі цинку. В одну пробірку налейте 1–2 мл розчину купрум(II) сульфату, а в другу — стільки ж розчину алюміній сульфату.

Що спостерігаєте? У якій пробірці відбувається реакція?

Чи узгоджується результат досліду з розміщенням відповідних металів у ряду активності?

Запишіть у зошит рівняння здійсненої реакції.



Унаслідок реакцій заліза із солями утворюються солі Феруму(II), а не Феруму(III): $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$.

Відомі й реакції між металом і сіллю, утвореною тим самим хімічним елементом, що й метал. Один із прикладів: $\text{Fe} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2$.

¹Тверда (кристалічна) сіль не взаємодіє з металом.



Перетворіть схему реакції на хімічне рівняння. Запишіть схеми окиснення і відновлення.

Лужні метали, барій, кальцій як найактивніші мають реагувати із солями більшості металічних елементів. Але ці метали взаємодіють також з водою, у якій розчинена сіль. У кожному випадку одночасно відбувається кілька реакцій (зокрема, і за участю лугу, який утворюється разом з воднем під час взаємодії названих металів з водою). Тому послідовність металів на початку ряду активності не можна встановити експериментально; місце кожного визначено за допомогою спеціальних обчислень.

Солі можуть взаємодіяти з металами не лише в розчинах, а і в розплавах. Продуктами кожної реакції є нові сіль і метал. Послідовність металів у ряду активності, яка відповідає реакціям у розплавах, є іншою. Здійснити вдається небагато таких хімічних перетворень, оскільки більшість солей унаслідок нагрівання не плавиться, а розкладається.

Захист металів від руйнування в середовищі, у якому містяться солі. Ви знаєте, що багато металів зазнають корозії. Залізо швидше кородує в морській воді, ніж у прісній. Корозія корпусів транспортних засобів посилюється взимку, коли сіллю посипають дороги, укриті снігом і льодом. Запобігти цим негативним процесам можна різними способами.



1. Як найпростіше захистити метал від корозії?
2. У 8 класі ви ознайомилися з протекторним способом захисту металів від корозії. Пригадайте, на чому він ґрунтується.

Високотемпературною обробкою поверхні металу розчином або розплавом, який містить речовину-окисник (наприклад, калій нітрат), створюють на ній тонку плівку оксиду, що є хімічно пасивною і захищає метал від руйнування. Процес називають оксидацією (див. також с. 73). Оксидну плівку на металі також можна створити нагріванням металевого виробу в повітрі за певної температури.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про реакції солей з металами й умови, за яких вони відбуваються, а також про способи захисту металів від руйнування в середовищі, яке містить солі.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

252. Визначте можливість реакцій:
- а) нікель(II) хлориду і цинк хлориду із залізом;
 - б) станум(II) хлориду із цинком і міддю.
- Запишіть відповідні хімічні рівняння.
253. Укажіть у наведеному переліку формули солей, які не взаємодіють з металами: CuCl_2 , CaCO_3 , HgSO_4 , $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, CH_3COOLi , BaSO_4 . Кожну відповідь обґрунтуйте.
254. Характеризуючи реакцію металу із сіллю, іноді кажуть, що один метал витісняє із солі інший, менш активний. У чому полягає некоректність такого висловлювання?

Порівняймо

255. Збільшуватиметься чи зменшуватиметься маса металевої пластинки, якщо:
- а) цинкову пластинку занурити в розчин солі Купруму(II);
 - б) олов'яну пластинку занурити в розчин солі Аргентуму(I)?
- Дайте відповіді, не вдаючись до математичних обчислень¹.

Аналізуймо

256. У ряду активності металів відновні властивості атомів металічних елементів послаблюються зліва направо. Розмістіть у ряд катіони Sn^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} , Cu^{2+} і Hg^{2+} за послабленням їхніх окисних властивостей у водних розчинах.

Розв'язуймо задачу

257. Через якийсь час після занурення залізної пластинки масою 10 г у розчин купрум(II) сульфату її маса збільшилася до 10,2 г. Обчисліть масу міді, яка утворилася на пластинці.

Шанс для творчості

258. Мідну дротинку можна покрити тонким шаром срібла. Обміркуйте план такого експерименту і запишіть його в зошиті.

Формуймо словничок

259. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

260. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

¹ Припускаємо, що утворюваний метал з пластинки не осипається.

§ 24. Йони в життєдіяльності організмів

Наші пращури дуже цінували сіль; вона часто була еквівалентом грошей. За сіллю їздили до моря чумаки; їм указували дорогу зірки Чумацького Шляху. Люди здавна солили м'ясо і рибу для їх тривалого зберігання. Сіль також використовували для консервування овочів і грибів, нею поліпшували смак багатьох страв. А ще сіль додавали в корми для худоби.

Нині вже відомо, чому організму людини потрібен натрій хлорид і які функції виконують йони Na^+ і Cl^- у біологічних процесах. Наш організм засвоює багато інших катіонів і аніонів. Рослинам теж необхідні йони, утворені певними хімічними елементами. Їх нестачу в ґрунтах компенсують внесенням добрив.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

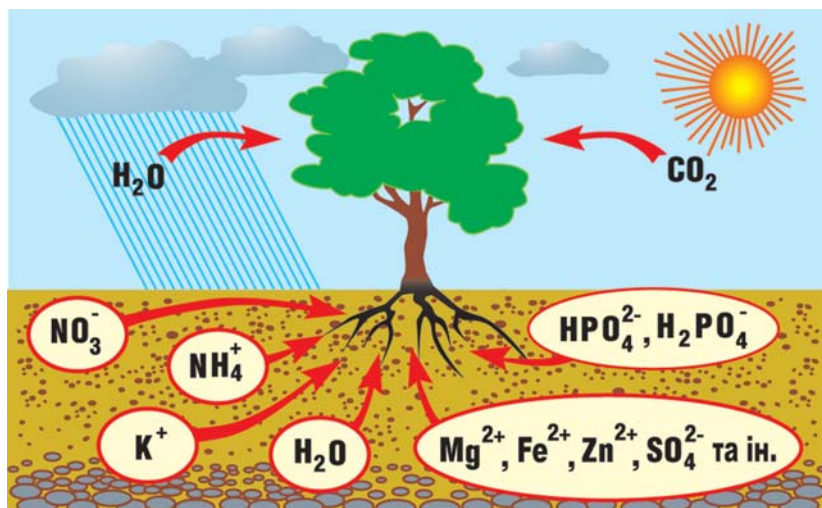
- ▶ Яких катіонів і аніонів потребують для свого розвитку рослини?
- ▶ Які види добрив використовують у рослинництві?
- ▶ Які йони беруть участь у біологічних процесах в організмі людини?

Вода — речовина, яка є в усіх живих організмах. Її масова частка в них досить велика і становить від 50 до 99 %. В організмі дорослої людини маса води сягає приблизно 2/3 від маси тіла. У біологічних рідини міститься багато розчинених солей, а отже, і йонів — катіонів та аніонів. Вони впливають на стан організму, функціонування в ньому різних систем, стійкість до хвороб.

Йони та розвиток рослин. Ще в давнину помічено, що рослини краще розвиваються і дають вищі врожаї, якщо у ґрунт вносити гній, птишиний послід. Науковці / науковиці з'ясували, що рослинам для повноцінного розвитку необхідні певні хімічні елементи. У найбільшій кількості рослини засвоюють Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген, Фосфор і Калій. Ці елементи називають макроелементами. Наявний у повітрі вуглекислий газ «постачає» рослині Карбон і Оксиген, а вода — Оксиген і Гідроген. Із ґрунтового розчину рослина вбирає Нітроген, Фосфор і Калій у складі йонів NO_3^- , NH_4^+ , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , K^+ (мал. 71). За участю атомів і йонів макроелементів у рослині внаслідок хімічних реакцій утворюються вуглеводи, білки, жири, вітаміни та інші речовини.

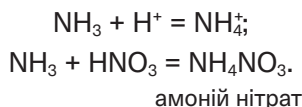
Назва йона NH_4^+ — катіон амонію, а графічна формула —

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{N}^+-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$



Мал. 71.
Живлення
рослини

Йон амонію утворюється внаслідок сполучення молекули амоніаку NH_3 з катіоном Гідрогену H^+ під час реакції цієї сполуки з кислотою:



Магній, Бор, Манган, Ферум, Купрум, Цинк, Кобальт теж необхідні рослинам, але у значно меншій кількості; це — мікроелементи. Потреба рослин у Сульфурі більша, ніж у будь-якому мікроелементі, але менша, ніж у макроелементі; форма засвоєння цього хімічного елемента — аніони SO_4^{2-} .



У формі атомів, катіонів чи аніонів рослини засвоюють металічні елементи?

Добрива. Ґрунти, на яких вирощують сільськогосподарські культури, поступово збіднюються на хімічні елементи, які засвоюються рослинами. Крім того, вода вимиває з ґрунту розчинні солі, які містять Нітроген, Фосфор, Калій. Усі ці втрати компенсують внесенням добрив.

Добрива — речовини або суміші речовин, які вносять у ґрунт для покращення розвитку рослин.

Добривом не може бути будь-яка речовина, що містить необхідний для рослини хімічний елемент. Вона має відповідати певним вимогам. Серед них — достатня розчинність у воді та нетоксичність.



Чи можна використовувати як добриво нітратну кислоту, калій гідроксид, фосфор(V) оксид? Чому?

Промисловість виробляє різні мінеральні добрива¹ (мал. 72, табл. 5). Їх поділяють на азотні, фосфорні, калійні та комбіновані (вони містять кілька хімічних елементів, потрібних рослинам).

Таблиця 5

Мінеральні добрива

Назва	Склад
Азотні	
Амоній сульфат	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Амоній нітрат	NH_4NO_3
Карбамід (сечовина)	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
Аміачна вода	Водний розчин NH_3
Фосфорні	
Простий суперфосфат	Суміш $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Подвійний суперфосфат	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Фосфоритне борошно	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Преципітат ²	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Калійні	
Калій хлорид	KCl
Калій сульфат	K_2SO_4
Комбіновані (комплексні)	
Калійна селітра	KNO_3
Амофос	Суміш $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ і $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
Нітрофоска, нітроамофоска	Суміш $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4NO_3 і KCl (або K_2SO_4)

Науковці / науковиці визначили норми внесення добрив залежно від виду рослин, складу і властивостей ґрунту тощо. Надлишок добрива не збільшує врожай, а накопичується в рослинах, потрапляє в питну воду і може зашкодити здоров'ю людей.

Щорічний обсяг світового виробництва мінеральних добрив сягає сотень млн т. Україна є одним із лідерів у цій галузі.

Йони і розвиток нашого організму. Неметалічні елементи для організму людини є дуже важливими. Атоми Нітрогену і Сульфуру є в білках, атоми Фосфору — у нуклеїнових кислотах. Йони Cl^- містяться в біологічних рідинах, зокрема у шлунковому соку. Йони PO_4^{3-} наявні в

¹ Є ще й органічні добрива; серед них — торф і гній.

² Назва походить від латинського слова praecipitatio — скидання або англійського precipitation — осадження.

**Мал. 72.**

Мінеральні добрива: а — вапняно-аміачна селітра; б — комбіноване добриво; в — простий суперфосфат; г — пакет із нітроамофоскою

основній солі $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, а PO_4^{3-} і F^- — у солі $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$; обидві нерозчинні речовини становлять неорганічну основу кісток і зубів. Невелика кількість Йоду (приблизно 20 мг) в організмі людини забезпечує нормальне функціонування щитовидної залози.

«Асортимент» металічних елементів в організмі людини значно ширший. Йони Fe^{2+} забезпечують перенесення кисню білком-гемоглобіном¹. Катіони Ca^{2+} є в кістках, зубах, у крові (вони зумовлюють її згортання в разі порізу або травми). Кров, а також слюзи містять йони Na^+ і Cl^- ; тому вони солоні на смак. Баланс йонів Na^+ і K^+ у біологічних рідин та наявність у них достатньої кількості йонів Mg^{2+} є важливими для роботи серця, функціонування м'язів, процесів обміну речовин. Металічні мікроелементи містяться у ферментах — каталізаторах хімічних реакцій в організмі.



Які характеристики йонів Калію і Магнію є однаковими, а які — різними?

Нестача або надлишок зазначених катіонів та аніонів може призвести до порушень у роботі різних систем і спричинити хвороби. Потребу організму в йонах Кальцію задовольняють молоко і молочні продукти. Для поповнення організму катіонами Натрію потрібно щодня споживати з їжею до 3–4 г солі NaCl . Найбільше Калію міститься в бобах, куразі, винограді, бананах, а Феруму — у морській капусті, бобах, гречці, буряку, зелених овочах. Якщо вміст Йоду в природній воді дуже малий, рекомендують використовувати в харчуванні йодовану кухонну сіль

¹ Молекула гемоглобіну може сполучатися з чотирма молекулами кисню.

**Мал. 73.**

Йодована кухонна сіль

**Мал. 74.**

Упаковка зубної пасты з Флуором

(мал. 73). У ній є домішка солі KI або KIO_3 , масова частка якої становить від 0,001 до 0,01 %. Для зміцнення зубної емалі до складу паст додають солі, які містять аніони F^- (мал. 74).



Більшість йонів є токсичними для живих організмів. Приклади катіонів з такими властивостями — йони Кадмію, Берилію, Меркурію, Плюмбуму, а аніонів — ціанід-, арсеніт- і арсенат-іони.

У біологічних рідинах, крім катіонів металічних елементів і аніонів кислотних залишків, є йони H^+ і OH^- . Відношення їх кількостей зумовлює кисле чи лужне середовище кожної рідини і певне значення водневого показника pH (§ 9).

Джерелом потрібних організмові хімічних елементів є питна вода, а також мінеральні води. Вони мають різні йонний склад і концентрації йонів.



За відомостями з інтернету з'ясуєте, як класифікують мінеральні води за ступенем мінералізації, йонним складом та призначенням щодо вживання. Зобразіть у зошиті відповідні схеми.

Важливим для людини є водно-сольовий баланс, тобто підтримання рівноваги між надходженням в організм та виділенням з нього води і солей. Тривале вживання дистильованої води може негативно позначитися на здоров'ї людини, бо організм не отримуватиме необхідних солей, а лише виділятиме їх.

Водні процедури в термальних басейнах з мінеральною водою (мал. 75) поліпшують функціонування серцево-судинної системи, суглобів, омолоджують шкіру і сприяють загальному оздоровленню організму.

**Мал. 75.**

Басейн із мінеральною водою в Закарпатті

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про йони, необхідні для рослин і організму людини, а також про види і склад мінеральних добрив.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

261. Оберіть правильні відповіді.
Добривом може бути:
 - а) нітроген(IV) оксид;
 - б) кальцій нітрат;
 - в) натрій гідрогенортофосфат;
 - г) калій гідрогенкарбонат;
 - д) калій оксид.
262. Чому назва «азотні добрива» є невдалою з погляду хімії? Запропонуйте коректну назву цих добрив.
263. Укажіть неточності на фрагменті етикетки ємності з мінеральною водою (мал. 76).

Катіони	г/л	Аніони	г/л
Амоній NH_4^+	0,0053	Фтор F^-	0,0024
Калій K^+	0,055	Хлор Cl^-	0,574
Натрій Na^+	3,009	Бром Br^-	0,0014
Магній Mg^{2+}	0,018	Йод I^-	0,0005
Кальцій Ca^{2+}	0,107	Сульфат SO_4^{2-}	сліди
Залізо загальне $\text{Fe}^{2+} \text{ Fe}^{3+}$	0,0007	Гідрокарбонат HCO_3^-	7,497

Мал. 76.

Склад одного з видів мінеральної води

Дізнаваймося

264. Відшукайте в інтернеті два-три медичні препарати, у назвах яких є назви або частини назв хімічних елементів. З'ясуйте функцію відповідного хімічного елемента в організмі в разі використання одного з препаратів.
265. За відомостями з інтернету з'ясуйте, який металічний елемент міститься у вітаміні B_{12} .

Шанс для творчості

266. За матеріалами з інтернету підготуйте повідомлення на тему:
- а) «Вплив нестачі Нітрогену на розвиток овочевих культур»;
 - б) «Вміст мікроелементів у харчових продуктах — дарах морів і океанів»;
 - в) «Використання мінеральних добрив для кімнатних рослин».

Розв'яжимо задачу

267. Виконавши обчислення, з'ясуйте, в аміачній селітрі чи сечовині (табл. 5) масова частка Нітрогену більша й у скільки разів.
268. Середні значення масових часток Калію і Натрію в організмах тварин становлять 0,27 % і 0,1 % відповідно. Визначте, скільки йонів K^+ міститься в організмах тварин разом з кожними десятьма йонами Na^+ .
269. Обчисліть масову частку Йоду в аніоні сполуки KIO_3 , яку використовують у виготовленні йодованої солі.
270. Масова частка Кальцію в організмі молодого людини становить 1,5 %. Обчисліть масу і кількість речовини цього хімічного елемента у вашому організмі.

Формуймо словничок

271. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

272. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 25. Застосування солей

Солі ширше застосовують, ніж, наприклад, основи чи кислоти. Сировиною для таких сфер виробництва, як хімічна промисловість і металургія, є переважно солі, що трапляються в природних покладах. В інших галузях використовують і природні солі, і штучно одержані. У наукових лабораторіях працюють із виготовленими на хімічних підприємствах дуже чистими солями-реактивами.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Які природні солі використовують на практиці?
- ▶ Які солі одержують у промисловості?
- ▶ У яких сферах застосовують водні розчини солей?

Використання природних солей. Кам'яна сіль NaCl є сировиною для хімічної промисловості у виробництві натрій гідроксиду, хлору, кальцинованої соди (натрій карбонату). Цю речовину під назвою «кухонна сіль» ми використовуємо під час приготування їжі, консервування. Нагріванням природного кальцій карбонату CaCO_3 (крейди, вапняку) одержують вапно. Вапняк і мармур (його основний складник — теж сіль CaCO_3) є будівельними матеріалами. Чимало солей-сульфідів — металічні руди; їх використовують у кольоровій металургії. Фосфати Кальцію фосфорит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ і апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ є сировиною у виробництві фосфорних добрив. Як калійне добриво використовують природний калій хлорид (мал. 77), а вапняк і крейду вносять у ґрунт для усунення надлишкової кислотності. Гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — будівельний матеріал; речовину також застосовують в образотворчому мистецтві та медицині. Кам'яна сіль і бішофіт $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ є протижелезними засобами. Основна сіль $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ утворює мінерал малахіт зеленого кольору (мал. 78); із нього виготовляють прикраси і сувеніри.

**Мал. 77.**

Упаковка з мінеральним добривом

**Мал. 78.**

Шліфовані камінці малахіту



За матеріалами з інтернету з'ясуєте, поклади яких згаданих солей є в Україні і де вони розташовані.

Використання штучно одержаних солей. Виробництво мінеральних добрив — одне з найбільших у хімічній промисловості. Серед добрив переважають солі — сульфат і нітрат Калію, сульфат і нітрат амонію, кислі фосфати Кальцію й амонію. Суміш кальцинованої соди Na_2CO_3 з природними речовинами — крейдою і піском — є сировиною у виробництві скла.

Природні солі містять домішки, часто — у великій кількості. У багатьох сучасних технологіях, медицині, побуті солі, які використовують,

мають бути чистими. Їх виробляють на хімічних заводах. Карбонати Na_2CO_3 і NaHCO_3 ми використовуємо вдома: середню сіль — як мийний засіб, а кислу — як розпушувач тіста. На основі солі CaCO_3 виготовляють зубну пасту. Медичними засобами є чимало солей неорганічних і органічних кислот (мал. 79).



Мал. 79.

Солі лимонної кислоти
(медичні препарати)

Солі Цинку, Мангану, кількох інших хімічних елементів є мікродобривами. Серед пігментів олійних фарб — солі CdS (кадмієва жовта), $\text{Co}_2(\text{PO}_4)_2$ (кобальтова фіолетова), PbCO_3 і $(\text{PbOH})_2\text{CO}_3$ (свинцеві білила¹).



За матеріалами з інтернету створіть ментальну карту використання кальцинованої соди Na_2CO_3 .

Використання розчинів солей. Розчини багатьох солей у дистильованій воді є медичними препаратами. Серед жовчогінних засобів — розчин магній сульфату MgSO_4 . Назва розведеного розчину натрій хлориду — фізіологічний розчин (мал. 80, а). Його вводять у кров, якщо в організмі є запальні процеси або людина потерпає від алергії. Розчин кальцій хлориду CaCl_2 (мал. 80, б) вживають у разі недостатнього згортання крові, а розчин харчової соди — для полоскання горла під час застуди.

Водні розчини кристалогідратів $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (залізний купорос) і $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (мідний купорос) — засоби боротьби зі шкідниками і хворобами рослин у садах і на городах. Силікатний клей є розчином солі Na_2SiO_3 . Його також використовують для вогнезахисної обробки деревини і як компонент будівельних сумішей.

Вам відомо, що у складі кожної мінеральної води є розчинені природні солі. Ми п'ємо її, коли відчуваємо спрагу, або споживаємо згідно з рекомендаціями лікаря.

¹ Нині цю фарбу не використовують через токсичність сполук Плюмбуму.

**Мал. 80.**

Медичні препарати —
розчини хлоридів
Натрію (а) і Кальцію (б)

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про використання солей та їх водних розчинів*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

273. Назвіть переваги у використанні: а) природних солей; б) штучно одержаних солей.
274. Напишіть формули кислих солей, які є добривами.
275. Які солі ми використовуємо в побуті у кристалічному стані, а які — розчинені у воді?

Поміркуймо

276. У яких випадках доцільно, на вашу думку, використовувати водний розчин добрива, а в яких — добриво у твердому стані?

Виконуймо вправу

- *277. У хімічній лабораторії є розчин, 1 л якого містить 0,1 моль йонів Mg^{2+} , 0,4 моль йонів Na^+ , 0,2 моль йонів Cl^- і 0,2 моль йонів SO_4^{2-} . Укажіть солі, які було використано для приготування цього розчину:

- а) магній сульфат, натрій сульфат і натрій хлорид;
- б) магній хлорид, магній сульфат і натрій сульфат;
- в) магній хлорид, натрій хлорид і натрій сульфат.

Розв'язуймо задачу

278. Обчисліть масову частку натрій хлориду у фізіологічному розчині, якщо маса солі в 1 мл цього розчину становить 9 мг. Візьміть до уваги, що густина розчину така сама, що й води.
279. Для хімічного експерименту приготували розчин барій хлориду, розчинивши кристалогідрат $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ масою 20 г у воді об'ємом 250 мл. Обчисліть масову частку безводної солі в цьому розчині.

Дізнаваймося

280. За матеріалами з інтернету з'ясуйте, який кристалогідрат виробляють з гіпсу для виготовлення гіпсових плит, створення скульптур, використання в медицині. Які хімічні перетворення і за яких умов відбуваються з обома сполуками Кальцію?

У команді

281. Водний розчин двох кислих ортофосфатів є проносним засобом. Молярна маса однієї солі становить 120 г/моль, а другої — 142 г/моль. Визначте формули обох солей.

Шанс для творчості

282. Використавши інформацію з інтернету про види кухонної солі, зробіть презентацію на тему «Сіль — важлива харчова добавка».

Формуймо словничок

283. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.
284. Складіть двомовний словничок із ключових слів і словосполучень, виписаних вами з параграфів 19–25. Отримаєте словничок до розділу 2 підручника.

Оцінюймо свої знання

285. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.
286. Виконайте розміщені за QR-кодом або покликанням (<https://learningapps.org/display?v=pkv8ip4jn25>) тестові завдання за матеріалом розділу 2.



test

Досліджуємо органічні сполуки

Цей розділ присвячений органічним речовинам — сполукам Карбону¹. Вони містяться в нафті, природному газі, живих організмах. Багато органічних речовин синтезують і досліджують у лабораторіях, одержують на хімічних заводах. Органічні речовини є складниками харчових продуктів, медичних і косметичних засобів, багатьох матеріалів різноманітного призначення. Суміші сполук Карбону з Гідрогеном використовують у теплоенергетиці, як пальне для двигунів транспортних засобів.

Ви ознайомитеся з важливими для практики і найпоширенішими органічними речовинами. Визначатимете склад цих речовин, досліджуватимете їхні властивості, довідаєтеся про їх застосування.

§ 26. Органічні речовини. Органічна хімія

Люди ще в давні часи навчилися вилучати органічні речовини з природної сировини: крохмаль — із картоплі, цукор — із тростини та цукрового буряку, олію — з насіння соняшнику та інших рослин. Випікаючи хліб, виготовляючи сир, вино й оцет, вони несвідомо здійснювали хімічні реакції за участю органічних речовин.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чим відрізняються органічні речовини від неорганічних?
- ▶ Як називають розділ хімії, який досліджує органічні речовини?
- ▶ У яких галузях використовують органічні речовини та матеріали на їх основі?

¹Оксиди Карбону (чадний і вуглекислий гази), карбонати (наприклад, крейда, сода), карбіди (Al_4C_3 , CaC_2 , SiC та ін.) належать до неорганічних сполук.

Органічні та неорганічні речовини. Вам уже відомо, що всі речовини поділяють на *органічні* й *неорганічні*.

1. Серед неорганічних речовин є прості речовини. Як їх класифікують?

2. На які групи поділяють:

- а) оксиди; в) кислоти;
б) основи; г) солі?

Запишіть хімічну формулу й назву однієї сполуки кожної групи. Які сполуки, подібні за складом до основ, не згадано в цьому завданні?



Неорганічні речовини є всюди — у повітрі, гідросфері, земній корі, живих організмах. Їх утворюють майже всі хімічні елементи.

1. Назвіть речовини, що містяться в атмосфері. Які гази є основними компонентами повітря, а які наявні в ньому в незначній кількості?

2. Наведіть приклади металів, неметалів, оксидів і солей, які трапляються в літосфері, і напишіть їхні формули.

3. Уміст якої неорганічної речовини є найбільшим у живих організмах?



Неорганічні речовини мають різну будову — атомну, молекулярну, йонну.



Охарактеризуйте будову речовин, формули яких — Cl_2 , C , HBr і Na_2S , а також вид хімічного зв'язку в кожній речовині.

У рослинах, організмах тварин і людини є й інші речовини, які називали органічними. Серед них — білки, жири, цукор, глюкоза, крохмаль, вітаміни, барвники (мал. 81). Органічні сполуки також станов-



Мал. 81.

Органічні речовини, які одержують із рослин

лять основу горючих копалин — нафти, природного газу, вугілля. Водночас відомо багато органічних речовин, яких у природі немає. Їх одержують у лабораторіях, на заводах, здійснюючи хімічні реакції.

Майже всі органічні сполуки — метан CH_4 , оцтова кислота CH_3COOH , глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ та ін. — складаються з молекул¹. Молекули органічних сполук, крім атомів Карбону, містять атоми Гідрогену, часто — ще й Оксигену, Нітрогену, іноді — Сульфур, Фосфору, галогенів².

Маючи молекулярну будову, органічні сполуки плавляться і киплять за невисоких температур. Чимало їх є леткими речовинами. Тому квіти, фрукти, ягоди, овочі, харчові продукти мають різноманітні запахи.

Деякі органічні речовини, наприклад етиловий спирт, ацетон, оцтова кислота, цукор, добре розчиняються у воді. Значно більша кількість речовин цього типу у воді нерозчинна (мал. 82), що зумовлено наявністю в їхніх молекулах неполярних або малополярних ковалентних зв'язків. Вам відомо, що не розчиняється у воді олія — суміш органічних речовин. Розчинниками для багатьох органічних речовин є гас, бензин, інші рідкі нафтопродукти, спирт, ацетон.

Хімічні реакції за участю органічних речовин відбуваються доволі повільно, тоді як, наприклад, реакції обміну в розчинах між неорганічними сполуками — лугами, кислотами, солями — миттєво. Склад продуктів реакцій між органічними речовинами часто залежить від умов — температури, тиску, каталізаторів, освітлення. Під час нагрівання або підпалювання багато органічних речовин загоряється в повітрі або розкладається, а деякі обвуглюються³ (мал. 83).



Мал. 82.
Суміш органічної речовини з водою



Мал. 83.
Обвуглення вати (целюлози)

¹ Солі оцтової та інших органічних кислот є йонними речовинами.

² Шість елементів — Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген, Сульфур і Фосфор — називають *елементами-органогенами*.

³ У вугіллі містяться переважно атоми Карбону.



Які з речовин — сірководень, вуглекислий газ, етиловий спирт — горять у повітрі? Складіть відповідні хімічні рівняння.



Як би ви розрізнили: а) етиловий спирт і воду; б) глюкозу і кухонну сіль; в) крохмаль і харчову соду?

Органічна хімія. У 1828 р. німецький хімік Ф. Велер із неорганічної речовини одержав органічну сполуку — сечовину $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, яка, здавалося в ті часи, утворюється лише в живому організмі. Це стало поштовхом до синтезів багатьох органічних речовин. Вилучення їх із природної сировини перестало бути для хіміків головною метою.

Розділ хімічної науки, який досліджує органічні речовини та способи їх одержання, називають органічною хімією.

Першим виокремив органічну хімію в хімічній науці шведський науковець Й.-Я. Берцеліус у 1808 р. Вагомий внесок у цю галузь зробили німецькі хіміки Ф. Кекуле й А. Кольбе, шотландський хімік А. Купер, французький хімік М. Бертло та ін. Стрімкий розвиток органічної хімії став запорукою прогресу суспільства. Завдяки її досягненням ми використовуємо ефективні ліки, засоби захисту рослин, різноманітні матеріали на основі органічних речовин, необхідні для побуту, відпочинку, будівельних робіт тощо (схема 8).

Схема 8

Органічна хімія — людині



Здобутки сучасної органічної хімії сприяють розвитку медицини, хімічної, харчової, легкої промисловості. Вона тісно пов'язана з такими науками, як біохімія і біофізика. У розпорядженні науковців / науковиць — добре обладнані хімічні лабораторії, у яких синтезують і досліджують різноманітні за складом і властивостями речовини. Серед завдань, поставлених перед ними, — розроблення способів одержання нових органічних речовин, створення на їх основі матеріалів з необхідними властивостями, синтетичних тканин і барвників, ефективних ліків, харчових добавок, консервантів, емульгаторів тощо.

Досягнення органічної хімії допомагають розв'язувати такі екологічні проблеми, як очищення водойм від розливої нафти, вилучення шкідливих речовин із газових викидів промислових підприємств і транспортних засобів, утилізація хімічної зброї, перероблення відходів полімерних матеріалів.



Чому вилив нафти в море внаслідок аварії танкера вважають екологічною катастрофою?

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про відмінність органічних речовин від неорганічних, а також про досягнення науковців / науковиць, які працюють у галузі органічної хімії.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

287. Які речовини називають органічними? Назвіть хімічні елементи, крім Карбону, які можуть бути у складі таких речовин.
288. Заповніть таблицю:

Характеристика	Речовини	
	органічні	неорганічні
Якісний склад		
Хімічний зв'язок		
Будова		
Фізичні властивості		

289. Серед наведених формул укажіть ті, що належать органічним сполукам: C , CH_3NH_2 , Na_2CO_3 , NH_4HCO_3 , C_2H_5OH , CO_2 , C_2H_6 .

Поміркуймо

290. Чи можна видалити жирну пляму зі скатертини за допомогою гарячої води? Відповідь обґрунтуйте.

Виконаймо вправу

- *291. Складіть графічну формулу молекули сечовини. Вміст якого хімічного елемента за масою в цій речовині є найбільшим, а якого — найменшим? Дайте відповідь без здійснення обчислень.
292. Виведіть формулу галогеновмісної органічної речовини, якщо відомо, що в її молекулі міститься три атоми Гідрогену, а молярна маса становить 34 г/моль. (Усно.)

Розв'язуймо задачу

293. Обчисліть об'єм повітря, який витратиться на спалювання природного газу об'ємом 1 м³. Припустіть, що цей газ складається лише з метану. Об'ємну частку кисню в повітрі вважайте рівною 20 %.

У команді

294. Назвіть матеріали, поява яких, на вашу думку, пов'язана з досягненнями органічної хімії.
295. Як має діяти кожна людина, щоб запобігати забрудненню довкілля органічними речовинами промислового походження?

Формуймо словничок

296. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

297. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ВИЯВЛЯЄМО КАРБОН І ГІДРОГЕН В ОРГАНІЧНІЙ РЕЧОВИНІ

Дотримуйтеся правил безпеки!

У вашому розпорядженні парафін¹, купрум(II) оксид, безводний купрум(II) сульфат, водний розчин кальцій гідроксиду (вапняна вода), а також частини приладу для одержання газу, зобра-

¹Замість парафіну можна використати цукрову пудру або крохмаль.

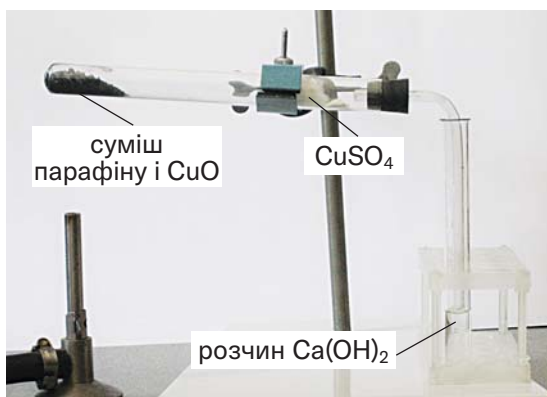
женого на малюнку 84, шпатель, лабораторний штатив, штатив з пробірками, вата, спиртівка / сухе пальне, сірники.

Під час виконання експерименту будьте обережними з вогнем і розчином лугу.

Зберіть прилад і перевірте його на герметичність. Після цього роз'єднайте пробірку і корок.

У пробірку внесіть приблизно 0,2–0,5 г подрібненого парафіну і 1–2 г купрум(II) оксиду. Суміш перемішайте, струшуючи пробірку.

Закріпіть пробірку майже горизонтально в лабораторному штативі (мал. 84). За допомогою маленького шпателя помістіть на внутрішню поверхню пробірки ближче до її отвору трохи безводного купрум(II) сульфату, а біля самого отвору — невеликий жмут вати. Закрийте пробірку корком з газовідвідною трубкою.



Мал. 84.

Прилад для виявлення Карбону і Гідрогену в органічній речовині

У другу пробірку налейте 3–5 мл вапняної води, поставте її у штатив для пробірок і занурте газовідвідну трубку у вапняну воду.

Запаліть спиртівку / сухе пальне, обережно прогрійте всю пробірку та нагрівайте суміш. Спостерігайте за нею, купрум(II) сульфатом і вапняною водою.

Як тільки помітите зміну кольору суміші (це — зовнішній ефект перетворення купрум(II) оксиду на метал), то, *не припиняючи нагрівання, вийміть газовідвідну трубку з вапняної води* (щоб холодна рідина по трубці не потрапила в гарячу пробірку і пробірка не тріснула). Загасіть полум'я.

Запишіть у наведену нижче таблицю спостереження, висновки, рівняння реакцій і відповіді на такі запитання:

1. Як змінилося забарвлення безводного купрум(II) сульфату? Про що це свідчить? Запишіть формулу утвореної речовини.
2. Що відбулося в пробірці з вапняною водою? Який газ прореагував з кальцій гідроксидом?

3. Які хімічні елементи виявлено у складі дослідженої органічної речовини? До молекул яких сполук перейшли атоми цих елементів унаслідок хімічних реакцій?

Спостереження	Пояснення і висновки
1. ...	
Рівняння реакцій:	
а) окиснення парафіну*	
$C...H... + ...CuO \xrightarrow{t} ...CO_2 + ...Cu + ...H_2O;$	
б) взаємодії одного з продуктів окиснення парафіну з купрум(II) сульфатом	
.....;	
в) взаємодії другого продукту окиснення парафіну з кальцій гідроксидом	
.....	

* Використайте формулу одного з компонентів парафіну — $C_{20}H_{42}$.



Експериментуємо вдома

ВИЛУЧАЄМО ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ З ПРИРОДНОЇ СИРОВИНИ

Дослід 1

Помиту й очищену картоплю натріть на тертці та вичавіть з неї сік, помістивши подрібнену масу на складену в кілька разів марлю. Сік із картоплі можна отримати, використавши соковижималку.

У ємність із соком додайте воду об'ємом у п'ять разів більше, ніж соку. Залиште суміш щонайменше на годину для осадження крохмалю.

Обережно злийте рідину з крохмалю і додайте до нього нову порцію води. Суміш перемішайте, залиште на 30–40 хв і злийте воду з крохмалю. У такий спосіб промивайте крохмаль кілька разів.

Промитий крохмаль розмістіть ложкою на папері або тканині для висушування.

Переконайтеся, що отримана речовина є крохмалем. Для цього на її маленьку порцію нанесіть краплю розведеної водою йодної настоянки.

Порівняйте за зовнішнім виглядом висушений крохмаль із крохмалем промислового виробництва.

Дослід 2

Ретельно подрібніть очищений волоський горіх або кілька очищених насінин соняшнику та помістіть отриману масу в складену паперову серветку. Сильно натисніть на неї пласким предметом. Чи утворилися на серветці жирні плями?

Таким способом виробляють олії з рослин і насіння.

§ 27. Класифікація органічних речовин

Науковці / науковиці одержують і описують дуже багато органічних речовин. З кожним роком їх кількість стрімко зростає. Нові речовини синтезують і досліджують у лабораторіях усього світу. Щоб орієнтуватися в неосяжному світі органічних речовин, здійснено їх систематизацію з урахуванням складу, будови, властивостей, а також впливу на живі організми. Було розроблено правила і рекомендації щодо назв органічних речовин. Кожна речовина має назву, яка вказує на її якісний і кількісний склад, а також належність до певної групи органічних речовин.

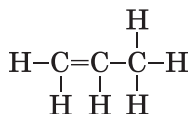
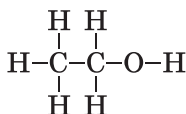
Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чим зумовлене розмаїття органічних речовин?
- ▶ На чому ґрунтується класифікація органічних речовин?
- ▶ З якою метою було створено універсальну систему назв речовин?

Численність органічних речовин. Нині відомо понад 140 мільйонів різноманітних органічних речовин. Така велика їх кількість зумовлена здатністю атомів Карбону:

- виявляти досить високу валентність — 4;
- утворювати прості, подвійні й потрійні ковалентні зв'язки: $\begin{array}{c} | \\ -\text{C}- \\ | \end{array}$, $=\text{C}-$, $=\text{C}=$, $\equiv\text{C}-$;
- сполучатися один з одним (наприклад, у такий спосіб: $\begin{array}{c} | & | & | \\ -\text{C}- & -\text{C}- & -\text{C}- \\ | & | & | \end{array}$);
- утворювати лінійні ланцюги (наприклад, $\begin{array}{c} | & | & | & | \\ -\text{C}- & -\text{C}- & -\text{C}- & -\text{C}- \\ | & | & | & | \end{array}$), розгалужені ($\begin{array}{c} | & | & | & | \\ -\text{C}- & -\text{C}- & -\text{C}- & -\text{C}- \\ | & | & | & | \\ & | & & \\ & -\text{C}- \\ & | \end{array}$) та замкнені ($\begin{array}{c} | & | \\ -\text{C}- & -\text{C}- \\ | & | \\ -\text{C}- & -\text{C}- \\ | & | \end{array}$), які називають циклами.

Приклади хімічних і структурних¹ формул органічних сполук:



Чотиривалентність Карбону встановили німецький хімік Ф. Кекуле і шотландський хімік А. Купер у 1857–1858 рр.



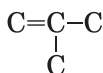
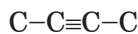
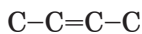
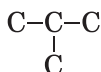
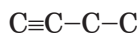
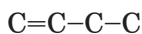
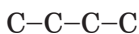
Поясніть, чому атом Карбону може виявляти валентність 4.

Серед органічних речовин найбільше сполук Карбону з Гідрогеном; їх називають вуглеводнями (§ 28).

Працюємо разом

Сконструюємо різні карбонові ланцюги, які утворені чотирма атомами Карбону.

Ці атоми можуть сполучатися в лінійний, розгалужений або замкнений карбоновий ланцюг. Зобразимо лінійні та розгалужені ланцюги з простими (одинарними) зв'язками між атомами й ланцюги з одним подвійним і одним потрійним зв'язком:



Ми отримали сім ланцюгів з атомів Карбону. Можливі також інші карбонові ланцюги, наприклад лінійні з двома подвійними або потрійними зв'язками.

Тепер ви розумієте, чому органічних речовин так багато.



Допишіть до атомів Карбону в наведених карбонових ланцюгах відповідну кількість атомів Гідрогену.

Класифікація органічних сполук. Органічні речовини поділяють на групи:

- за будовою карбонового ланцюга (він буває відкритим або замкненим);
- за особливостями зв'язку між атомами Карбону (схема 9);
- за якісним (елементним) складом (схема 10).

¹Так називають в органічній хімії графічні формули молекул.

Схема 9

Класифікація за особливостями зв'язку між атомами Карбону

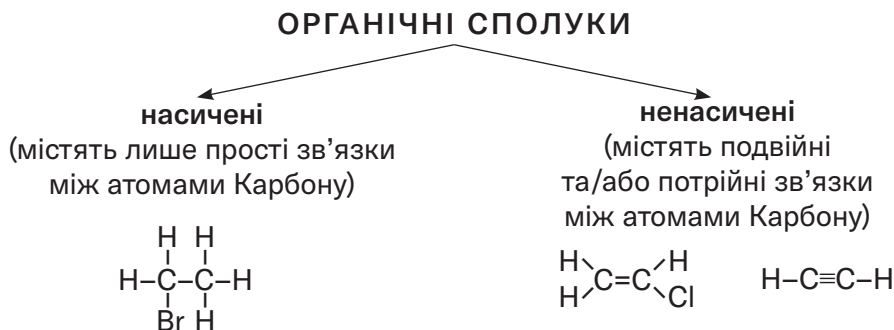
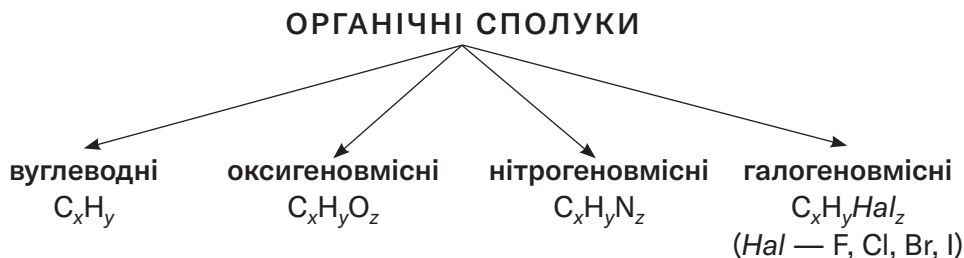


Схема 10

Класифікація за якісним (елементним) складом



Зобразіть структурні формули молекул CH_4 , CHCl_3 , CH_3OH , C_2H_4 , CH_3NH_2 . До яких типів органічних сполук належить кожна речовина?

Назви органічних сполук. Багато органічних речовин мають *тривіальні назви*. Серед них — лимонна, щавлева, оцтова кислоти, сечовина, ацетон, гліцерин. Але за цими назвами не можна дізнатися про склад речовин. Універсальну систему назв розробив Міжнародний союз чистої та прикладної хімії¹, і кожній речовині було надано індивідуальну *хімічну назву*. За цією назвою можна скласти формулу речовини. Приклади назв вуглеводнів наведено в § 30.



Укажіть з-поміж наведених назв тривіальну і хімічну назви органічної сполуки: трійодометан, йодоформ.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про численність і класифікацію органічних речовин*.

¹ International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

298. Назвіть причини численності органічних речовин.
299. Укажіть ознаки, за якими класифікують органічні сполуки.

Поміркуймо

300. Назвіть кілька органічних речовин різного якісного складу, які ми використовуємо в побуті.

Розв'язуймо задачу

301. Обчисліть масові частки хімічних елементів у мурашиній кислоті HCOOH та метиловому спирті CH_3OH . Тривіальні чи хімічні назви речовин наведено в задачі?
302. Виведіть хімічну формулу галогеновмісної органічної сполуки з відносною молекулярною масою 121, якщо в її молекулі є два атоми Хлору і два — іншого галогену. Зобразіть структурну формулу молекули сполуки.

У команді

- *303. Зобразіть усі можливі карбонові ланцюги (лінійні, замкнені) із трьох атомів у молекулах вуглеводнів.

Формуймо словничок

304. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

305. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 28. Вуглеводні. Метан

Сполуки Карбону з Гідроеном — вуглеводні — поширені в природі; із них майже повністю складаються нафта і природний газ. Їх використовують як паливо на енергетичних підприємствах і електростанціях,

пальне для автомобілів, літаків і кораблів, як сировину для виробництва гуми, органічного скла, засобів захисту рослин, товарів побутової хімії, ліків, а також для одержання інших речовин.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ За якими ознаками класифікують вуглеводні?
- ▶ Які вуглеводні називають насиченими, а які — ненасиченими?
- ▶ Чому молекула метану має тетраедричну будову і є неполярною?

Вуглеводні. Сполуки Карбону з Гідрогеном можна вважати фундаментом органічної хімії: від них походять усі інші органічні речовини. В основі назви «вуглеводні» — традиційні назви обох елементів «вуглець» і «водень». Загальна формула вуглеводнів — C_nH_m . Відомо дуже багато цих речовин. Їх класифікують залежно від типу зв'язків між атомами Карбону і будови карбонового ланцюга в молекулах. Ви ознайомитеся з речовинами, що належать до *насичених* і *ненасичених* вуглеводнів (схема 11).

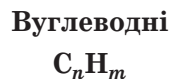
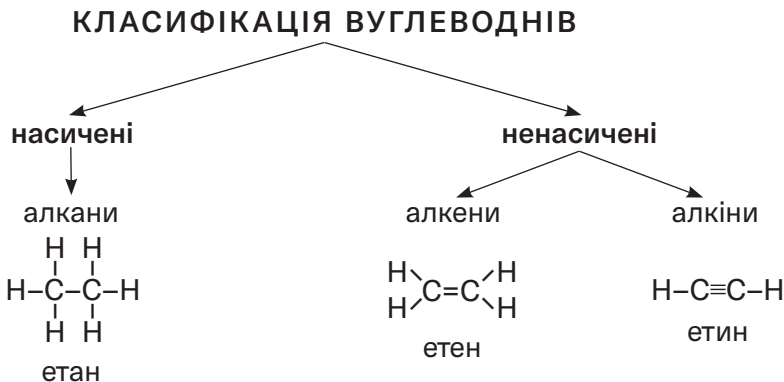


Схема 11



Вуглеводні, у молекулах яких є відкритий ланцюг з атомів Карбону, сполучених простим ковалентним зв'язком, називають *алканами*. Це — насичені вуглеводні.



Укажіть карбонові ланцюги, складені в завданні на с. 154, які містяться в молекулах алканів.

Вуглеводні, у молекулах яких є подвійні або потрійні зв'язки між атомами Карбону, — ненасичені.



Зобразіть структурні формули молекул ненасичених вуглеводнів із трьома атомами Карбону, сполученими у відкритий ланцюг.

Загальна назва вуглеводнів з одним подвійним зв'язком між атомами Карбону в молекулі та відкритим карбоновим ланцюгом — *алкени*, а з одним потрійним зв'язком — *алкіни*.

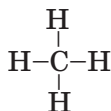
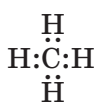
Метан. Найпростішим за складом вуглеводнем є метан CH_4 ; його молекула містить лише один атом Карбону. Це — основний компонент природного газу. Метан трапляється у вугільних покладах. Він також міститься в біогазі — суміші, яка утворюється під час бродіння рослинних та інших органічних залишків за відсутності повітря. Об'ємна частка метану в біогазі може сягати 75–80 %.

Будова молекули. У метані, як і в інших органічних сполуках, Карбон чотиривалентний. Щоб атом Карбону виявляв таку валентність, він має містити чотири неспарені електрони. Вам уже відомо, що це досягається внаслідок «переходу» одного електрона із $2s$ -орбіталі у вільну $2p$ -орбіталь (після отримання атомом додаткової енергії).



Проілюструйте зміну електронної будови атома Карбону за допомогою електронних формул та їхніх графічних варіантів.

Неспарені електрони атома Карбону та електрони чотирьох атомів Гідрогену утворюють у молекулі CH_4 чотири спільні пари:



електронна формула

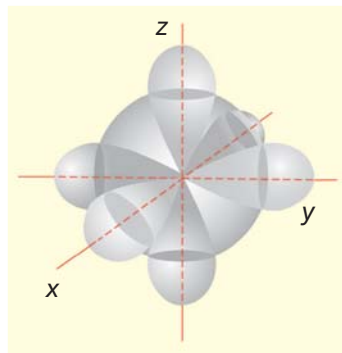
структурна формула

Наведені формули не відображають просторової будови молекули метану. Згідно з ними, усі атоми в молекулі CH_4 мають перебувати в одній площині, а кути між сусідніми рисками-зв'язками — дорівнювати 90° . Але насправді це не так.



Пригадайте, яку форму має s -орбіталь, p -орбіталь. Як розміщені у просторі три $2p$ -орбіталі атома?

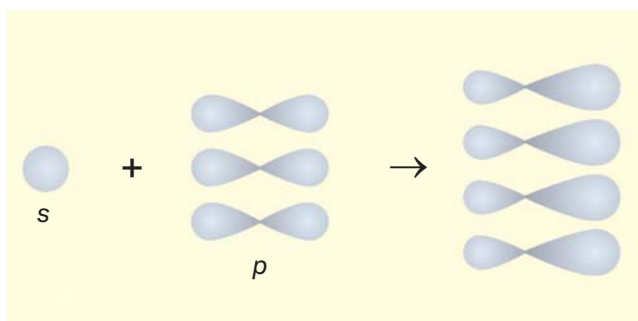
В утворенні простих ковалентних зв'язків у молекулі метану беруть участь чотири електрони — із $2s$ - і $2p$ -орбіталей атома Карбону (мал. 85). Один із цих електронів (який?) має меншу енергію, і, здавалося б, зв'язок $\text{C}-\text{H}$ за його участю повинен відрізнятися від трьох інших зв'язків. Це мало б вплинути на просторову будову молекули. Однак науковці з'ясували, що молекула метану симетрична і всі ковалентні зв'язки в ній є рівноцінними. Таке можливе, якщо електрон у $2s$ -орбіталі та три електрони у $2p$ -орбіталі атома Карбону під час утворення молекули CH_4 вирівнюються



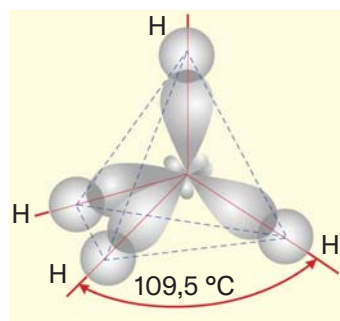
Мал. 85.

$2s$ -орбіталь і три $2p$ -орбіталі в ізольованому атомі Карбону

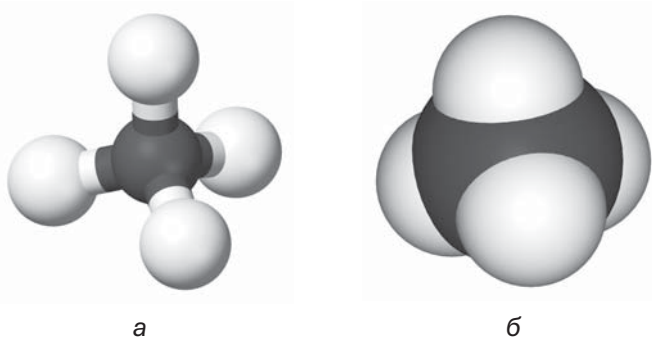
ся за своєю енергією. Їхні орбіталі набувають однакової форми, подібної на об'ємну несиметричну вісімку (мал. 86), і розміщуються у просторі на однаковій відстані одна від одної під кутом $109,5^\circ$ (мал. 87). Більша «пелюстка» кожної орбіталі атома Карбону перекривається зі сферичною орбіталлю атома Гідрогену. Виникає простий ковалентний зв'язок між атомами Карбону і Гідрогену. Лінії, які з'єднують центри цих атомів, проходять крізь ділянки перекривання орбіталей. З'єднавши іншими лініями центри атомів Гідрогену (мал. 87), отримаємо геометричну фігуру — тетраедр¹. Отже, молекула метану має тетраедричну будову (мал. 88)².

**Мал. 86.**

Зміна форм зовнішніх орбіталей атома Карбону

**Мал. 87.**

Розміщення орбіталей у молекулі метану

**Мал. 88.**

Моделі молекули метану:

а — кулестержнева;

б — масштабна



Тетраедричну будову мають також молекула силану SiH_4 , катіон амонію NH_4^+ , сульфат-аніон SO_4^{2-} , ортофосфат-аніон PO_4^{3-} .

¹ Слово походить від грецьких слів «тетра» — чотири й «едра» — основа. Тетраедр має чотири однакові грані, які є правильними трикутниками.

² Існують комп'ютерні програми, за допомогою яких можна створити модель будь-якої молекули.

У молекулі метану ковалентний зв'язок C–H малополярний, оскільки електронегативності обох хімічних елементів різняться незначною мірою. Однак сама молекула CH_4 неполярна, бо на її «поверхні» рівномірно розподілений лише невеликий позитивний заряд, зосереджений на атомах Гідрогену.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про вуглеводні, а також про будову молекули метану.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

306. Які сполуки називають вуглеводнями? На які групи поділяють вуглеводні за особливостями хімічного зв'язку в молекулах?
307. Поясніть утворення атомом Карбону чотирьох простих ковалентних зв'язків з атомами Гідрогену в молекулі метану.

Поміркуймо

308. Назвіть масові частки хімічних елементів у метані.
309. У скільки разів метан важчий за водень?

Розв'язуймо задачу

310. У природному газі одного з родовищ об'ємна частка метану становить 91 %. Обчисліть масу метану, яка міститься в природному газі об'ємом 1 л (н. у.).

Дізнаваймося

311. За відомостями з інтернету з'ясуйте:
- а) які види сировини використовують у виробництві біогазу;
 - б) чому метан іноді називають болотним газом.

Шанс для творчості

312. Біогаз, який виробляє установка, має такий склад (в об'ємних частках): метан — 60 %, вуглекислий газ — 30 %, азот — 5 %, решта — домішки. На комп'ютері або в зошиті створіть діаграму кількісного складу цього біогазу. Визначте відношення кількості молекул указаних компонентів біогазу.

У команді

313. Запропонуйте іншу загальну назву вуглеводнів, яка походить від українських назв відповідних хімічних елементів.

Формуймо словничок

314. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

315. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 29. Властивості та застосування метану

Метан CH_4 — вуглеводень, молекули якого є симетричними та неполярними. Це, а також мала полярність зв'язків С–Н зумовлюють певні фізичні та хімічні властивості речовини. Метан разом із вуглекислим газом і паром створюють парниковий ефект на нашій планеті.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Як будова молекул метану впливає на його властивості?
- ▶ Які особливості мають реакція горіння метану і його взаємодія з хлором?
- ▶ Чому потрібно бути обережними, використовуючи метан?

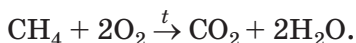
Фізичні властивості. Метан — безбарвний газ, який не має запаху. У разі охолодження до температури -162°C (за нормального тиску) він перетворюється на рідину.



1. Легший чи важчий метан за повітря і в скільки разів?
2. Чи розчиняється метан у воді? Відповідь обґрунтуйте.

Хімічні властивості. Метан вирізняється малою хімічною активністю. За стандартних умов він не взаємодіє з водою, металами, оксидами, основами, кислотами, солями. Метан реагує з киснем і галогенами — фтором, хлором, бромом.

Реакції горіння. Метан, як і більшість органічних сполук, є горючою речовиною. У повітрі він горить блідо-синім полум'ям (мал. 89):

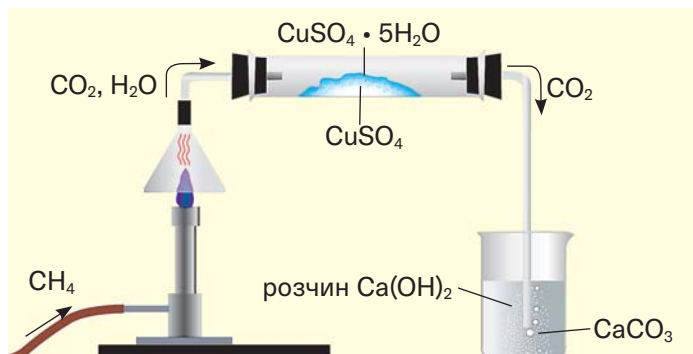


За традицією в рівняннях реакцій за участю органічних сполук записують стрілки, а не знаки рівності.

**Мал. 89.**

Горіння метану:
а — у газовому пальнику;
б — у побутовій плиті

Продукти реакції горіння метану можна виявити, виконавши дослід, зображений на малюнку 90. Зміна білого кольору безводного купрум(II) сульфату на блакитний свідчить про утворення під час горіння вуглеводню пари, яка взаємодіє із цією сіллю (продукт реакції — мідний купорос). Помутніння вапняної води спричиняє нерозчинний кальцій карбонат, що утворюється внаслідок взаємодії вуглекислого газу з кальцій гідроксидом у розчині.

**Мал. 90.**

Виявлення продуктів горіння метану

Якщо повітря (кисню) недостатньо, то під час горіння метану, крім вуглекислого газу, може утворюватися чадний газ або вуглець:



Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння. Яка речовина є окисником, а яка — відновником?

Про нестачу кисню під час горіння метану може свідчити зміна забарвлення полум'я на жовте (унаслідок світіння розжарених дрібних часточок вуглецю) або поява кіптяви¹ на поверхні посудини (каструлі, чайника), яка перебуває в полум'ї.

¹ Кіптява, або сажа, — речовина, яка майже повністю складається з атомів Карбону.

Суміші метану з повітрям або киснем є вибухонебезпечними. Достатньо іскри, щоб стався вибух (мал. 91). Тому потрібно бути дуже обережними з природним газом у побуті, користуватися лише справними газовими плитами та нагрівачами, періодично провітрювати приміщення, де вони розташовані. Не можна залишати без нагляду плиту чи опалювальний пристрій, у яких горить газ. Заборонено ставити поблизу газової плити легкозаймисті предмети.



За інформацією з інтернету з'ясуйте, за якого мінімального вмісту метану в повітрі може статися вибух.

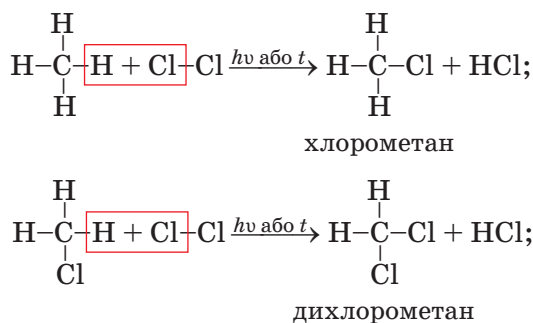
Мал. 91.

Наслідки вибуху метану

Для виявлення витoku природного газу з плити, негерметичного або пошкодженого трубопроводу в газову магістраль додають невелику кількість речовин із дуже неприємним запахом (їхня назва — меркаптани¹). Якщо ви відчули цей запах, негайно закрийте кран на газогоні й добре провітріть приміщення. У цей час не можна запалювати сірники, вмикати світло та електроприлади, бо іскра може спричинити вибух газоповітряної суміші.

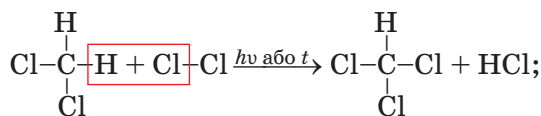
Вибухи сумішей метану з повітрям, незважаючи на запобіжні заходи, іноді трапляються у вугільних шахтах і становлять загрозу життю шахтарів.

Реакції з галогенами. Під час освітлення (дії ультрафіолетових променів)² або нагрівання метан взаємодіє із хлором. Це — реакція *заміщення*. Атоми Гідрогену в молекулі метану послідовно заміщуються атомами Хлору:

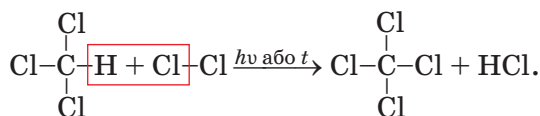


¹ Формула найпростішого меркаптану — $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{S}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$.

² Таку умову перебігу хімічного перетворення позначають літерами $h\nu$.



трихлорометан



тетрахлорометан

Інші записи цих реакцій:



Виявлено, що перший атом Гідрогену заміщується атомом Хлору важко (через високу симетричність молекули CH_4), а другий, третій і четвертий — легше.

Взаємодію між органічною сполукою і хлором називають реакцією *хлорування*, а її продукти — *хлоропохідними* цієї сполуки.

Хлорування метану можна описати такою схемою:



У ній над кожною стрілкою вказано формулу реактанту (зі знаком «плюс»), а під стрілкою — формулу «другорядного» продукту реакції — хлороводню (зі знаком «мінус»). Такий запис послідовних стадій реакції часто використовують в органічній хімії.

Одержати якусь одну органічну речовину взаємодією метану із хлором не вдається; у реакційній суміші завжди перебуває кілька хлоропохідних вуглеводню.

Метан реагує з бромом так само, як і з хлором. Суміш метану із фтором вибухає, а з йодом метан не взаємодіє. Загальна назва реакцій метану з галогенами — реакції *галогенування*.

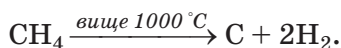
Цікавий дослід з метаном ви можете переглянути за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_29).



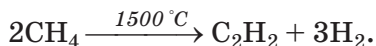
video

Застосування. Метан (природний газ) використовують як паливо — у теплоенергетиці, промисловості, побуті. Іноді він слугує заміником бензину. На транспортних засобах встановлюють балони з природним газом, який міститься в них під високим тиском (мал. 92).

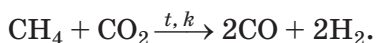
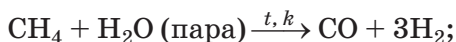
Метан є сировиною у виробництві органічних речовин, водню, сажі (наповнювач гуми). Розклад цього вуглеводню на прості речовини здійснюють за високої температури та відсутності повітря:



Термічним розкладом природного газу одержують також вуглеводень етин (ацетилен):



Реакції метану з парою та вуглекислим газом, які відбуваються за високої температури і наявності каталізаторів, здійснюють у промислових масштабах для одержання горючих газових сумішей і так званого синтез-газу — сировини для хімічної промисловості:



Фізіологічна дія. Метан у разі тривалого вдихання спричиняє отруєння, і людина може загинути. Користуючись газом у побуті, потрібно часто провітрювати приміщення.



Мал. 92.
Метанове пальне
в автомобілі

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про властивості метану, його застосування і правила поводження із цим газом.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

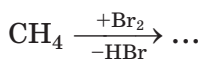
ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

316. У переліку речовин укажіть ті, з якими реагує метан: водень, кисень, бром, хлороводень, хлоридна кислота.
317. Чим зумовлений запах природного газу, що надходить у газові плити, адже чистий метан не має запаху?
318. Яких правил необхідно дотримуватися в побуті, використовуючи природний газ?

Виконаймо вправу

319. Допишіть схему бромовання метану:



320. Алюміній карбід (сполука Алюмінію з Карбоном) взаємодіє з водою з утворенням метану й алюміній гідроксиду. Ця реакція є екзотермічною. Складіть відповідне термохімічне рівняння.

Розв'язуймо задачу

321. Обчисліть об'єм хлору (в перерахунку на нормальні умови), який витрачається на повне хлорування метану кількістю речовини 1,5 моль.
322. Чи вистачить повітря об'ємом 100 л для повного спалювання метану об'ємом 5,6 л? Вважайте, що об'ємна частка кисню в повітрі становить 20 %.

Дізнаваймося

323. За матеріалами з інтернету з'ясуйте суть парникового ефекту і його частку, створювану метаном.

Формуймо словничок

324. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

325. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 30. Гомологи метану

Однією з причин численності органічних сполук є здатність атомів Карбону утворювати карбонові ланцюги різної довжини. Розглянемо, як складають такі ланцюги та отримують хімічні формули вуглеводнів, у яких атоми Карбону сполучені простим ковалентним зв'язком. З'ясуємо походження назв цих речовин і пояснимо їх подібність за властивостями.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

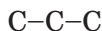
- ▶ Що означають терміни «гомологи», «гомологічний ряд»?
- ▶ Вуглеводні якого складу і будови є гомологами метану?
- ▶ Як складати формули гомологів метану і називати ці речовини?
- ▶ Чому гомологи метану мають подібні властивості?
- ▶ У яких сферах використовують гомологи метану?

Формули сполук. У попередньому параграфі йшлося про найпростіший насичений вуглеводень — метан CH_4 .

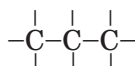
Працюємо разом

Виведемо формули насичених вуглеводнів, молекули яких містять два і три атоми Карбону.

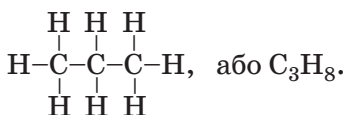
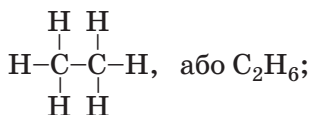
Спочатку з'єднаємо атоми Карбону рисками (простими ковалентними зв'язками):



Потім від кожного атома Карбону проведемо стільки додаткових рисок, щоб їх у нього стало чотири (атом Карбону чотиривалентний):



Після цього допишемо до кожної риски атом Гідрогену й отримаємо формули відповідних вуглеводнів:



У такий спосіб можна вивести структурні формули молекул лінійної будови інших вуглеводнів із простим ковалентним зв'язком.

Складені структурні формули можна записати в скороченому вигляді, залишивши лише риси, які відповідають зв'язкам між атомами Карбону:



Вуглеводні CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 належать до *гомологічного ряду* метану.

Гомологічний ряд — ряд органічних сполук, молекули яких подібні за будовою і різняться за складом на одну або кілька груп атомів CH_2 .

Група атомів CH_2 отримала назву «гомологічна різниця». Сполуки C_2H_6 , C_3H_8 та багато інших є *гомологами* метану.

Для того щоб скласти хімічну формулу гомолога метану із чотирма атомами Карбону в молекулі, достатньо додати до формули C_3H_8 групу атомів CH_2 . Отримуємо: $\text{C}_3\text{H}_8\text{CH}_2 \Rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}$. Цю формулу можна також вивести з формули метану: $\text{CH}_4(\text{CH}_2)_3 \Rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}$.

Якщо вуглеводень гомологічного ряду метану містить n атомів Карбону в молекулі, то його формула — $\text{CH}_4(\text{CH}_2)_{n-1}$, або $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Другу формулу використовують як загальну для алканів.

Алкани
 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$



Серед наведених формул укажіть ті, які належать сполукам гомологічного ряду метану: C_3H_6 , C_5H_{12} , C_6H_{12} , C_7H_{16} .



Скориставшись загальною формулою C_nH_{2n+2} , складіть хімічні формули алканів, молекули яких містять 4, 6 і 8 атомів Карбону.

Назви. Для чотирьох найпростіших за складом алканів використовують назви *метан*, *етан*, *пропан*, *бутан*. Назви решти гомологів метану походять від іншомовних числівників (с. 117), які відповідають кількості атомів Карбону в молекулах вуглеводнів (табл. 6). Назви метану та його гомологів мають суфікс *-ан*. Цей суфікс є і в загальній назві насичених вуглеводнів — *алкани*.

Таблиця 6

Назви і формули метану та його гомологів

Назва	Формула	
	хімічна	структурна (скорочена)
метан	CH_4	CH_4
етан	C_2H_6	CH_3-CH_3
пропан	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$
<i>н</i> -бутан*	C_4H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
<i>н</i> -пентан	C_5H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
<i>н</i> -гексан	C_6H_{14}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
<i>н</i> -гептан	C_7H_{16}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
<i>н</i> -октан	C_8H_{18}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
<i>н</i> -нонан	C_9H_{20}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
<i>н</i> -декан	$C_{10}H_{22}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

* Літера *н* перед назвою вуглеводню вказує на нерозгалужений карбоний ланцюг у молекулі сполуки.



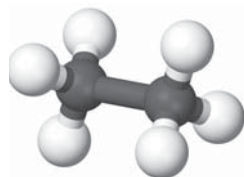
Назвіть алкан, у молекулі якого удвічі більше атомів Гідрогену, ніж у молекулі метану.

Будова молекул. Вам відомо, що молекула метану CH_4 має форму тетраедра. З'ясуємо, як розміщуються в просторі атоми в молекулах гомологів метану.



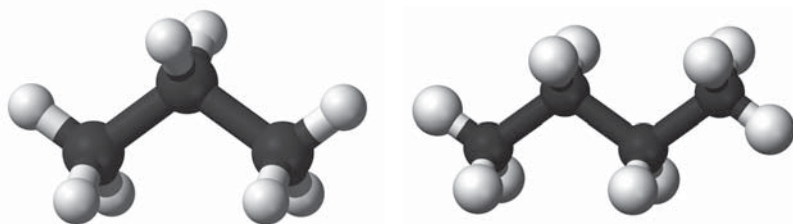
Зберіть шаростержневі моделі молекул етану і пропану, скориставшись набором для складання моделей молекул.

У виготовленій моделі молекули етану C_2H_6 є дві сполучені групи атомів CH_3 — частини молекули метану. Усі кульки-атоми розміщені не в площині, а в тривимірному просторі (мал. 93).



Мал. 93.
Модель молекули етану

У молекулах пропану, *n*-бутану (мал. 94) та інших гомологів метану центри атомів Карбону перебувають на ламаній (зигзагоподібній) лінії. Тому скорочені структурні формули молекул пропану і *n*-бутану потрібно зображати так:

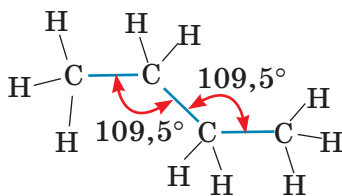


а

б

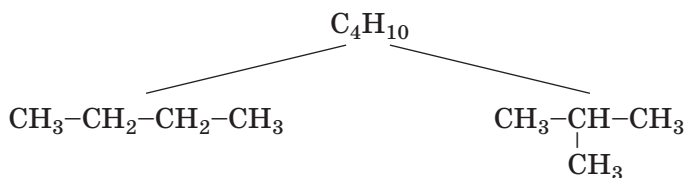
Мал. 94.
Моделі молекул:
а — пропану;
б — *n*-бутану

Зазначимо, що в молекулах алканів, як і в молекулі метану, кути між лініями, що з'єднують центри атома Карбону і сусідніх атомів, становлять $109,5^\circ$:



У шкільному курсі хімії для спрощення використовують не зигзагоподібні, а лінійні структурні формули молекул вуглеводнів.

Ізомерія. Молекули алканів можуть мати не лише лінійний карбоновий ланцюг, а й розгалужений. Наприклад, відомі два вуглеводні з однаковою хімічною формулою C_4H_{10} . Карбоновий ланцюг у молекулі однієї речовини є нерозгалуженим, а в молекулі другої речовини — розгалуженим:



Це — різні вуглеводні, які добре досліджені.

Сполуки, що мають однаковий склад, але різну будову молекул, називають *ізомерами*¹, а явище існування таких сполук — *ізомерією*.



Назвіть алкани, які не мають ізомерів.

Зі збільшенням кількості атомів Карбону в молекулах вуглеводнів кількість ізомерів різко зростає. Одну й ту саму формулу C_4H_{10} мають два вуглеводні, C_5H_{12} — три, C_6H_{14} — п'ять, C_7H_{16} — дев'ять і т. д. Існування ізомерів — одна із причин різноманітності й численності органічних сполук.

Якщо молекула вуглеводню має нерозгалужену («нормальну») будову, то перед його назвою записують літеру *n* і дефіс (табл. 6). Сполуку з формулою $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ називають *n*-бутаном, а сполука з формулою $CH_3-CH-CH_3$ отримала назву «ізобутан».



Зобразіть структурні формули молекул усіх ізомерних пентанів і доведіть, що таких сполук три.

Фізичні властивості. Етан, пропан, *n*-бутан та ізобутан за стандартних умов — гази, наступні тринадцять гомологів метану — рідини (вони мають характерний «бензиновий» запах), а решта — тверді речовини. Парафін є сумішшю переважно насичених вуглеводнів із кількістю атомів Карбону в молекулах від 18 до 35.

Температури плавлення і кипіння гомологів метану зі збільшенням кількості атомів Карбону в молекулах зростають.

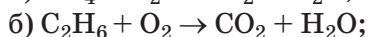
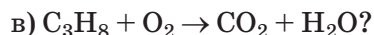
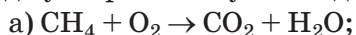


Який вуглеводень має таку саму густину, що й вуглекислий газ?

Оскільки молекули гомологів метану неполярні, ці сполуки добре розчиняються в органічних розчинниках, а у воді нерозчинні (мал. 82).

Хімічні властивості. Усі гомологи метану згоряють з утворенням вуглекислого газу і пари.

Збільшується, зменшується чи залишається постійним сумарний об'єм реактантів і продуктів під час горіння вуглеводнів (вода утворюється у вигляді пари):



Обчисліть об'єм кисню, який витрачається на згорання бутану об'ємом 2 л.

¹Термін походить від грецьких слів «іzos» — однаковий, «мерос» — частина.

Зі збільшенням відносної молекулярної маси вуглеводнів полум'я під час їх згоряння стає яскравішим. Парафінова свічка, на відміну від природного газу, горить яскраво-жовтим полум'ям (мал. 95, а). Такий колір зумовлений світінням розжарених часточок вуглецю¹; ці часточки швидко згорають. Якщо в полум'я свічки внести порцелянову чашку, обмеживши цим доступ повітря, то на поверхні чашки з'явиться кіптява (мал. 95, б). Її поява свідчить про наявність атомів Карбону у складі компонентів парафіну. За достатньої кількості повітря парафін горить з утворенням вуглекислого газу і води.



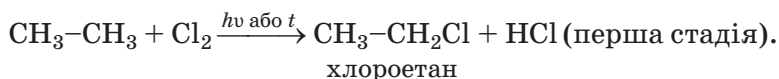
Мал. 95.

Горіння парафінової свічки:

а — у повітрі;

б — за нестачі повітря

Як і метан, його гомологи хімічно пасивні, однак за певних умов вони взаємодіють із галогенами:



Використання. Алкани широко застосовують як паливо, пальне (мал. 96, 97), а також як сировину для синтезу органічних речовин. Сумішшю зріджених пропану й бутану заповнюють балони (мал. 98), які використовують у побуті для газових плит. Якщо вентиль балона відкрити, то з нього виходитиме газ, а не рідина. Гомологи метану з кількістю атомів Карбону в молекулах від 5 до 18 є складниками бензину і гасу. Рідкі алкани та їх суміші (уайт-спірит, петролейний ефір) застосовують як розчинники й розріджувачі лаків і фарб. Різноманітне використання мають вазелін (суміш рідких і твердих насичених вуглеводнів) та парафін.

Фізіологічна дія. Газуваті й рідкі гомологи метану згубно діють на центральну нервову систему. Тверді насичені вуглеводні нетоксичні (парафін використовують із лікувальною метою).

¹ Вуглець утворюється під час термічного розкладу вуглеводнів.



Мал. 96.
Ємність із пропан-бутановою сумішшю на автозаправній станції



Мал. 97.
Зріджена суміш ізомерних бутанів для запальничок



Мал. 98.
Балони з пропан-бутановою сумішшю

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про склад, назви, будову молекул, властивості та використання гомологів метану.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

326. Які сполуки називають гомологами?
327. Чому карбоновий ланцюг у молекулах гомологів метану є зигзагоподібним, а не лінійним?
328. Вставте слова замість пропусків у речення: «Ізомери мають ... хімічну формулу і ... будову карбонового ланцюга».

Виконаймо вправу

329. Допишіть хімічне рівняння:



330. Заповніть таблицю:

C_nH_{2n+2}	M , г/моль	D_{H_2}	$w(C)$, %
			80
C_3H_8			
		36	
	100		

Розв'язуймо задачу

331. Обчисліть об'єм повітря (за н. у.), який витратиться на згорання вуглеводню $C_{20}H_{42}$ (один зі складників парафіну) масою 2 г. Вважайте, що об'ємна частка кисню в повітрі становить 20 %.
332. За нормальних умов змішали етан об'ємом 1 л і кисень об'ємом 5 л. Суміш газів підпалили. Які гази було виявлено після реакції і повернення умов до початкових? Обчисліть об'єм кожного із цих газів.
333. Назвіть газуватий вуглеводень, якщо після його спалювання утворився втричі більший об'єм вуглекислого газу, а густина вуглеводню за нормальних умов становить 1,96 г/л.

Створюймо

334. Обчисліть густину метану, етану, пропану і *n*-бутану за нормальних умов. За отриманими результатами побудуйте графік залежності густини цих алканів від відносної молекулярної маси. Поясніть цю залежність.

У команді

- *335. Чому, на вашу думку, температури кипіння гомологів метану зі збільшенням маси їхніх молекул зростають?

Формуймо словничок

336. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

337. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

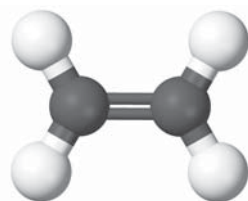
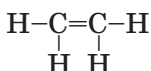
§ 31. Етен

Що станеться, якщо з молекули етану C_2H_6 «вилучити» два атоми Гідрогену? Чи існуватиме молекула, що утвориться? Так. Формулу C_2H_4 має найпростіший ненасичений вуглеводень із подвійним зв'язком між атомами Карбону в молекулі. Ця органічна сполука є важливою сировиною в хімічній промисловості.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чим різняться молекули C_2H_4 і C_2H_6 за будовою?
- ▶ Чому речовина з формулою C_2H_4 є хімічно активнішою за метан і етан?
- ▶ Як можна експериментально відрізнити вуглеводень C_2H_4 від етану?

Склад і назви сполуки. У молекулі вуглеводню C_2H_4 (мал. 99) між атомами Карбону реалізується подвійний ковалентний зв'язок. Електронна і структурна формули цієї молекули —



Структурну формулу можна записати і в скороченому вигляді: $H_2C=CH_2$ чи $CH_2=CH_2$.

Мал. 99.

Модель молекули етену

Хімічна назва сполуки C_2H_4 — *етен*. Вона має однаковий корінь із назвою вуглеводню C_2H_6 «етан», але відрізняється суфіксом. Тривіальну (традиційну) назву сполуки C_2H_4 «етилен» використовують у промисловості й техніці.

Відомо багато вуглеводнів з відкритим карбоновим ланцюгом і одним подвійним зв'язком у молекулах. Їхня загальна назва — *алкени*.



Зобразіть структурну формулу молекули вуглеводню (пропену) з трьома атомами Карбону та одним подвійним зв'язком у відкритому карбоновому ланцюзі.

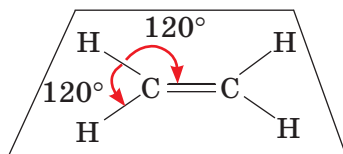


Заповніть пропуск у реченні: «Загальна формула алканів — C_nH_{2n+2} , а алкенів — ...».

Будова молекули. У молекулі етену $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ кожен атом Карбону

сполучений із трьома іншими атомами. На утворення з ними простого ковалентного зв'язку (трьох спільних пар електронів) атом Карбону «виділяє» три неспарені електрони. Четвертий електрон цього атома з електроном сусіднього атома Карбону утворює ще одну спільну пару електронів. Отже, між атомами Карбону виникає подвійний зв'язок $C=C$.

Усі атоми молекули етену C_2H_4 , згідно з дослідженнями науковців / науковиць, перебувають на одній площині, а кути між лініями, що з'єднують центри атомів, становлять по 120° :



Фізичні властивості. Етен за фізичними властивостями подібний до метану й етану. За стандартних умов це безбарвний газ зі слабким запахом, трохи легший за повітря, погано розчиняється у воді. Якщо етен охолодити до -104°C (за нормального тиску), він перетворюється на рідину.



Обчисліть густину етену (за н. у.) та його відносну густину за повітрям.

Хімічні властивості. Етен активніший за метан та інші насичені вуглеводні. Це зумовлено тим, що під час хімічних реакцій за участю етену подвійний зв'язок між атомами Карбону в його молекулі легко перетворюється на простий зв'язок.

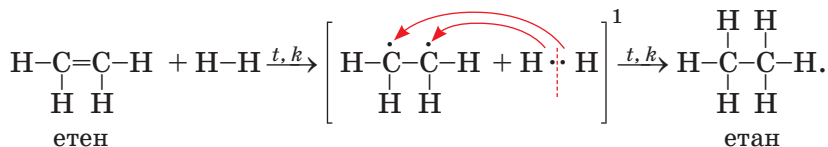
Реакція горіння. Етен, як і всі вуглеводні, є горючою речовиною. Продукти горіння цього газу за достатнього доступу повітря — вуглекислий газ і пара.



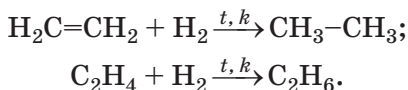
Складіть відповідне хімічне рівняння.

Реакція з воднем. На відміну від метану та його гомологів, етен бере участь у реакціях *приєднання* (так називають в органічній хімії реакції сполучення). Молекули цього ненасиченого вуглеводню можуть приєднувати молекули простих речовин — водню, галогенів.

Етен взаємодіє з воднем у разі нагрівання і за наявності каталізатора. Унаслідок реакції подвійний зв'язок у молекулі етену перетворюється на простий і до кожного атома Карбону приєднується додатковий атом Гідрогену:



Інші записи цієї реакції:

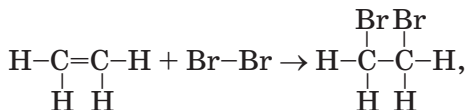


Реакції приєднання водню до органічних сполук називають реакціями *гідрування*.

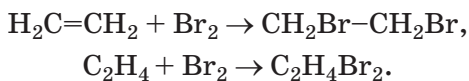
Тепер ви розумієте, чому метан і його гомологи називають насиченими вуглеводнями (їхні молекули не можуть сполучатися з іншими), а етен — ненасиченим вуглеводнем (атоми Карбону в його молекулі здатні приєднувати інші атоми й «насичуватися» ними).

¹У квадратних дужках показано молекулу вуглеводню зі зруйнованим подвійним зв'язком, унаслідок чого в кожному атомі Карбону з'явився неспарений електрон, а червоними стрілками — процес утворення спільних пар електронів між атомами Гідрогену і Карбону.

Реакції з галогенами. Взаємодія етену з галогенами супроводжується різними зовнішніми ефектами. Реагуючи із фтором, етен спалахує, а суміш хлору з етеном у разі освітлення вибухає. Етен взаємодіє також із бромом (мал. 100) та його водним розчином, який називають бромною водою (рідина бурого кольору):



або



Це — реакція *бромовання*.

За знебарвленням розчину бромовид під час пропускання в нього етену можна відрізнити цей газ від метану та його гомологів, які не реагують із бромною водою.



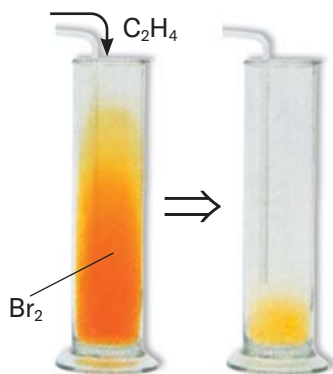
Обчисліть масу бромовид, яка прореагує з етеном об'ємом 1,12 л (н. у.).

Етен взаємодіє з галогеноводнями. Приклад відповідної реакції приєднання:



Застосування. Етен використовують у виробництві поліетилену, а також для одержання етилового спирту, органічних розчинників, інших речовин. Додавання невеликої кількості етену в повітря теплиць прискорює досягання овочів і фруктів.

Фізіологічна дія. Етен у невеликій кількості утворюється в рослинах і стимулює їх розвиток. Він діє на центральну нервову систему людини, спричиняючи запаморочення і нудоту.



Мал. 100.
Взаємодія етену
з випарами бромовид

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про етен, будову його молекули та властивості*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

338. Чим різняться насичені й ненасичені вуглеводні?
339. Охарактеризуйте будову молекули етену.
340. У переліку речовин укажіть ті, з якими реагує етен: водень, кисень, азот, бром, хлороводень.

Виконаймо вправу

341. Складіть рівняння реакції горіння етену за нестачі кисню, якщо одним із двох продуктів є карбон(II) оксид.

Розв'язуймо задачу

342. Визначте масові частки хімічних елементів в етені. (Усно.)
343. Етен об'ємом 1 л змішали з воднем об'ємом 4 л і нагріли за наявності каталізатора. Один із газів повністю прореагував. Визначте якісний склад нової суміші газів та об'ємну частку кожного компонента в ній. (Усно.)

Дізнаваймося

344. За матеріалами з інтернету з'ясуйте, чому етен називають фітогормоном і які функції він виконує в рослинах.

Формуймо словничок

345. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

346. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 32. Поліетилен

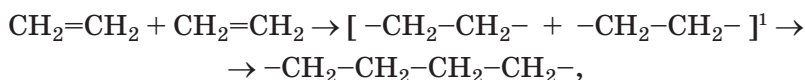
Молекули вуглеводнів з подвійним зв'язком між атомами Карбону можуть не лише приєднувати молекули водню і галогенів, а й сполучатися між собою з утворенням дуже довгих карбонових ланцюгів. Такі речовини назвали *високомолекулярними сполуками*¹. Розрізняють природні (наприклад, білки) та синтетичні (поліетилен) високомолекулярні сполуки.

¹Скорочення назви — ВМС.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

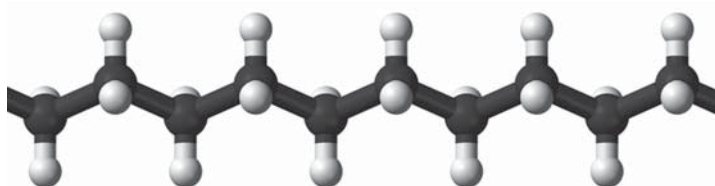
- ▶ Що таке полімер і реакція полімеризації?
- ▶ Які властивості виявляє поліетилен?
- ▶ У яких сферах застосовують поліетилен?

Полімеризація етену (етилену). За певних умов молекули етену сполучаються одна з одною внаслідок руйнування подвійних зв'язків між атомами Карбону і перетворення їх на прості зв'язки. Цей процес є досить складним. Його спрощено можна описати так: спочатку з'єднуються дві молекули етену



потім до продукту взаємодії приєднується ще одна молекула етену і т. д. Відбувається послідовне «нарощування» карбонового ланцюга.

Продуктом взаємодії великої кількості молекул етену є *поліетилен*. Дуже довгі молекули поліетилену утворені з'єднаними між собою групами атомів $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ (мал. 101).

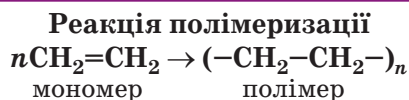
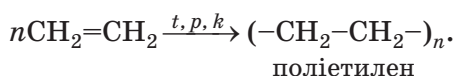


Мал. 101.
Модель фрагмента молекули поліетилену

Реакцію послідовного сполучення багатьох однакових молекул унаслідок руйнування подвійних² зв'язків називають реакцією *полімеризації*, речовину-реактант — *мономером*, а продукт — *полімером*³.

Полімер — сполука, молекули якої складаються з великої кількості груп атомів однакової будови.

Скорочений запис реакції полімеризації етену:



¹ У квадратних дужках показано молекули зі зруйнованими подвійними зв'язками.

² Або потрійних.

³ Терміни походять від грецьких слів «полі» — багато, «монос» — один, єдиний, «мерос» — частина, частка.

Поліетилен складається з молекул різної довжини, а отже, і маси. Вони мають різні значення n (від 1500 до 6000). Інтервал значень n для зразка поліетилену залежить від умов здійснення реакції полімеризації — температури, тиску, каталізатора.



Обчисліть значення n для молекули поліетилену, якщо вона важча за молекулу води в 700 разів.

Властивості поліетилену. Визначимо деякі властивості поліетилену за допомогою експерименту.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІЕТИЛЕНУ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Вам видано гранули поліетилену (мал. 102). Опишіть їх.

Помістіть гранулу поліетилену в пробірку з водою. Чи розчиняється цей полімер у воді? Легший чи важчий він за воду?

У порцелянову чашку покладіть 2–3 гранули поліетилену, поставте її на кільце лабораторного штативу та обережно нагрівайте. Що спостерігаєте? Чи розплавився поліетилен?

У три пробірки помістіть по гранулі поліетилену. В одну пробірку налийте 1 мл розчину натрій гідроксиду, у другу — стільки ж розчину сульфатної кислоти, у третю — розчин перекису водню (гідроген пероксиду).

Чи відбуваються зміни в пробірках? Про що це свідчить?

Запишіть у зошит спостереження і висновки.



Мал. 102.
Гранули поліетилену

Виконавши дослід, ви з'ясували, що поліетилен — біла або безбарвна тверда речовина, легша за воду й нерозчинна в ній. У разі нагрівання вона плавиться з утворенням безбарвної рідини¹. Поліетилен, як і багато інших органічних речовин, горить у повітрі.

¹Поліетилен не має певної температури плавлення. Залежно від умов утворення він плавиться в інтервалі температур 103–110 °C або 124–137 °C.

Поліетилен хімічно інертний. Він не взаємодіє з лугами, солями, кислотами (крім концентрованої нітратної), не реагує з бромом у водному розчині.

Вироби з поліетилену є морозостійкими, але не витримують нагрівання до 60–100 °С. За високої температури полімер розкладається. Оскільки поліетилен не розчиняється в органічних розчинниках, то для їх зберігання і транспортування використовують поліетиленову тару.

Застосування поліетилену. Поліетилен є важливим полімерним матеріалом. Виробами з нього ми постійно користуємося в побуті. Це — пакети, пакувальна плівка для харчових продуктів, різні резервуари тощо (схема 12). Поліетиленова плівка добре пропускає світло, тому нею вкривають теплиці для вирощування ранніх овочів, квітів, тропічних рослин. Поліетилен використовують у виробництві тари, труб, конструкційних деталей, медичного устаткування, а також як електроізоляційний матеріал, антикорозійне покриття.

Поліетилен — нетоксична речовина.

Схема 12

Застосування поліетилену



Поліетилен — дуже стійка речовина. Процес її розкладання в природі триває протягом сотень років. Тому використані вироби з поліетилену, залишки плівки, пакети не можна викидати будь-де (мал. 103); їх складають у спеціальні контейнери. Відходи цього та інших полімерів переробляють.



Мал. 103.
«Полімерне» сміття в лісі



Мал. 104.
Ні — поліетиленовим пакетам!

У багатьох країнах заборонено користуватися поліетиленовими пакетами в торговельній мережі, закладах харчування і надання послуг; їх замінюють виробами зі спеціального паперу або біорозкладних матеріалів (мал. 104). У 2023 р. набув чинності закон «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України».

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про поліетилен, будову його молекул та властивості, а також про реакцію полімеризації*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

347. Які речовини називають мономером і полімером?
348. Як утворюються молекули поліетилену із молекул етену?

Поміркуймо

349. Чому поліетилен, на відміну від етену, не реагує з бромною водою?

Виконаймо вправу

- *350. Складіть рівняння реакції горіння поліетилену в надлишку кисню (повітря), використавши формулу полімеру $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$.

Розв'яжуймо задачу

351. Обчисліть об'єм етилену (н. у.), що перетворився на поліетилен масою 3,5 г.

Дізнаваймося

352. На деяких виробках із поліетилену є маркування (мал. 105). За інформацією з інтернету з'ясуйте, на які властивості та умови одержання цього полімеру вказує кожна позначка.



Мал. 105.

Маркування поліетилену

Шанс для творчості

353. За матеріалами з інтернету підготуйте повідомлення про утилізацію використаних виробів із поліетилену.

Формуймо словничок

354. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

355. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

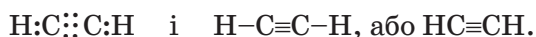
§ 33. Етин

Запитайте робітника заводу з виготовлення металевих конструкцій, чи відома йому речовина, яку називають ацетиленом. Почуєте таку відповідь: це — газ, який зберігають у балонах і використовують для різання та зварювання металів. А ще з ацетилену одержують на хімічних заводах багато органічних речовин. Його формула — C_2H_2 , а хімічна назва — етин.

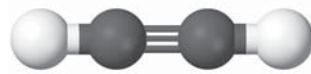
Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Яку будову має молекула C_2H_2 ?
- ▶ За якими властивостями сполуки C_2H_2 , C_2H_4 і C_2H_6 є подібними, а за якими — різняться?
- ▶ У яких галузях використовують вуглеводень C_2H_2 ?

Склад і назви сполуки. Етин є найпростішим ненасиченим вуглеводнем з потрійним зв'язком у молекулі (мал. 106). Її електронна і структурна формули —



Назва вуглеводню C_2H_2 «етин» має однаковий корінь із назвами сполук C_2H_6 «етан» і C_2H_4 «етен», але містить суфікс *-ин* (він свідчить про наявність у молекулі потрійного зв'язку). Інша назва вуглеводню «ацетилен» є тривіальною (традиційною); її використовують у промисловості й техніці.

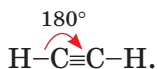
**Мал. 106.**

Модель молекули етину



1. Зобразіть структурну формулу молекули вуглеводню (пропіну) із трьома атомами Карбону та одним потрійним зв'язком у відкритому карбоновому ланцюзі.
2. Запропонуйте загальну формулу алкінів.

Будова молекули. У молекулі етину $H-C\equiv C-H$, на відміну від молекули етену, кожний атом Карбону сполучений із двома іншими атомами. На утворення з ними простого ковалентного зв'язку (двох спільних пар електронів) атом Карбону «виділяє» два неспарені електрони. Третій і четвертий електрони цього атома утворюють з двома електронами сусіднього атома Карбону ще дві спільні пари електронів. Отже, між атомами Карбону виникає потрійний зв'язок $C\equiv C$. Центри всіх атомів у молекулі етину перебувають на прямій лінії (мал. 106):



Фізичні властивості. Чистий етин за стандартних умов — безбарвний газ майже без запаху. Технічний ацетилен, який використовують для зварювання і різання металів, має неприємний запах, що зумовлений домішками. Етин, як і етен, трохи легший за повітря, погано розчиняється у воді.



Обчисліть густину етину (за н. у.) та його відносну густину за повітрям.

Хімічні властивості. Етин виявляє високу хімічну активність. Це зумовлено наявністю в його молекулі потрійного зв'язку, який унаслідок реакцій з воднем і галогенами легко перетворюється на подвійний зв'язок, а потім — на простий.

Реакція горіння. Як і всі вуглеводні, етин є горючою речовиною. Він горить у повітрі яскравішим полум'ям (мал. 107), ніж метан. Під час горіння цього вуглеводню в чистому кисні температура полум'я сягає $\sim 3000^\circ C$.

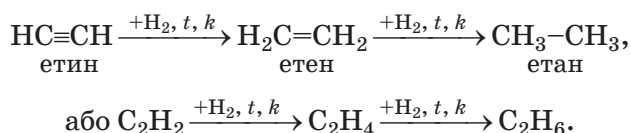
**Мал. 107.**

Горіння етину



Складіть відповідне хімічне рівняння.

Реакція з воднем. Через наявність у молекулі етину потрійного зв'язку його взаємодія з воднем має ступінчастий характер. Спочатку до молекули етину приєднується одна молекула водню та утворюється молекула етену, а потім до молекули етену приєднується друга молекула водню:



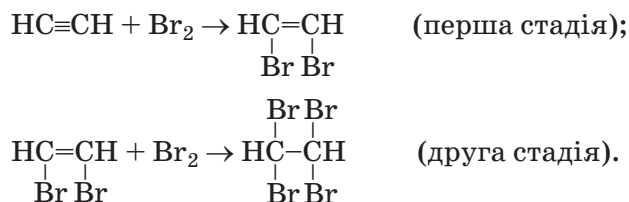
Яка назва реакції приєднання водню до речовини?

Зворотні реакції, які відбуваються з відщепленням атомів Гідрогену від молекул вуглеводнів, називають *дегідруванням*.

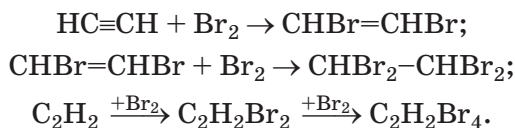


Складіть рівняння реакцій дегідрування етану й етену.

Реакції з галогенами. Етин взаємодіє з бромом, а також з його водним розчином:



Це — реакції бромовання. Інші записи та відповідна схема хімічних перетворень:



Взаємодія етину з хлором супроводжується вибухом, появою полум'я та утворенням чорного диму, що складається із дрібних часточок сажі:



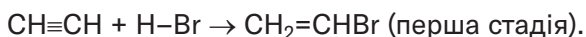
Реакція етину з хлором в органічному розчиннику відбувається так само, як і з бромом — у дві стадії.



Запишіть схему хлорування етину, позначивши у формулах речовин хімічні зв'язки між атомами Карбону.

Найактивніше етин реагує із фтором; суміш цих газів вибухає.

Етин взаємодіє з галогеноводнями; це — реакції приєднання:



Застосування. Етин (ацетилен) є сировиною для одержання полімерів, органічних розчинників, інших речовин. Цей газ використовують для зварювання і різання металів завдяки високій температурі, яка досягається під час його згоряння в атмосфері кисню. Ацетилен і кисень надходять у спеціальний пальник, а полум'я спрямовують на метал (мал. 108). Працюючи з ацетиленом, пам'ятають, що його суміші з повітрям або киснем вибухонебезпечні.



Мал. 108. Різання металу за допомогою ацетиленового пальника

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про етин, будову його молекули, властивості та використання.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

356. Охарактеризуйте будову молекули етину.
 357. Чим різняться реакції бромовання етену й етину?
 358. Заповніть таблицю:

Характеристика	Етен	Етин
Формули молекули — хімічна, електронна, структурна		
Фізичні властивості		
Хімічні властивості		

Виконаймо вправу

359. Напишіть рівняння реакції горіння ацетилену за нестачі кисню, якщо одним із двох продуктів є карбон(II) оксид.
360. Кальцій карбід CaC_2 реагує з водою з утворенням етину і кальцій гідроксиду. Складіть відповідне хімічне рівняння.

Розв'язуймо задачу

361. Під час згоряння в кисні одного об'єму вуглеводню утворюються два об'єми вуглекислого газу і один об'єм пари. Назвіть вуглеводень.
362. Обчисліть об'єми етину і водню, які було використано в хімічному експерименті, якщо утворився етан об'ємом 4 л і залишився водень об'ємом 3 л. Об'єми газів виміряно за однакових умов.

Формуймо словничок

363. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

364. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 34. Розв'язування розрахункових задач

Один із видів вашої навчальної діяльності з хімії — розв'язування задач. У параграфі та після нього є задачі, тематика яких пов'язана з вуглеводнями. Розв'язуючи їх, ви опануєте нові математичні алгоритми, а може, запропонуєте власний спосіб розв'язання.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Як використовують загальну формулу сполук гомологічного ряду в розв'язуванні задач?
- ▶ Як із найпростішої формули сполуки отримати істинну формулу?

Ми пропонуємо вам задачі, у яких необхідно вивести формулу вуглеводню за відомостями про цю сполуку чи здійснивши обчислення за рівнянням реакції, у якій органічна речовина бере участь або утворюється. Кілька задач передбачають використання загальної формули сполук гомологічного ряду метану — алканів. Деякі задачі можна розв'язати усно, без математичних обчислень, порівнявши, наприклад, кількості атомів хімічних елементів у молекулі органічної сполуки або зіставивши форму-

лу алкану з формулами продуктів його згоряння — вуглекислого газу і води. Після параграфу є задачі, у яких потрібно обчислити маси чи об'єми реагентів або продуктів реакцій чи скористатися цими відомостями.

Працюємо разом

Задача 1.

Вивести формулу вуглеводню — гомолога метану, якщо сполука має відносну молекулярну масу 100.

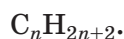
Дано:

$$M_r(\text{алкану}) = 100$$

Формула алкану — ?

Розв'язання

1. Записуємо загальну формулу алканів:



2. Складаємо вираз для обчислення відносної молекулярної маси сполуки, використавши загальну формулу алканів:

$$M_r(C_nH_{2n+2}) = n \cdot A_r(C) + (2n + 2) \cdot A_r(H) = 100.$$

3. Розв'язуємо рівняння і знаходимо n :

$$12n + (2n + 2) \cdot 1 = 100; \quad 14n = 98; \quad n = 7.$$

Відповідь: формула алкану — C_7H_{16} .



Виведіть формулу алкану, якщо його відносна густина за воднем становить 29.

Задача 2.

Визначити газуватий вуглеводень, якщо внаслідок термічного розкладу цієї речовини об'ємом 200 мл утворилися етин об'ємом 100 мл і водень об'ємом 300 мл.

Дано:

$$V(C_xH_y) = 200 \text{ мл}$$

$$V(C_2H_2) = 100 \text{ мл}$$

$$V(H_2) = 300 \text{ мл}$$

C_xH_y — ?

Розв'язання

1. Використаємо закон об'ємних відношень газів у хімічних реакціях. Визначаємо відношення об'ємів газів — реагенту і продуктів реакції:

$$\begin{aligned} V(C_xH_y) : V(C_2H_2) : V(H_2) &= \\ &= 200 \text{ мл} : 100 \text{ мл} : 300 \text{ мл} = 2 : 1 : 3. \end{aligned}$$

2. Записуємо рівняння реакції з коефіцієнтами, які дорівнюють відповідним числам в отриманому відношенні:



3. Виводимо формулу вуглеводню.

Зважаючи на однакову кількість атомів кожного елемента в обох частинах хімічного рівняння, визначаємо індекси у формулі вуглеводню:

$$\begin{aligned} 2x &= 2; & 2y &= 2 + 3 \cdot 2; \\ x &= 1; & y &= 4. \end{aligned}$$

Формула вуглеводню — CH_4 . Вуглеводень — метан.

Відповідь: метан.



Унаслідок спалювання вуглеводню кількістю речовини 0,1 моль утворилися вуглекислий газ масою 8,8 г і вода масою 1,8 г. Назвіть вуглеводень. Спробуйте розв'язати задачу усно.

Уявімо, що, розв'язавши задачу на виведення формули вуглеводню, ви отримали відношення кількостей атомів елементів у сполуці $N(\text{C}) : N(\text{H}) = 1 : 3$. Задачу розв'язано правильно, але вуглеводню CH_3 немає. Помножте обидва числа у відношенні на 2. Отримаєте: $N(\text{C}) : N(\text{H}) = 2 : 6$. Такий склад має молекула етану C_2H_6 .

Формула CH_3 є найпростішою, а C_2H_6 — істинною. Найпростішу та істинну формули мають алкани, у молекулах яких кількість атомів Карбону парна. Серед них, наприклад, — бутан C_4H_{10} , гексан C_6H_{14} .

Працюємо разом

Задача 3.

Вивести формулу алкану, масова частка Гідрогену в якому становить 15,8 %.

Дано:

$$w(\text{H}) = 15,8 \%$$

$$\text{C}_x\text{H}_y - ?$$

Розв'язання

1. Обчислюємо масову частку Карбону у вуглеводні:

$$\begin{aligned} w(\text{C}) &= 100 \% - w(\text{H}) = \\ &= 100 \% - 15,8 \% = 84,2 \%. \end{aligned}$$

2. Числа, отримані діленням мас хімічних елементів у сполуці на їхні відносні атомні маси, є пропорційними кількостям речовини елементів.

Припустимо, що маса алкану становить 100 г. Тоді маса Карбону дорівнює 84,2 г, а Гідрогену — 15,8 г. Складаємо математичний вираз і виконуємо обчислення.

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = \frac{m(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{A_r(\text{H})} = \frac{84,2 \text{ г}}{12} : \frac{15,8 \text{ г}}{1} =$$

$$= 7,02 : 15,8 = \frac{7,02}{7,02} : \frac{15,8}{7,02} = 1 : 2,25.$$

3. Індекси у формулі сполуки пропорційні кількостям речовини хімічних елементів і є цілими числами. Щоб отримати такі числа, помножимо кожне число у відношенні на 4:

$$x : y = n(\text{C}) : n(\text{H}) = (1 \cdot 4) : (2,25 \cdot 4) = 4 : 9.$$

Алкану C_4H_9 немає. Це найпростіша формула сполуки.

Збільшуємо індекси удвічі: C_8H_{18} . Таку формулу має октан.

Відповідь: C_8H_{18} (октан).

Задача 4.

Вивести формулу вуглеводню, якщо масова частка Карбону в ньому становить 85,7 %, а густина сполуки в газуватому стані за н. у. — 2,5 г/л.

Дано:

$$w(\text{C}) = 85,7 \%$$

$$\rho(\text{C}_x\text{H}_y) = 2,5 \text{ г/л}$$

$$\text{C}_x\text{H}_y \text{ — ?}$$

Розв'язання

1-й спосіб

1. Обчислюємо масову частку Гідрогену в сполучі:

$$w(\text{H}) = 100 - w(\text{C}) = 100 \% - 85,7 \% = 14,3 \%$$

2. Узявши до уваги, що в кожних 100 г сполуки міститься 85,7 г Карбону і 14,3 г Гідрогену, обчислюємо відношення індексів у формулі вуглеводню, яке дорівнює відношенню кількостей речовини елементів:

$$x : y = n(\text{C}) : n(\text{H}) = \frac{m(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{A_r(\text{H})} = \frac{85,7 \text{ г}}{12} : \frac{14,3 \text{ г}}{1} =$$

$$= 7,14 : 14,3 = \frac{7,14}{7,14} : \frac{14,3}{7,14} = 1 : 2.$$

Вуглеводню CH_2 не існує; ця його формула є найпростішою.

3. Виводимо істинну формулу сполуки, яка кратна найпростішій: $(\text{CH}_2)_n$.

Спочатку обчислюємо молярну масу вуглеводню, скориставшись формулою $M = \rho \cdot V_M$:

$$M(C_xH_y) = M[(CH_2)_n] = 2,5 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 56 \text{ г/моль}.$$

$$\text{Звідси } n = \frac{M[(CH_2)_n]}{M(CH_2)} = \frac{56 \text{ г/моль}}{14 \text{ г/моль}} = 4.$$

Істинна формула вуглеводню — $(CH_2)_4$, або C_4H_8 .¹

2-й спосіб

1. Обчислюємо масову частку Гідрогену в сполуці:

$$w(H) = 100 - w(C) = 100 \% - 85,7 \% = 14,3 \ \%.$$

2. Обчислюємо молярну масу вуглеводню:

$$M(C_xH_y) = \rho \cdot V_M = 2,5 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 56 \text{ г/моль}.$$

3. Визначаємо частини молярної маси, які припадають на Карбон і Гідроген:

$$M(C_x) = w(C) \cdot M(C_xH_y) = 0,857 \cdot 56 \text{ г/моль} = 48 \text{ г/моль};$$

$$M(H_y) = w(H) \cdot M(C_xH_y) = 0,143 \cdot 56 \text{ г/моль} = 8 \text{ г/моль}.$$

4. Виводимо формулу вуглеводню:

$$x = \frac{M(C_x)}{M(C)} = \frac{48 \text{ г/моль}}{12 \text{ г/моль}} = 4;$$

$$y = \frac{M(H_y)}{M(H)} = \frac{8 \text{ г/моль}}{1 \text{ г/моль}} = 8.$$

Відповідь: C_4H_8 .



1. Відношення об'ємів вуглекислого газу і пари, які утворюються під час спалювання алкану, становить 1 : 1,1. Визначте формулу вуглеводню і назвіть цю речовину.

2. Унаслідок спалювання алкану масою 21,5 г утворилася вода масою 31,5 г. Установіть формулу вуглеводню.

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті відповідні висновки.



Запропонуйте задачу за темою параграфа для однокласників / однокласниць. Порівняйте вашу та їхні відповіді.

¹Таку формулу має бутен — гомолог етену.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

365. Обчисліть молярну масу алкану, молекула якого містить 16 атомів Гідрогену.
366. Виведіть формулу гомолога метану, який має густину 1,96 г/л (н. у.).
367. Назвіть вуглеводень, у якому відношення мас Карбону і Гідрогену становить 4 : 1.
368. Яку формулу сполуки називають найпростішою, а яку — істинною?
369. Унаслідок спалювання вуглеводню кількістю речовини 1 моль утворилися вуглекислий газ і пара кількостями речовини по 2 моль. Установіть формулу вуглеводню (усно). Яку формулу сполуки ви отримали — найпростішу чи істинну?

Порівняймо

370. Збільшується чи зменшується масова частка Гідрогену в алканах у ряду «метан — етан — пропан — бутан — ...»? Дайте відповідь, порівнявши хімічні формули вуглеводнів.
371. У якому разі витрачається більше кисню — під час горіння однакових об'ємів етену чи етину за достатнього доступу повітря? Відповідь дайте без здійснення розрахунків.

Розв'язуймо задачу

372. З воднем прореагував етен кількістю речовини 0,25 моль. Обчисліть масу та об'єм (н. у.) етану, що утворився.
373. Унаслідок повного згоряння газуватого вуглеводню об'ємом 100 мл утворилися вуглекислий газ і пара об'ємами по 300 мл. Об'єми виміряно за однакових умов. Виведіть (усно) формулу вуглеводню.
374. Після реакції у 80 мл суміші етину з киснем залишилося 45 мл кисню, який не прореагував. Обчисліть відношення об'ємів газів у суміші до реакції.

Аналізуймо

375. Назвіть вуглеводень із молярною масою не більше 30 г/моль, молекула якого може приєднувати одну або дві молекули водню.
- *376. Визначте формулу газоподібного гомолога метану, якщо на його горіння витрачається у п'ятеро більший об'єм кисню. Скористайтесь загальною формулою алканів.

Оцінюймо свої знання

377. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 35. Галогенопохідні вуглеводнів

У промисловості, техніці, хімічних лабораторіях використовують багато органічних розчинників. Серед них є рідкі вуглеводні, а також сполуки, які походять від вуглеводнів і містять у молекулах атоми галогенів (переважно Хлору).

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чим різняться реакції насичених і ненасичених вуглеводнів з галогенами?
- ▶ Які галогеновмісні полімери є похідними поліетилену?
- ▶ У яких сферах використовують галогенопохідні вуглеводнів?

Склад і назви речовин. Ви вже знаєте, що вуглеводні взаємодіють з галогенами. Продуктами цих реакцій є *галогенопохідні* вуглеводнів; їхні загальні формули — $C_xH_yHal_z$ і C_xHal_y (Hal — F, Cl, Br, I).

Приклади формул і назв галогенопохідних метану й етану: CH_3Cl — хлорометан, CH_2Br_2 — дибромометан, C_2H_5I — йодоетан. Деякі сполуки цього типу мають тривіальні назви: $CHCl_3$ — хлороформ, CHI_3 — йодоформ.



1. Зобразіть структурні формули молекул CH_3I , C_2H_5Cl і C_2H_3Br . Насиченою чи ненасиченою є кожна органічна сполука?
2. Запишіть загальну формулу галогенопохідних алканів із двома атомами галогену в молекулі.

Властивості. Галогенопохідні вуглеводнів перебувають за стандартних умов у різних агрегатних станах. Наприклад, хлорометан CH_3Cl , тетрафлуорометан CF_4 , хлороетан C_2H_5Cl є газами, хлороформ $CHCl_3$ — летка безбарвна рідина, а йодоформ CHI_3 — тверда речовина жовтого кольору (мал. 109). Галогенопохідні вуглеводнів нерозчинні у воді, але розчиняються в органічних розчинниках.



У пробірці змішали однакові об'єми води і тетрахлорометану. Яка суміш утворилася — однорідна чи неоднорідна? Зобразіть у зошиті цю суміш у пробірці після відстоювання і позначте речовини. Необхідні фізичні властивості тетрахлорометану відшукайте в інтернеті.

Одержання. Галогенопохідні вуглеводнів можна одержати за реакціями заміщення і приєднання. Ці сполуки утворюються, наприклад, під час взаємодії метану з хлором і бромом.



Напишіть рівняння реакцій, унаслідок яких метан перетворюється на хлорометан, а ця сполука — на дихлорометан.



хлороформ



йодоформ

Мал. 109.

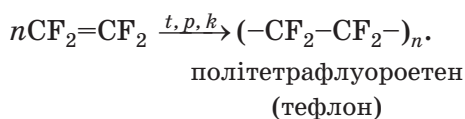
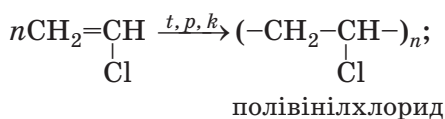
Галогенопохідні вуглеводнів

Інший спосіб одержання галогенопохідних вуглеводнів полягає у взаємодії ненасичених вуглеводнів або їх галогенопохідних з галогенами або галогеноводнями; це — реакції приєднання.



Складіть рівняння реакції дихлороетену $\text{CHCl}=\text{CHCl}$ з хлором.

Галогенопохідні ненасичених вуглеводнів беруть участь у реакціях полімеризації:



Здійснюючи на заводах ці перетворення, одержують важливі галогеновмісні полімери.

Застосування. Галогенопохідні вуглеводнів використовують для одержання багатьох органічних речовин. Серед сполук цього типу — компоненти засобів захисту рослин від шкідників і хвороб, розчинники жирів, масил і полімерів.

Найширшого застосування набули галогенопохідні метану та етану. Дихлорометан, хлороформ і тетрахлорометан є важливими розчинниками. Хлороформ раніше використовували для наркозу, але нині від нього відмовилися через токсичність. Хлороетан $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ застосовують для місцевої анестезії, а гексахлороетан C_2Cl_6 — у піротехніці, медицині, а також для знищення комах.

Флуорохлоропохідні метану (мал. 110) та етану — фреони — використовують у холо-

**Мал. 110.**Балон із фреоном CHClF_2

дильниках, кондиціонерах як холодоагенти, а ще — для наповнення аерозольних упаковок. Оскільки фреони спричиняють руйнування озонового шару в атмосфері, їх поступово замінюють екологічно безпечними речовинами.



1. За матеріалами з інтернету дізнайтеся про перетворення молекул фреонів та озону в атмосфері.
2. За інформацією в інтернеті з'ясуйте, які властивості пропану, бутану та ізобутану дають змогу замінити фреони цими вуглеводнями в аерозольних засобах.

Матеріали на основі полімерів галогенопохідних вуглеводнів застосовують у різних галузях промисловості, техніці, медицині. Полівінілхлорид ($-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$)_n використовують у виробництві електроізоляційних (мал. 111) і будівельних матеріалів, штучної шкіри, лінолеуму, труб, плівки, волокон, тари. Тефлон ($-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$)_n відрізняється від інших полімерів високою термічною і хімічною стійкістю. З нього виготовляють деталі та обладнання для хімічної промисловості. Шаром цього полімеру покривають поверхню посуду, призначеного для нагрівання (мал. 112).



Мал. 111.
Дроти з ізоляцією
із полівінілхлориду



Мал. 112.
Вироби з тефлоновим покриттям

Фізіологічна дія. Переважна більшість галогенопохідних вуглеводнів згубно впливає на живі організми; багато цих сполук є токсичними.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про галогенопохідні вуглеводнів, їхні властивості, одержання і застосування.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

378. Наведіть означення сполук, які називають галогенопохідними вуглеводнів.
379. Укажіть серед наведених формул — CHCl_3 , CCl_4 , $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ — формулу речовини, взаємодія якої з хлором є реакцією: а) заміщення; б) приєднання. Відповіді аргументуйте.

Поміркуймо

380. Запишіть формулу хлоропохідного насиченого вуглеводню, якщо відношення кількості атомів елементів у формулі таке:



Розв'язуймо задачу

381. Виведіть формулу речовини CH_xCl_x , молярна маса якої становить 85 г/моль.
382. Обчисліть масу продукту реакції приєднання, якщо з етеном прореагував хлор масою 2,0 г.
383. Обчисліть об'єм бромів ($\rho = 3,12 \text{ г/см}^3$), який прореагує на першій стадії бромовання з етаном об'ємом 5,6 л (н. у.).

У команді

384. Чи реагуватиме, на вашу думку, тефлон з водою, воднем, хлороводнем, галогенами? Свої міркування підтвердьте відомостями з інтернету.

Дізнаваймося

385. За матеріалами з інтернету з'ясуйте, які ризики для людини і довкілля пов'язані з використанням галогенопохідних вуглеводнів.
386. На упаковках деяких аерозольних засобів є позначки «No CFC». З інтернету дізнайтеся, про що свідчить така позначка.

Формуймо словничок

387. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

388. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 36. Природні джерела вуглеводнів

Вуглеводні — дуже важливі речовини для людства. Це — паливо, пальне, сировина для одержання різних органічних речовин і матеріалів, які використовують у медицині, енергетиці, військовій техніці, текстильній, харчовій та інших галузях промисловості. Вуглеводні та їх суміші ми беремо з природних джерел. Однак запаси вуглеводнів на нашій планеті вичерпуються і людство має готуватися до дефіциту цих речовин у недалекому майбутньому.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чому вуглеводні є джерелом енергії?
- ▶ Який склад мають нафта, природний і супутній нафтовий газ?
- ▶ Які нові можливості використання твердих горючих копалин?

Природні джерела вуглеводнів. Існує кілька природних джерел вуглеводнів (схема 13).

Схема 13



Запаси нафти, супутнього нафтового і природного газів на нашій планеті обмежені й постійно зменшуються. Ці горючі копалини називають невідновлювальними джерелами енергії.

Нафта є сумішшю рідких вуглеводнів, у якій розчинена невелика кількість твердих і газуватих вуглеводнів, а також інших органічних сполук. У ній міститься вода й деякі неорганічні речовини.

Нафта — темна олійста рідина зі специфічним запахом (мал. 113), легша за воду і нерозчинна в ній. У природних родовищах вона утворює з водою стійку неоднорідну суміш — емульсію. Нафта, як і інші суміші речовин, не має сталих густини й температури кипіння. Вона починає кипіти вже за слабого нагрівання (30–60 °C), а за високих температур цей процес супроводжується поступовим розкладом компонентів нафти. Перегонкою нафти (§ 37), а також її термічним розкладом одержують багато вуглеводнів та їх сумішей.

Нафта — горюча рідина (мал. 114).

Україна має невеликі нафтові родовища. Щорічний видобуток нафти в нашій державі становить у середньому 2 млн т.



За відомостями з інтернету з'ясуєте, у яких областях України є родовища нафти.

У нафтовидобуванні й торгівлі нафтою її об'єм часто вказують у барелях; один барель становить майже 159 л.



Обчисліть об'єм нафти в барелях, якщо її маса — 1 т, а густина — $0,86 \text{ г/см}^3$.

Розвідані запаси нафти можуть бути вичерпані вже в цьому столітті. Тому науковці / науковиці розробляють і реалізують технології виробництва рідкого пального з іншої сировини, зокрема з вугілля, якого на нашій планеті значно більше.

Природний газ відомий вам із побуту; його застосовують для опалення житла, нагрівання води, приготування їжі.

Основний компонент природного газу — метан (його об'ємна частка становить 85–99 %). Домішками є етан, кілька інших вуглеводнів, азот, вуглекислий газ, сірководень.

Властивості природного газу майже такі самі, що й метану. Він є горючим, а його суміші з повітрям — вибухонебезпечні.

Покладів природного газу в Україні більше, ніж нафти; вони зосереджені переважно в Харківській і Полтавській областях. Щорічний видобуток газу в країні протягом останніх десяти років становив від 18,5 до 21 млрд м^3 .



Мал. 113.
Нафта



Мал. 114.
Горіння нафти

Вітчизняній нафтогазовій промисловості — понад 100 років. Вона почала розвиватися в Галичині. Газопровід між Бориславом і Дрогобичем протяжністю понад 10 км запрацював у 1911 р. і був першим у Європі.

Супутний нафтовий газ — суміш газуватих вуглеводнів, які містяться разом з нафтою в її родовищі. За якісним складом супутній нафтовий газ нагадує природний, але метану в ньому значно менше, а етану та інших вуглеводнів — більше.

Частина цього газу розчинена в нафті. Під час просування нафти із земних надр на поверхню тиск спадає, розчинність газів зменшується і вони виділяються з неї.



Супутній нафтовий газ, який виходить із нафтовидобувної установки, має такий склад (в об'ємних частках): метан — 40 %, етан — 8 %, пропан і бутан — по 20 %, решта — домішки. Створіть діаграму кількісного складу цього газу.

Останнім часом зростає виробництво скраплених природного і супутнього нафтового газів¹. Гази перетворюють на рідини, застосовуючи сильне охолодження і стиснення. Скраплений нафтовий газ є рідкою сумішшю вуглеводнів (переважно C_3H_8 і C_4H_{10}), яка кипить в інтервалі температур $-50-0\text{ }^{\circ}\text{C}$. У рідкому стані горючі суміші речовин зручно транспортувати і зберігати (мал. 115), але це потребує використання спеціальних ємностей, підтримання низьких температур і підвищеного тиску.



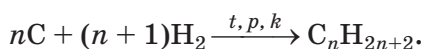
Мал. 115.

Ємності зі скрапленими природним і супутнім нафтовим газами

Тверді горючі копалини, з яких виробляють вуглеводні. Вуглеводні різного складу одержують переробленням не лише нафти, а й вугілля і горючих сланців.

Вугілля утворилося багато мільйонів років тому в надрах планети внаслідок розкладу величезних рослинних мас. Це суміш багатьох органічних речовин з високим вмістом Карбону і невеликої кількості неорганічних сполук.

Вугілля використовують як паливо (в теплоенергетиці, різних галузях промисловості, побуті), а деякі його види — для виробництва коксу, горючих газових сумішей. Взаємодією вугілля з воднем у разі нагрівання, підвищеного тиску і наявності каталізаторів одержують суміші вуглеводнів (синтетичне рідке пальне):



¹ Міжнародні позначення цих продуктів — LNG (liquefied natural gas) і LPG (liquefied petroleum gas).



На вугілля припадає понад 80 % маси всіх горючих копалин.

Існують три види вугілля — антрацит (мал. 116), кам'яне і буре. Масова частка Карбону в антрациті найбільша (94–97 %), а в бурому вугіллі — найменша (після видалення з нього води вона становить 64–80 %).

Україна багата на поклади вугілля. Найбільше родовище кам'яного вугілля — у Донецькій і Луганській областях. Значно менше його у Львівсько-Волинському басейні. Буре вугілля зосереджене переважно в Дніпровському басейні, а поклади антрациту — у Донецькому.

У вугільних пластах міститься і природний газ (метан). Невелику частину його використовують як паливо, а решта виходить в атмосферу. Незважаючи на контроль за вмістом метану в шахтах, іноді трапляються вибухи газу, які призводять до загибелі шахтарів.

«Вугільний» газ — важливий резерв для теплоенергетики України. Обсяг його щорічного видобутку в перспективі може становити кілька мільярдів кубометрів.

Горючі сланці — гірська порода, у якій містяться органічні та неорганічні речовини (мал. 117). Органічний компонент є продуктом тривалого перетворення рослинних і тваринних залишків у надрах планети. Горючі сланці використовують як паливо. Крім того, їх піддають термообробці з метою одержання горючих газів, рідкого пального, смоли.

За покладами горючих сланців Україна посідає третє місце в Європі.



Мал. 116.
Антрацит



Мал. 117.
Горючий сланець

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про природні джерела вуглеводнів, їх запаси і поклади в Україні та застосування.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

389. Охарактеризуйте склад і властивості нафти.
390. Чим супутній нафтовий газ відрізняється від природного газу?
391. Назвіть основні сфери застосування природних джерел вуглеводнів.

Розв'яжуймо задачу

392. Унаслідок спалювання антрациту масою 10 г у надлишку кисню утворився карбон(IV) оксид об'ємом 18 л (н. у.). Обчисліть масову частку Карбону в антрациті.
*393. Природний газ одного з родовищ містить 94 % метану, 2 % етану, 2 % пропану (частки об'ємні), а також азот і вуглекислий газ. Обчисліть об'єм повітря, необхідний для повного згоряння цього газу об'ємом 1 м³. Вважайте, що об'ємна частка кисню в повітрі становить 20 %.

Дізнаваймося

394. За матеріалами з інтернету з'ясуйте, які переваги і недоліки має застосування природного газу або пропан-бутанової суміші як пального в транспортних засобах порівняно з бензином.

У команді

395. Оцініть вплив спалювання викопного палива на колообіги Оксигену і Карбону в природі.

Формуймо словничок

396. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

397. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 37. Перероблення нафти

Уявіть ситуацію: бензин та інше пальне зникли на тривалий час (рік, два). Немає тепла і світла в будинках, не працюють промисловість і транспорт. Безперечно, для людства це було б сильним випробуванням, і воно не готове відмовитися від бензину, гасу, інших горючих сумішей, які виробляють із нафти.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ У чому полягає процес перегонки нафти?
- ▶ Як різняться за складом бензин, гас і мазут?
- ▶ Які перетворення відбуваються під час перероблення фракцій нафти?

Метою перероблення нафти є одержання бензину та інших видів пального (мал. 118). Крім того, нафта — цінна сировина для хімічної промисловості.



Мал. 118.
Кременчуцький
нафтопереробний завод

Сиру нафту заздалегідь зневоднюють, вилучають із неї солі¹, а також розчинені газоподібні вуглеводні.

Оснoву перероблення нафти становить перегонка. Унаслідок цього процесу одержують суміші вуглеводнів. Деякі суміші додатково переробляють, здійснюючи хімічні реакції, під час яких змінюються склад і будова молекул вуглеводнів. Ці процеси називають первинним і вторинним переробленням нафти.

Перегонка нафти. Ви вже знаєте, що нафта є сумішшю, у якій переважають вуглеводні. Оскільки кожна речовина має певну температуру кипіння, то, нагріваючи нафту, можна поступово вилучати з неї певні речовини в газуватому стані. У промисловості в такий спосіб, тобто перегонкою, з нафти одержують суміші речовин, що киплять у певних інтервалах температур. Такі суміші називають фракціями (табл. 7).

Перегонку нафти здійснюють у ректифікаційних колонах тарілчастої конструкції (мал. 119, 120). Нафту нагрівають до кипіння і разом з гарячою парою вводять у колону, де газова суміш поступово охолоджується. Спочатку зріджуються вуглеводні з більшими молекулярними масами (вони мають вищі температури кипіння), потім — із меншими. Розчинені в нафті вуглеводні, які за стандартних умов є газами, виходять із верхньої частини колони.

¹ Хлориди спричиняють сильну корозію обладнання нафтопереробного заводу.

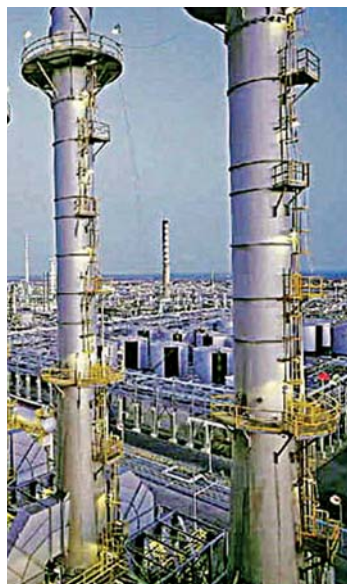
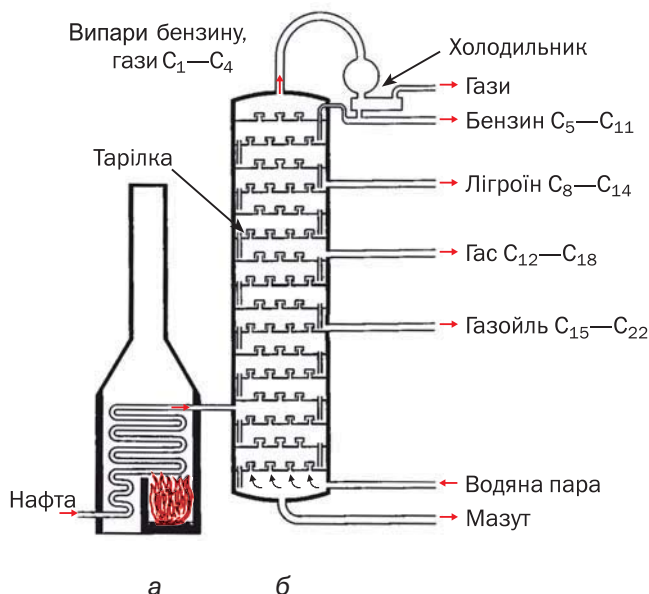
Таблиця 7

Характеристики фракцій, які одержують перегонкою нафти

Назва фракції	Кількість атомів Карбону в молекулах вуглеводнів	Інтервал температур кипіння, °C	Застосування
Бензин	$C_5—C_{11}$	40–200	Пальне для авіаційних та автомобільних двигунів
Лігроїн	$C_8—C_{14}$	150–250	Пальне для тракторів
Гас	$C_{12}—C_{18}$	180–300	Пальне для тракторів, реактивних літаків і ракет
Газойль	$C_{15}—C_{22}$	230–350	Дизельне пальне
Мазут*	$C_{23}—...$	> 350	Паливо для котлів, промислових печей; хімічна сировина**

* Залишок після перегонки нафти.

** Перегонкою мазуту у вакуумі виробляють мастила.



Мал. 119.

Схема установки для перегонки нафти:
а — трубчаста піч; б — ректифікаційна колона

Мал. 120.

Ректифікаційні
колони



Чи змінюється склад молекул вуглеводнів під час перегонки нафти?

Важливим нафтопродуктом є бензин. Його якість визначають за стійкістю до *детонації*¹. Так називають явище вибухового згоряння випарів речовини в суміші з повітрям під час стиснення. Що більше в бензині алканів, молекули яких мають розгалужену будову, і вуглеводнів із циклічними молекулами, то стійкішим він є до детонації.

Детонаційну стійкість бензину характеризують показником, назва якого — октанове число.

Октанове число для вуглеводню ізооктану², який важко детонує, узятю за 100, а для *n*-гептану, що легко детонує, — за 0. Якщо октанове число бензину становить 95 (мал. 121), то його стійкість до детонації така сама, що й суміші ізооктану та *n*-гептану з об'ємними частками вуглеводнів 95 і 5 % відповідно.

Бензин з більшим октановим числом витримує вищий тиск без детонації, і двигун може працювати потужніше.

За інформацією з інтернету з'ясуйте, які види рідкого пального використовують замість бензину. Назвіть альтернативу пальному в транспортній галузі.



Мал. 121.
Асортимент пального

Перероблення фракцій нафти. Бензин, одержаний перегонкою нафти, недостатньо якісний. З метою збільшення загального виходу бензину і поліпшення його якості здійснюють перероблення «гасової» та «газойлевої» фракцій. За певних температури і тиску, наявності каталізаторів у сумішах відбуваються реакції розкладу вуглеводнів з утворенням молекул з меншою довжиною карбонових ланцюгів і перетворення нерозгалужених карбонових ланцюгів на розгалужені та замкнені.

Докладніше про те, як переробляють фракції нафти, ви можете дізнатися з текстового фрагмента за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/1_11-2-2).



text

¹ Термін походить від латинського слова *detonare* — прогрімівати.

² Його формула: $\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$.

Щоб збільшити октанове число бензину, у нього додають речовини-антидетонатори. Колись найуживанішим антидетонатором був тетраетилсвинець ($(C_2H_5)_4Pb$) (хімічна назва сполуки — тетраетилплумбан). Однак під час згоряння «етильованого» бензину в атмосферу потрапляли токсичні сполуки Плюмбуму. Тому використання тетраетилсвинцю нині заборонене. Замість цієї речовини застосовують екологічно безпечні антидетонатори.

Результатом перероблення нафти є одержання не лише горючих сумішей газів (CH_4 — C_4H_{10}), бензину, гасу, мазуту, а ще й розчинників, мастил, речовин, які необхідні для органічного синтезу, виробництва полімерів, ліків, засобів захисту рослин.

Забруднення довкілля нафтою і нафтопродуктами. Процеси добування нафти, її очищення і перероблення, попри спеціальні заходи на підприємствах, супроводжуються потраплянням у довкілля шкідливих органічних речовин. Вони забруднюють ґрунти, водойми, повітря, згубно діють на рослини, тварин, організм людини.

Унаслідок аварій танкерів, пошкоджень нафтовидобувних платформ нафта і нафтопродукти потрапляють у моря та океани (мал. 122). Кожна тонна нафти, розтікаючись по поверхні води, утворює тонку плівку, площа якої може становити десятки, а іноді й сотні квадратних кілометрів. Це завдає серйозної шкоди мешканцям гідросфери, морським птахам, спричиняє забруднення берегів.



Мал. 122.
Наслідки витоку нафти

Нафту і нафтопродукти збирають з поверхні води за допомогою спеціальної техніки, поглинають речовинами-адсорбентами, а на суходолі видаляють разом із шаром ґрунту.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про перероблення нафти та її фракцій, а також про октанове число бензину.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

- 398. Як здійснюють перегонку нафти?
- 399. Назвіть продукти перегонки нафти. Вони є чистими речовинами чи сумішами речовин?
- 400. З якою метою переробляють фракції нафти і які саме?

Поміркуймо

- 401. На яку особливість пального вказує значення октанового числа? Більше чи менше октанове число має якісніший бензин?
- 402. Завдяки яким властивостям нафта спливає на поверхню води й перебуває на ній протягом тривалого часу?

Розв'язуймо задачу

- 403. Унаслідок перероблення фракції нафти утворилася суміш вуглеводнів, у якій масові частки ізооктану та *n*-гексану становили відповідно 11,4 і 4,3 %. Обчисліть, скільки молекул ізооктану припадає в цій суміші на одну молекулу *n*-гексану.

У команді

- 404. За матеріалами з інтернету з'ясуйте, які випадки забруднення Дніпра й Чорного моря нафтою і нафтопродуктами виявила природоохоронна організація Greenpeace за останні три роки. Підготуйте повідомлення.

Формуймо словничок

- 405. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.
- 406. Складіть двомовний словничок «Вуглеводні» із ключових слів і словосполучень, виписаних вами з параграфів 26–37.

Оцінюймо свої знання

- 407. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.
- 408. Виконайте розміщені за QR-кодами або покликаннями (<https://learningapps.org/display?v=pqswfwutn25>; <https://learningapps.org/display?v=pq70tb5p525>) тестові завдання за матеріалом параграфів 26–37.



test 1



test 2

§ 38. Оксигеновмісні органічні сполуки. Спирти

Нині відомо багато органічних сполук, молекули яких містять, крім атомів Карбону та Гідрогену, ще й атоми Оксигену. Серед них — етиловий спирт (етанол), оцтова кислота, цукор, крохмаль. Ці речовини люди використовують уже давно: спирт — розчинник і антисептик, оцтова кислота — харчова добавка, а цукор і крохмаль — харчові продукти. Оксигеновмісні органічні речовини є сировиною в хімічній промисловості, а також в інших галузях.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ На які класи поділяють оксигеновмісні органічні сполуки?
- ▶ Які сполуки належать до спиртів?
- ▶ Чому метанол і етанол необмежено розчиняються у воді?
- ▶ У чому полягає згубна дія метанолу та етанолу на організм?

Оксигеновмісні органічні сполуки. Перед ознайомленням з оксигеновмісними органічними сполуками повідомимо, що їх поділяють на класи. Кілька класів цих сполук наведено на схемі 14.

Схема 14



Літерою *R* у загальних формулах спиртів і карбонових кислот позначено «вуглеводневу» частину молекули (групу атомів Карбону й Гідрогену), яку називають *вуглеводневим залишком*.

Спільною ознакою для сполук кожного класу є наявність у їхніх молекулах функціональної (або характеристичної) групи атомів, яка

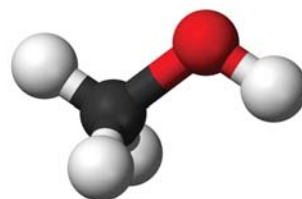
¹ Формули жирів є досить складними (§ 41).

зумовлює певні властивості цих сполук. Приклади таких груп атомів та їхні назви:

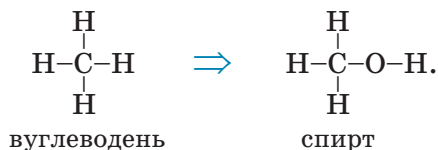


Ці групи атомів виокремлюють у хімічних формулах органічних сполук: CH_3OH , CH_3COOH (формули CH_4O , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ зазвичай не використовують). Вуглеводневим залишком у наведених формулах є група атомів $-\text{CH}_3$.

Спирти. Найпростішим за складом спиртом є метанол CH_3OH . Сполука походить від метану, у молекулі якого атом Гідрогену заміщений на OH -групу (мал. 123):

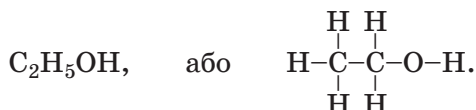


Мал. 123.
Модель молекули метанолу



Хімічна назва цього спирту складається з назви відповідного алкану і суфікса *-ол*. Тривіальна назва речовини — метиловий спирт.

Формула спирту, який походить від етану, —



Його назви вам відомі — етанол, етиловий спирт.



Метанол ще називають деревним спиртом, а етанол — винним спиртом. Обидві назви походять від сировини, з якої одержують ці спирти.



Чи можна стверджувати, що метанол і етанол є гомологами? Відповідь обґрунтуйте.

Крім метанолу й етанолу, є багато інших спиртів; їхні молекули складаються з вуглеводневих залишків і OH -груп.

Спирти — похідні вуглеводнів, у молекулах яких міститься одна або кілька гідроксильних груп.

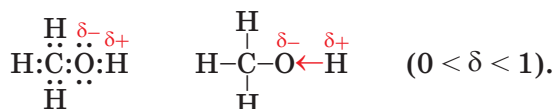
Спирти з однією гідроксильною групою в молекулах називають *одноатомними*. До них, зокрема, належать метанол і етанол. Це —

насичені органічні сполуки, оскільки атоми в їхніх молекулах сполучені простим ковалентним зв'язком.



Складіть загальну формулу насичених одноатомних спиртів, узявши за основу загальну формулу алканів.

Будова молекул. У молекулах метанолу й етанолу атом Оксигену як найбільш електронегативний притягує до себе спільні пари електронів від обох сусідніх атомів ($\text{C} \rightarrow \text{O} \leftarrow \text{H}$), причому більшою мірою — від атома Гідрогену. Унаслідок цього на атомі Оксигену виникає невеликий негативний заряд, а на атомі Гідрогену — позитивний заряд. Отже, зв'язок $\text{O}-\text{H}$ є полярним. Проілюструємо це у формулах метанолу:



Властивості. Наявність гідроксильних груп у молекулах спиртів суттєво впливає на властивості цих сполук. Серед них немає газоподібних речовин (відмінність від вуглеводнів). Метанол і етанол за стандартних умов є безбарвними рідинами з характерним («спиртовим») запахом. Вони легші за воду; густина метанолу становить $0,791 \text{ г/см}^3$, а етанолу — $0,789 \text{ г/см}^3$.

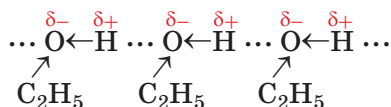
Температури кипіння метанолу та етанолу значно вищі, ніж відповідних алканів (табл. 8).

Таблиця 8

Фізичні властивості алканів і спиртів

Група, клас речовин	Назва речовини	Формула речовини	Агрегатний стан	Температура кипіння, °C
Алкани	Метан	CH_4	Гази	-161,6
	Етан	C_2H_6		-88,6
Спирти	Метанол	CH_3OH	Рідини	+64,5
	Етанол	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$		+78,3

Істотна відмінність температур кипіння вуглеводню і спирту зумовлена тим, що у спирті є водневі зв'язки:



Молекули спирту, маючи полярні зв'язки $\text{O} \leftarrow \text{H}$, притягуються одна до одної, а саме — атом H однієї молекули до атома O іншої молекули.

Водневі зв'язки також утворюються між молекулами спирту і води. Завдяки цьому метанол і етанол необмежено розчиняються у воді. В обох спиртах розчиняються луги, кислоти, деякі солі, багато органічних сполук різного складу.



Зобразіть водневі зв'язки, які утворює молекула води з двома молекулами метанолу.

Метанол і етанол — горючі рідини (мал. 124). Під час їх горіння утворюються вуглекислий газ і пара.



Напишіть рівняння відповідних реакцій.



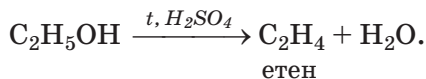
Горить не лише чистий етанол, а і його водні розчини з масовими частками спирту понад 50 %.



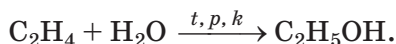
Мал. 124.

Горіння етанолу

Етанол унаслідок нагрівання з надлишком концентрованої сульфатної кислоти розкладається:



Протилежний процес — одержання етанолу з етену і води — здійснюють у промисловості:



Яку із цих реакцій називають гідратацією, а яку — дегідратацією?

Застосування. Метанол і етанол використовують насамперед як розчинники, а також для одержання органічних сполук.

Етиловий спирт — відомий дезінфекційний засіб. Його застосовують для виготовлення розчинів медичних препаратів і екстрактів лікарських рослин. Етанол є сировиною у виробництві лікєро-горілчаних напоїв.

Суміш бензину з етанолом використовують як пальне для міського транспорту (наприклад, у Бразилії). Двигун, який працює на такому пальному (мал. 125), викидає в повітря менше шкідливих речовин, ніж бензиновий. Спирт для пального виробляють з рослин (наприклад, кукурудзи, цукрової тростини); його назва — біоетанол. Використання цього спирту дає змогу зменшити кількість нафти, яку переробляють на бензин.



Додавання 5 % біоетанолу до бензинів з октановими числами 95 і 92 є обов'язковим в Україні з 01.05.2025 р.



Мал. 125.
Склад пального
на основі етанолу

У косметології використовують цетиловий спирт¹ $C_{16}H_{33}OH$. Він є компонентом кремів, запобігає зневодненню шкіри та пом'якшує її. Цей спирт — тверда речовина білого кольору, без запаху, яка плавиться за температури $49,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Молекули сполуки мають нерозгалужену будову.

Фізіологічна дія. Метанол і етанол згубно впливають на організм людини.

Метанол є сильною отрутою. За запахом він нагадує етиловий спирт. Після випадкового вживання навіть незначної кількості метанолу людина втрачає зір, а в разі більшої кількості — гине.

Потрапляння етилового спирту в організм спричиняє сп'яніння. Цей стан характеризується порушенням мовлення і координації рухів, утратою пам'яті й контролю за своїми діями, запамороченням. Значні дози алкоголю призводять до отруєння. У людей, які постійно вживають алкогольні напої, виникає хронічне захворювання — алкоголізм. Його наслідками є підвищений тиск, ураження нервової та серцево-судинної систем, печінки, підшлункової залози. Особливо небезпечний етанол для жіночого організму, оскільки спричиняє порушення, пов'язані зі спадковістю.



Метанол і етанол важко розрізнити за допомогою дослідів.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про оксигеновмісні органічні сполуки та одноатомні спирти — метанол і етанол.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

¹Хімічна назва спирту — гексадекан-1-ол. Цифра 1 указує, що ОН-група сполучена з першим атомом Карбону в карбоновому ланцюзі.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

409. Які органічні сполуки називають спиртами?
410. Як впливають водневі зв'язки між молекулами спирту на фізичні властивості речовини?

Поміркуймо

411. Дехто вважає термін «одноатомні спирти» не дуже вдалим. Як ви думаєте, чому?

Аналізуймо

412. Який зв'язок у молекулі спирту є більш полярним — O–H чи C–O? Відповідь аргументуйте.

У команді

413. Чому метанол і етанол важко розрізнити за фізичними властивостями?

Виконаймо вправу

414. У промисловості метанол одержують взаємодією чадного газу з воднем за нагрівання, підвищеного тиску і наявності каталізатора. Складіть хімічне рівняння.

Розв'язуймо задачу

415. Змішали однакові кількості речовини етанолу і води. Обчисліть масову частку спирту в утвореному розчині.
416. Обчисліть масу метанолу, унаслідок згоряння якого утворився вуглекислий газ об'ємом 5,6 л (н. у.).
417. Обчисліть об'єм етанолу, який потрібно розчинити у воді об'ємом 300 мл, щоб виготовити розчин із масовою часткою спирту 20 %. Густина етанолу наведено в тексті параграфа.

Шанс для творчості

418. Етанол має ізомер. Складіть структурну формулу молекули цієї речовини, узявши до уваги відсутність у ній гідроксильної групи. З інтернету довідайтеся про назву цієї сполуки.

Формуймо словничок

419. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

420. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 39. Багатоатомні спирти

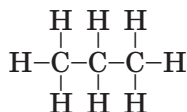
Відомі спирти, у молекулах яких міститься не одна, а кілька гідроксильних груп. Такі спирти називають *багатоатомними*. Серед них є гліцерин. Його хімічна назва — гліцерол¹. Це — рідина, яка відрізняється від метанолу й етанолу за більшістю властивостей; її іноді використовують у побуті. Деякі багатоатомні спирти є харчовими добавками.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Який склад і будова молекули гліцеролу?
- ▶ Як експериментально відрізнити гліцерол від етанолу?
- ▶ Які властивості гліцеролу зумовлюють його використання?
- ▶ Який спирт називають березовим цукром?

Гліцерол. Цієї сполуки в природі немає, але її похідні — жири — дуже поширені в рослинному і тваринному світі.

Склад і будова молекули. Молекула гліцеролу містить три атоми Карбону і три гідроксильні групи (мал. 126). Для того щоб скласти хімічну формулу сполуки, запишемо структурну формулу молекули пропану C_3H_8



і замінимо в ній три атоми Гідрогену (по одному біля кожного атома Карбону) на три OH-групи. Отримаємо структурну формулу молекули гліцеролу:

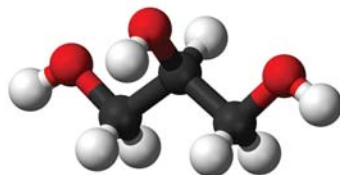


Хімічна формула сполуки — $C_3H_5(OH)_3$. Це — триатомний спирт.



Складіть структурну формулу найпростішого за складом двоатомного спирту².

Фізичні властивості. Гліцерол — безбарвна в'язка й нелетка рідина (мал. 127) без запаху, солодка на смак. Сполука трохи важча за воду



Мал. 126.
Модель молекули гліцеролу

¹ Назви походять від грецького слова «глікерос» — солодкий.

² Молекули, у яких один атом Карбону сполучений з двома або трьома гідроксильними групами, нестійкі.



Мал. 127.
Гліцерол



Мал. 128.
Горіння гліцеролу



Мал. 129.
Результат взаємодії
гліцеролу з купрум(II)
гідроксидом

(густина — $1,26 \text{ г/см}^3$), змішується з нею в будь-яких відношеннях з утворенням розчину. Цей спирт є гігроскопічним і може вбирати вологу (до 40 % від своєї маси).

Гліцерол кипить, розкладаючись, за температури $+290^\circ\text{C}$ — вищої, ніж метанол або етанол. Це й зрозуміло, бо водневих зв'язків у гліцеролі значно більше: його молекула містить три гідроксильні групи, а молекула метанолу чи етанолу — лише одну.

Хімічні властивості. Гліцерол, як і інші спирти, є горючою речовиною. Якщо невелику кількість гліцеролу налити в порцелянову чашку, нагріти й підпалити, то він горітиме майже безбарвним полум'ям (мал. 128).



Напишіть рівняння реакції горіння гліцеролу.

На відміну від метанолу та етанолу, гліцерол взаємодіє з купрум(II) гідроксидом у лужному середовищі. Унаслідок реакції утворюється розчинна сполука Купруму і розчин набуває синього кольору (мал. 129).



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВЛАСТИВОСТІ ГЛІЦЕРОЛУ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Налийте в пробірку 0,5 мл гліцеролу і такий самий об'єм води. Перемішайте рідину скляною паличкою. Чи розчиняється гліцерол у воді?

Випробуйте отриманий розчин універсальним індикаторним папірцем. Що спостерігаєте? Чи містяться в розчині гліцеролу йони H^+ або OH^- ?

В іншу пробірку налейте 2 мл розчину натрій гідроксиду і додайте кілька крапель розчину купрум(II) сульфату. Осад якої сполуки утворився? Додайте до суміші з осадом водний розчин гліцеролу і перемішайте вміст пробірки. Що спостерігаєте?

Нагрійте пробірку майже до кипіння рідини. Чи відбуваються зміни в ній?

Застосування. Гліцерол є компонентом мила, зубних паст, лікарських препаратів (мал. 130, а). Завдяки високій гігроскопічності ця речовина запобігає пересиханню шкіри. Тому її використовують у косметичних засобах (мал. 130, б).



а



б

Мал. 130.

Застосування гліцеролу:

а — у лікарському препараті;

б — у косметичних засобах



За відомостями з інтернету дізнайтеся про інші сфери використання гліцеролу.

Ксилітол і сорбітол. Ці багатоатомні спирти використовують як заміники цукру та адитиви (харчові добавки). Хімічна формула ксилітолу (ксиліту) — $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{CH}_2\text{OH}$, а сорбітолу (сорбіту) — $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$. Молекули обох спиртів мають нерозгалужений карбоновий ланцюг.



Складіть структурні формули молекул ксилітолу і сорбітолу.

Ксилітол і сорбітол, на відміну від гліцеролу, є твердими речовинами (мал. 131), які плавляться за температури 92 і 95 °C відповідно. За

хімічними властивостями ці спирти подібні до гліцеролу. Вони, зокрема, реагують із купрум(II) гідроксидом.

Ксилітол одержують переробленням кукурудзи або березової кори (сполуку ще називають березовим цукром), а сорбітол — із глюкози.



Мал. 131.
Сорбітол

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про багатотомні спирти*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

421. Чому гліцерол належить до спиртів?
422. Поясніть, чому гліцерол:
- а) має високу в'язкість;
 - б) необмежено розчиняється у воді;
 - в) замерзає за вищої температури, ніж етанол.
423. Як можна розрізнити гліцерол і етанол:
- а) за фізичними властивостями;
 - б) за хімічними властивостями?

Виконаймо вправу

424. Складіть рівняння реакцій горіння ксилітолу і сорбітолу.

Розв'язуймо задачу

425. Обчисліть масову частку гліцеролу у водному розчині, якщо молекул води в ньому у 8 разів більше, ніж молекул спирту.
426. Обчисліть об'єм кисню (н. у.), який витрачається на згоряння гліцеролу масою 4,6 г.

Дізнаваймося

427. Використавши відомості з інтернету, з'ясуйте назву найпростішого двоатомного спирту і сфери його використання.

Шанс для творчості

428. За матеріалами з інтернету з'ясуйте, у які харчові продукти і чому замість цукру додають ксилітол або сорбітол. Порівняйте ці речовини за їхньою солодкістю. Підготуйте повідомлення на тему «Ксилітол і сорбітол — цукрозамінники».

Формуймо словничок

429. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

430. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 40. Карбонові кислоти. Етанова і метанова кислоти

Ви знаєте, що серед неорганічних речовин є кислоти — безоксигенові та оксигеновмісні. Хлоридна, сульфатна і нітратна кислоти найуживаніші; їх виробляють на заводах у великій кількості. Є й органічні кислоти. Одна з них — оцтова кислота. Її водний розчин — оцет — використовують, мабуть, у кожній оселі. У торговельній мережі можна знайти також концентрований водний розчин цієї кислоти — оцтову есенцію.

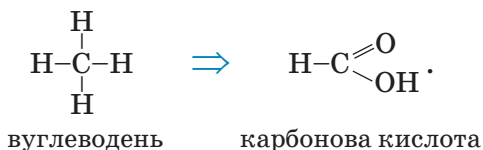
Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Які сполуки є карбоновими кислотами?
- ▶ Який склад і властивості найпростіших карбонових кислот?
- ▶ У яких сферах використовують етанову і метанову кислоти?

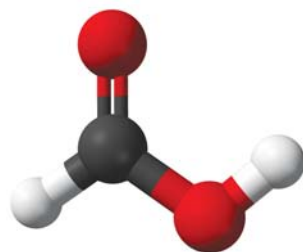
Карбонові кислоти. У цьому і наступному параграфіх ітиметься про кислоти, молекули яких, як і молекули спиртів, складаються з атомів Карбону, Гідрогену й Оксигену, але містять *карбоксильну групу* $-\text{C} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$, або $-\text{COOH}$.

Карбонові кислоти — похідні вуглеводнів, у молекулах яких є одна або кілька карбоксильних груп.

Найпростішою карбоною кислотою є метанова кислота HCOOH , яка походить від метану:



Тривіальна назва цієї речовини — мурашина кислота. У її молекулі (мал. 132) карбоксильна група сполучена з атомом Гідрогену.



Мал. 132.
Модель молекули метанової кислоти



1. Зобразіть аналогічну схему для виведення формули карбонової кислоти, яка походить від етану, і назвіть кислоту.
2. Складіть формулу карбонової кислоти, молекула якої містить три атоми Карбону, сполучені простим ковалентним зв'язком.

У рослинному світі трапляються різні карбонові кислоти — мурашина, оцтова, щавлева, яблучна, лимонна та ін. Тривіальні назви цих сполук походять переважно від назв рослин, у яких вони були виявлені (мал. 133, а). Карбонові кислоти також є в організмах комах (мал. 133, б), ссавців і людини.



а



б

Мал. 133.
Виявлення органічних кислот за допомогою універсального індикатора:
а — у лимонному соку;
б — у виділеннях мурашок

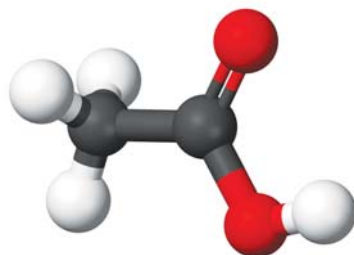


Молярна маса якої карбонової кислоти така сама, що й етанолу?

Найпростіша за складом карбонова кислота, молекула якої містить дві карбоксильні групи, — щавлева. Її формула — $\text{HOOC}-\text{COOH}$ (інший варіант запису — $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$).

Етанова (оцтова) і метанова (мурашина) кислоти. Рідину, назва якої — оцет, виготовляли люди ще в давні часи. Її використовують передусім під час приготування їжі та консервування.

Склад і будова молекул. Молекула етанової кислоти CH_3COOH (мал. 134) складається з двох частин — вуглеводневого залишку $-\text{CH}_3$ і карбоксильної групи $-\text{COOH}$:

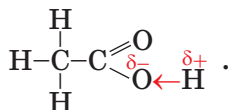


Мал. 134.

Модель молекули етанової кислоти

У молекулі метанової кислоти HCOOH немає вуглеводневого залишку.

Наявність у молекулах карбонових кислот двох атомів Оксигену спричиняє зміщення спільних пар електронів між атомами, яке є найбільшим у гідроксильній групі:



Зв'язок $\text{O}-\text{H}$ у молекулах карбонових кислот є більш полярним, ніж у молекулах спиртів. Це зумовлює відмінність хімічних властивостей кислот і спиртів.

Фізичні властивості. За стандартних умов етанова кислота є безбарвною рідиною з різким запахом. Її густина — $1,05 \text{ г/см}^3$. Якщо цю кислоту охолодити до $+16,6^\circ\text{C}$, вона починає кристалізуватися, немов замерзає (мал. 135). Тому її іноді називають льодяною (крижаною) оцтовою кислотою. Температура кипіння кислоти становить $+118^\circ\text{C}$. Вона



Мал. 135.

Чиста етанова кислота, яка зберігається в прохолодному приміщенні

вища, ніж температура кипіння етанолу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($+78,3^\circ\text{C}$). Це зумовлено утворенням у кислоті більшої кількості водневих зв'язків (її молекула містить два атоми Оксигену, тоді як молекула спирту — один атом).



Про що свідчить позначка на пляшці з етановою кислотою (мал. 135)?

Етанова кислота змішується з водою в будь-якому відношенні з утворенням розчину.

Метанова кислота подібна до етанової за фізичними властивостями. Це — рідина з різким запахом, яка необмежено розчиняється у воді. Температури плавлення і кипіння метанової кислоти нижчі, ніж етанової, і становлять $+8,3$ та 101°C відповідно.

Хімічні властивості. Етанова кислота, як і неорганічні кислоти, дисоціює у водному розчині на катіони Гідрогену та аніони кислотного залишку:



Процес відбувається внаслідок розриву ковалентних полярних зв'язків $\text{O}-\text{H}$. Катіони Гідрогену, що утворюються, змінюють забарвлення індикатора.



Складіть рівняння дисоціації метанової кислоти.

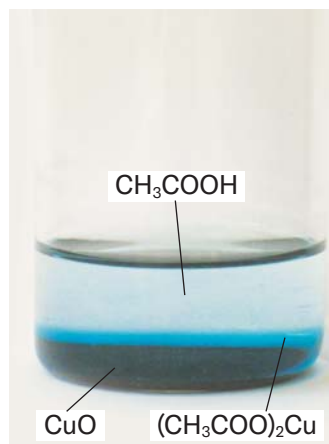
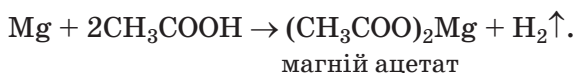
Етанова і метанова кислоти є слабкими; у їхніх розчинах міститься більше недисоційованих молекул, ніж йонів. Ступінь дисоціації етанової кислоти у водному розчині, в 1 л якого міститься 1 моль кислоти, становить за стандартних умов $0,42\%$, а метанової кислоти в розчині такої самої концентрації — $1,3\%$.

Аніон CH_3COO^- називають ацетат-іоном, HCOO^- — форміат-іоном, а солі, які містять ці йони, — ацетатами або форміатами¹.



У формулах солей органічних кислот спочатку записують аніони, потім — катіони: CH_3COONa , $(\text{HCOO})_2\text{Ba}$.

Етанова і метанова кислоти взаємодіють з активними металами з виділенням водню:

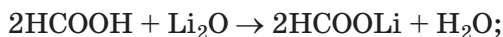


Обидві кислоти також реагують з основними й амфотерними оксидами (мал. 136), основами, амфотерними гідроксидами, солями:

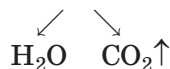
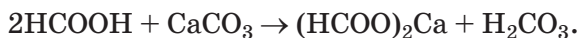
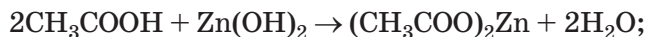
Мал. 136.

Реакція етанової кислоти з купрум(II) оксидом

¹ Назви походять від англійських назв кислот — acetic acid, formic acid.



літій форміат



Визначте сіль етанової кислоти, якщо її молярна маса становить 98 г/моль.

Випари етанової кислоти в разі підпалювання загораються. Відповідний дослід ви можете подивитися за посиланням (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_40). Горючою речовиною є й метанова кислота.



video



Складіть рівняння реакції горіння метанової кислоти.

Застосування. Етанова (оцтова) кислота відома людині ще з давнини. Її застосовують у хімічній і харчовій промисловості, у процесі фарбування тканин, у виробництві штучних волокон, домашньому господарстві. Метанову (мурашину) кислоту використовують в органічному синтезі, текстильній промисловості, медицині, сільському господарстві (засіб боротьби з хворобами бджіл і шкідниками).

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про карбонові кислоти, склад молекул етанової та метанової кислот, властивості та застосування цих кислот.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

431. Які сполуки називають карбоновими кислотами? Чим молекула карбонової кислоти відрізняється від молекули спирту?
432. Поясніть, як і чому етанова кислота дисоціює у водному розчині на йони.

Виконаймо вправу

433. Складіть рівняння реакцій і назвіть їхні продукти:

- а) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca} \rightarrow \dots$;
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Pb}(\text{OH})_2 \rightarrow \dots$;
б) $\text{HCOOH} + \text{MgO} \rightarrow \dots$;
 $\text{HCOOH} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots$.

434. Натуральне вино, контактуючи з повітрям, із часом прокисає внаслідок окиснення етанолу до оцтової кислоти. Запишіть хімічне рівняння, якщо другим продуктом реакції є вода.

Розв'язуймо задачу

435. Змішали однакові кількості речовини етанової кислоти і води. Обчисліть масову частку кислоти в розчині, який утворився.
436. Молярна маса солі етанової кислоти становить 142 г/моль. Визначте формулу цієї солі й назвіть сполуку.
437. Обчисліть масу розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 32 %, який витратили на нейтралізацію розчину етанової кислоти, якщо маса розчину кислоти становила 50 г, а масова частка кислоти в ньому — 12 %.
438. Обчисліть маси оцтової есенції та води, які потрібно використати для приготування столового оцту масою 160 г — розчину з масовою часткою оцтової кислоти 9 %. Масова частка кислоти в оцтовій есенції становить 80 %.

У команді

439. Скориставшись інтернетом, з'ясуйте, який оцет називають винним і яблучним (мал. 137). Зробіть на уроці повідомлення про ці та інші види оцту.

Шанс для творчості

440. За інформацією з інтернету підготуйте повідомлення «Метанова (мурашина) кислота в природі».

Формуймо словничок

441. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

442. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.



Мал. 137.
Різні види оцту



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Вам видано розчини етанової кислоти, натрій гідроксиду і купрум(II) сульфату, а також цинк, купрум(II) оксид, кальцій карбонат, натрій гідрокарбонат, смужку універсального індикатора і розчин фенолфталеїну.

У вашому розпорядженні — штатив з пробірками, піпетка або скляна паличка, шпатель, пробіркотримач, спиртівка або сухе пальне, керамічна підставка, сірники.

Виконайте запропоновані експерименти.

Дослід 1

Дія етанової кислоти на індикатор

Нанесіть за допомогою піпетки або скляної палички краплю розчину етанової кислоти на універсальний індикаторний папірець. Що спостерігаєте?

Дослід 2

Реакція етанової кислоти з металом

Обережно помістіть у пробірку гранулу цинку і додайте 2 мл розчину етанової кислоти. Чи помічаєте зміни в суміші речовин? Нагрійте вміст пробірки майже до кипіння рідини. Що відбувається? Наскільки активно взаємодіє кислота з металом?

Дослід 3

Реакція етанової кислоти з основним (амфотерним) оксидом

Помістіть у пробірку трохи порошку купрум(II) оксиду або іншого виданого вам оксиду і додайте 1–2 мл розчину етанової кислоти. Що спостерігаєте? За потреби нагрійте вміст пробірки, але не до кипіння.

Дослід 4

Реакція етанової кислоти з лугом

Налийте в пробірку 1 мл розчину етанової кислоти і додайте краплю розчину фенолфталеїну. Додавайте в пробірку краплями, перемішуючи, розчин натрій гідроксиду. Який зовнішній ефект засвідчить, що кислота повністю прореагувала з лугом?

Дослід 5

Реакція етанової кислоти з нерозчинною основою (амфотерним гідроксидом)

Налийте в пробірку 1 мл розчину луку і додайте стільки ж розчину купрум(II) сульфату. Що спостерігаєте?

Перемішайте суміш з осадом і долийте до неї 2 мл розчину етанової кислоти. Що відбувається в пробірці?

Нагрійте вміст пробірки майже до кипіння рідини. Чи відбуваються зміни в ній?

Дослід 6

Реакції етанової кислоти із солями

В одну пробірку помістіть невелику порцію кальцій карбонату, а в другу — натрій гідрокарбонату. У кожну пробірку додайте 1 мл розчину етанової кислоти. Що спостерігаєте?

Під час здійснення кожного дослідів записуйте свої дії та спостереження в подану нижче таблицю. Після завершення дослідів запишіть у таблицю висновки і відповідні хімічні рівняння.

Послідовність дій	Спостереження	Висновки
Дослід 1. Дія етанової кислоти ...		
...	...	...
Рівняння дисоціації кислоти:		
Дослід ...		
...	...	...
Рівняння реакції (реакцій):		

МІРКУЄМО, ПОРІВНЮЄМО, АНАЛІЗУЄМО

443. Чи зміниться результат дослідів 2, якщо замість цинку використати мідь? Відповідь обґрунтуйте.
444. Спрогнозуйте результат дослідів 6, якщо кальцій карбонат замінити натрій сульфатом.

§ 41. Вищі карбонові кислоти. Милá

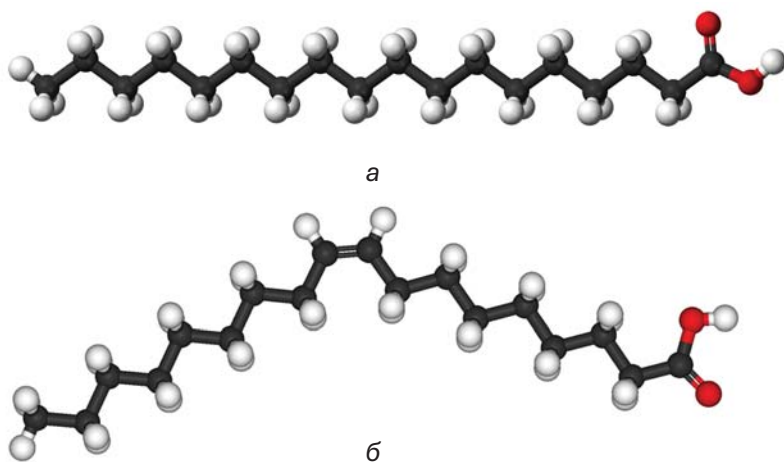
Ви вже знаєте, що кислоти трапляються не лише серед неорганічних речовин, а й серед органічних. Кожна кислота утворює багато солей. Солі деяких органічних кислот увійшли в наш побут; вони є основними компонентами миль. Крім традиційного господарського мила, є інші

тверді, а також рідкі мила. Використання господарського мила значно скоротилося, оскільки існує широкий вибір якісних і ефективних мийних засобів.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Які сполуки називають вищими карбоновими кислотами?
- ▶ Чому мила є солями?
- ▶ Як мило виявляє мийну дію?

Вищі карбонові кислоти. Карбонові кислоти, молекули яких містять 10 або більше атомів Карбону, називають *вищими*. Серед кислот цієї групи — пальмітинова $C_{15}H_{31}COOH$, стеаринова $C_{17}H_{35}COOH$ та олеїнова $C_{17}H_{33}COOH$ (мал. 138). Перші дві кислоти — насичені сполуки, оскільки містять у молекулах лише прості ковалентні зв'язки між атомами Карбону, а олеїнова кислота — ненасичена, бо має в молекулі один подвійний зв'язок $C=C$. Ці кислоти належать до так званих жирних кислот (залишки їхніх молекул містяться в молекулах жирів).



Мал. 138.

Моделі молекул
стеаринової (а)
й олеїнової (б)
кислот



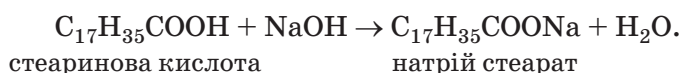
Складіть скорочену структурну формулу молекули олеїнової кислоти, позначивши в ній лише зв'язки між атомами Карбону.

Пальмітинова і стеаринова кислоти — білі тверді речовини, а олеїнова — рідина. Вони майже не розчиняються у воді.

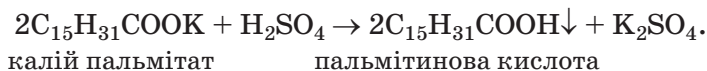


Чим можна пояснити дуже малу розчинність вищих карбонових кислот у воді?

За хімічними властивостями вищі карбонові кислоти подібні до оцтової, але є дуже слабкими. Ці сполуки реагують із лугами:



Якщо до розчину солі вищої карбонової кислоти додати розчин сульфатної кислоти, то відбувається реакція



Вищі карбонові кислоти одержують із природних жирів, здійснюючи за певних умов їх реакції з водою, а також окисненням деяких вуглеводнів — компонентів нафти.

Милá. Солі лужних елементів і карбонових кислот із кількістю атомів Карбону в аніонах від 10 до 20 називають *милáми*. (Якщо атомів Карбону в аніоні солі менше 10, то сполука не виявляє мийної дії, а якщо більше 20, то сіль практично нерозчинна у воді.) Солі Натрію і вищих карбонових кислот є твердими речовинами, а солі Калію — рідинами.

Традиційний процес виготовлення твердого мила полягає в нагріванні жиру або олії з лугом, унаслідок чого утворюється концентрований розчин, який містить солі вищих карбонових кислот (милá). Під час додавання до нього насиченого розчину кухонної солі розчинність цих солей зменшується і вони виділяються з розчину та спливають на поверхню. Цей процес називають *висолюванням*. Мило збирають і заповнюють ним форми, де воно твердне. Залежно від сорту мила в нього під час виробництва додають барвники, ароматизатори, екстракти рослин (календули, липи, ромашки та ін.).

Демонстраційний дослід з виготовлення мила із жиру ви можете подивитися за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_41).

Мийна дія мила полягає у відокремленні часточок бруду, наприклад від поверхні тканини, та утворенні емульсії чи суспензії. Розглянемо, як це відбувається.

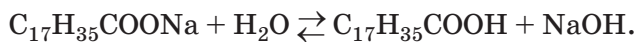


video

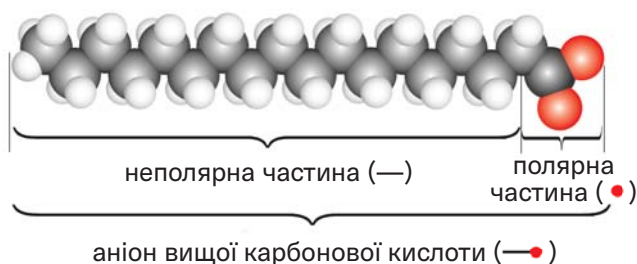


Пригадайте, які суміші є емульсіями та суспензіями.

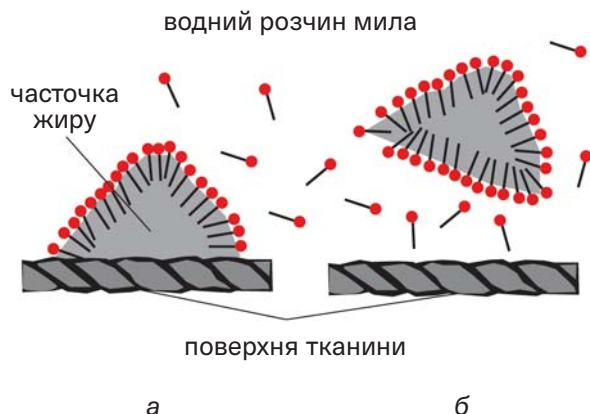
Потрапляючи у воду, мило розчиняється і частково взаємодіє з нею; унаслідок цього утворюються слабка кислота і луг:



Аніон солі $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^-$ складається із двох частин — полярної ($-\text{COO}^-$) і неполярної ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}-$) (мал. 139). Неполярна частина йона «розчиняється» в жировій частині забруднення, а полярна залишається у воді (мал. 140), сполучаючись з її молекулами водневими зв'язками. Унаслідок такої взаємодії забруднення відокремлюється від поверхні тканини разом з аніонами кислотних залишків у вигляді маленьких жирових краплинок або твердих часточок. Вони не злипаються, оскільки мають на своїй поверхні однойменний заряд (який?), а збираються навколо бульбашок повітря в піні.

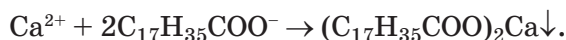
**Мал. 139.**

Модель аніона вищої карбонової кислоти

**Мал. 140.**

Мийна дія мила:
а — сполучення аніонів із часточкою жиру;
б — відокремлення часточки жиру від тканини

Використання мила має певні недоліки. Луг, невелика кількість якого утворюється у водному розчині мила, повільно роз'їдає тканини, руйнує деякі барвники. Мило втрачає свої властивості у природній воді, яка містить істотну кількість йонів Кальцію і Магнію, оскільки ці йони сполучаються з аніонами вищих кислот з утворенням малорозчинних солей (§ 15):



Нині мило майже повністю витіснили синтетичні мийні засоби (мал. 141), скорочено — СМЗ, які позбавлені зазначених недоліків.

Із застосуванням СМЗ пов'язані певні екологічні проблеми. Сучасні пральні порошки й рідкі мийні засоби містять досить стійкі речовини. Разом зі стічними водами вони потрапляють у річки, водойми, ґрунт, накопичуються в них і згубно впливають на живу природу.

До виробництва СМЗ висувають низку вимог. Ці засоби мають добре розчинятися у воді, виявляти змочувальну та мийну дію у воді з підвищеною твердістю і морській воді, бути нетоксичними й екологічно безпечними.

**Мал. 141.**

Пральний порошок

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про вищі карбонові кислоти, мила та їхню мийну дію*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

445. Охарактеризуйте склад молекул вищих карбонових кислот.
446. Напишіть рівняння реакції олеїнової кислоти з калій гідроксидом і назвіть сіль, яка утворюється.

447. Складіть рівняння реакцій:

- а) калій пальмітату з водою;
- б) магній стеарату із хлоридною кислотою;
- в) олеїнової кислоти з бромом у водному розчині.

448. Чи здатні виявляти мийну дію:

а) натрій сульфат;	в) натрій формиат;
б) калій ацетат;	г) калій стеарат?

Відповіді поясніть.

449. Обчисліть масу натрій стеарату, яка витратиться на осадження йонів Кальцію масою 1 г у певному об'ємі річкової води.

450. За відомостями з інтернету з'ясуйте, на що вказує цифра з позначкою відсотка на шматку господарського мила (мал. 142). Яку помилку щодо складників мила ви помітили в цих відомостях?



451. Проаналізуйте інформацію з інтернету про шкоду, яку спричиняє довгочасне використання фосфатовмісних мийних засобів, і підготуйте відповідне повідомлення.

Мал. 142.
Господарське мило

Формуймо словничок

452. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

453. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

454. Виконайте розміщені за QR-кодом або покликанням (<https://learningapps.org/display?v=paruugoqc25>) тестові завдання за матеріалом параграфів 38–41.



test

§ 42. Жири

Жири належать до важливих харчових продуктів. Однак цим не обмежується їхнє використання. У давні часи здатність жирів горіти застосовували для освітлення житла. Жиром змащували різні механізми, у яких відбувалося тертя, а також зброю для запобігання корозії. Різні жири й дотепер є компонентами лікувальних і косметичних засобів. Змішуючи олії з пігментами, виготовляють фарби для живопису. Жири широко використовують передусім завдяки їх доступності; вони містяться в багатьох рослинах і живих організмах.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Який склад жирів?
- ▶ Чим різняться тваринні та рослинні жири?
- ▶ Які властивості виявляють жири?
- ▶ Чому жири є важливими для живих організмів?

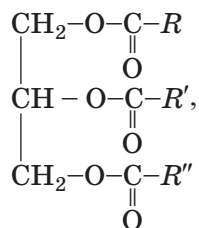
Жири разом з білками та вуглеводами становлять основу харчування (мал. 143). Кожна людина отримує ці речовини разом з їжею. Жири також утворюються в нашому організмі.



Жири — похідні гліцеролу і вищих (жирних) карбонових кислот.

Мал. 143.
Популярні жири

Загальна формула жирів —



де R , R' , R'' — вуглеводневі залишки (здебільшого різні, але можуть бути й однаковими). Найчастіше це залишки молекул насичених кислот — пальмітинової $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, стеаринової $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$, а також ненасиченої олеїнової кислоти $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$. Карбонові кислоти, від яких походять природні жири, називають *жирними*¹ (§ 41). Їхні молекули зазвичай мають нерозгалужену будову та парну кількість атомів Карбону.

Залежно від типу вуглеводневих залишків R розрізняють насичені та ненасичені жири. У ненасиченому залишку може бути один або кілька подвійних зв'язків.



Запишіть загальні формули вуглеводневих залишків — насиченого і ненасиченого з одним подвійним зв'язком.

Жири ще називають *тригліцеридами*, оскільки молекула жиру містить три кислотні залишки (мал. 144).

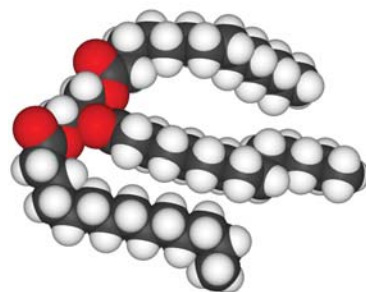
Природні жири завжди містять домішки; серед них — жирні кислоти, вітаміни, інші біологічно важливі речовини, вода.

Класифікація. За походженням жири поділяють на тваринні й рослинні.

Тваринні жири (яловичий жир, свиняче сало, вершкове масло) містять переважно сполуки, що є похідними гліцеролу й насичених кислот — стеаринової та пальмітинової. Молекули жирів морських ссавців і риб вирізняються вмістом залишків молекул ненасичених кислот, які мають щонайменше чотири подвійні зв'язки.

Рослинні жири зазвичай називають оліями. Найважливіші серед них — соняшникова, оливкова (мал. 145), кукурудзяна, лляна. Олії містять переважно жири, які є похідними олеїнової та інших ненасичених кислот. У кокосовому й пальмовому жирах переважають молекули із ненасиченими вуглеводневими залишками.

Фізичні властивості. Тваринні жири, крім риб'ячого, є твердими речовинами, а рослинні — рідинами (за винятком кокосового й пальмового).



Мал. 144.
Модель молекули тригліцерида

¹ До жирних кислот належить також масляна (бутанова) кислота $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$.

Запах, колір і смак жирів зазвичай зумовлені різними домішками.

Жири легші за воду, нерозчинні в ній (мал. 146), але добре розчиняються в бензині, гасі, інших органічних розчинниках. Деякі розчинники використовують для чищення тканин від жирових плям. Під час інтенсивного перемішування рідких жирів з водою утворюються емульсії (приклад такої емульсії — молоко).



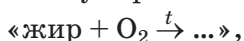
Чому жири не розчиняються у воді?

Жир не має сталої температури плавлення, оскільки є сумішшю тригліцеридів; він плавиться в певному температурному інтервалі. Температури плавлення жирів залежать від того, якими кислотами вони утворені. Якщо молекули жирів містять залишки молекул насичених кислот, то ці речовини плавляться за вищих температур і за стандартних умов є твердими. Жири, які походять від ненасичених кислот, — рідини.

Хімічні властивості. У разі підпалювання жири загоряються; утворюються вуглекислий газ, пара і виділяється значна кількість теплоти.



Допишіть схему горіння жиру



позначивши тепловий ефект реакції.

За нагрівання до 250–300 °С жири розкладаються з утворенням сумішей речовин.



За відомостями з інтернету з'ясуйте, які жири є найбільш термостійкими і чому.

У вологому повітрі жири повільно окиснюються. Більшість продуктів таких реакцій має неприємний запах і гіркий смак (пригадайте запах і смак несвіжого вершкового масла). Деякі ненасичені жири внаслідок окиснення тверднуть (ніби висихають).

Одним із важливих промислових процесів є *гідроліз*¹ жирів. Він відбувається за температури 200–250 °С і тиску 20–25 атм або за наявності каталізаторів:



Мал. 145.

Популярні олії —
оливкова і соняшникова

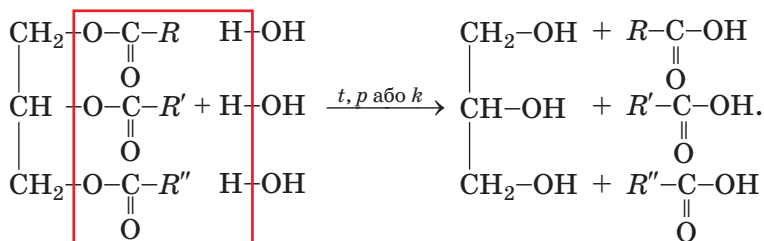


Мал. 146.

Суміш соняшникової олії
та води

¹Термін походить від грецьких слів «гідор» — вода і «лізис» — розклад.

жир + вода (пара) $\xrightarrow{t, p \text{ або } k}$ гліцерол + жирні кислоти;



Якщо гідроліз жирів здійснювати за наявності лугу, то замість кислот утворюються суміші їх солей — мила. Такий процес називають *омиле- ням жирів*.



Запишіть формулу солі — продукту реакції калій гідроксиду із жиром, у молекулі якого є три залишки стеаринової кислоти.

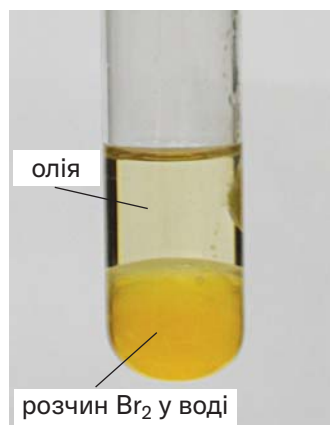
Гідроліз жирів відбувається і в живих організмах; у цих перетворен- нях беруть участь ферменти.

Рідкі (ненасичені) жири можуть взаємодіяти з воднем і перетворю- ватися на тверді жири¹. Для здійснення такої реакції олію нагрівають до температури 160–240 °С і пропускають у неї під тиском водень за на- явності каталізатора:

рідкий жир + водень $\xrightarrow{t, p, k}$ твердий жир.

Додаючи до жиру, який утворився, молоко, вершкове масло, невелику кількість вітамінів А і D, виробляють маргарин. Твердий жир також ви- користовують для технічних потреб і як сировину у виробництві мила.

Ненасичені жири реагують і з галогенами (мал. 147). Атоми галоген- нів приєднуються до атомів Карбону, сполучених подвійними зв'язками в молекулах жиру, й утворюються насичені сполуки.



Мал. 147.
Взаємодія
олії
з бромом
у водному
розчині

¹Їх називають гідрогенізованими жирами.



Експериментуємо вдома

ДОСЛІДЖУЄМО ВЗАЄМОДІЮ ЙОДУ З ОЛІЄЮ

Налийте в пробірку 1–2 мл олії та додайте краплю йодної настоянки.

Струсіть суміш. Які зміни сталися в ній?

Запишіть у зошит висновок за результатом виконаного експерименту.

Одержання. Уперше синтез жиру здійснив французький хімік М. Бертло в 1854 р., нагріваючи гліцерол із вищою карбоною кислотою в запайній посудині. Пізніше було винайдено інші методи синтезу жирів. Однак усі вони не набули промислового значення. Оскільки жири дуже поширені в природі, їх вилучають з природної сировини.

Виробництво олії здійснюють двома способами. За одним способом висушене й очищене від домішок насіння соняшника або інших рослин подрібнюють, нагрівають і пресують. Олію, яка виділяється, очищують і розливають у різні ємності (мал. 148). Нагрівання потрібне для зменшення в'язкості олії, щоб її легше було вилучати з насіння пресуванням.

Крім того, за підвищеної температури припиняється дія ферментів, які розкладають жири і спричиняють їх згіркнення.

Інший спосіб полягає в обробленні насіння нагрітим летким розчинником (гексаном), у якому олія розчиняється. Потім розчинник видаляють перегонкою, а олію охолоджують і фільтрують.



Чим, на ваш погляд, можуть різнитися олії, отримані першим і другим способами?

Застосовують також комбінований спосіб — спочатку з насіння вилучають більшу частину олії пресуванням, а після цього насіння обробляють розчинником.

Україна виробляє 25 % усієї соняшникової олії у світі і є найбільшим її експортером.

Твердий жир одержують із тваринної сировини витоплюванням. Жир плавиться і відокремлюється від залишків м'яса, води, інших речовин. Його очищують і заливають у форми для тверднення. Вершкове масло виробляють із вершків.



Мал. 148.
Фасування олії

Застосування. Жири використовують у харчовій промисловості, медицині, техніці, косметології. Із жирів одержують гліцерол, мило, оліфу, багато інших речовин.

Біологічна роль. Жири є одними з найважливіших харчових продуктів. Вони — основне джерело енергії в організмі. У разі повного окиснення 1 г жиру в організмі виділяється в середньому 39 кДж теплоти, що вдвічі більше за енергію, яку «виробляє» така сама маса білків чи вуглеводів. Виділення великої кількості води внаслідок окиснення жиру має виняткове значення для тварин (наприклад, верблюдів), які змушені тривалий час жити без води.

Висока харчова цінність жирів зумовлена також розчинністю в них вітамінів А, D, Е і К.

Жири беруть участь у терморегуляції живих організмів. Вони погано проводять теплоту й тому захищають від переохолодження пінгвінів, китів, тюленів, інших тварин.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про жири, їхній склад, класифікацію, властивості, застосування та функції в організмі*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

455. Назвіть кілька твердих і рідких харчових жирів.
456. Охарактеризуйте склад молекули жиру. Чим різняться молекули твердого й рідкого жирів?
457. Зобразіть скорочену структурну формулу молекули жиру, якщо вона містить три залишки пальмітинової (або олеїнової) кислоти.

Аналізуймо

458. У молекулі жиру, вилученого з рослинної сировини, є три залишки $C_{17}H_{31}COO-$. Назвіть кількість подвійних зв'язків у такому залишку.

Створюймо

459. Намалюйте діаграму кількісного складу соняшникової олії, якщо середні значення масових часток її складників такі: насичені

жири — 12 %, жири з одним подвійним зв'язком у вуглеводнево-му залишку — 20 %, жири з кількома подвійними зв'язками в такому залишку — 63 %, інші речовини — 5 %.

Виконаймо вправу

460. Складіть рівняння реакції горіння жиру, у молекулі якого — три залишки стеаринової кислоти.

Розв'яжуймо задачу

461. У молочному жирі масові частки насичених і ненасичених жирів становлять 72 і 28 % відповідно. Обчисліть масу жирів кожного виду в склянці молока, якщо його маса — 250 г, а жирність — 3,2 %.

У команді

462. За відомостями з інтернету з'ясуйте, які речовини, крім жирів, є складниками вершкового масла. Що означає цифра з позначкою відсотка на упаковці масла? Які види вершкового масла пропонують у торговельній мережі? Назвіть вид масла, якому варто надавати перевагу і чому.

Формуймо словничок

463. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

464. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 43. Вуглеводи. Глюкоза

Слово «вуглеводи» ми часто чуємо в розмовах про харчування і норми вживання продуктів. Найчастіше згадують цукор, рідше — глюкозу, крохмаль. До вуглеводів належить і група інших органічних речовин. Вони, як і жири, дуже поширені в природі.

Дізнаєтесь, зрозумієте, використаєте

- ▶ Які сполуки називають вуглеводами?
- ▶ Якими є склад і властивості глюкози?
- ▶ Як експериментально виявити глюкозу?

Вуглеводи. У кожній рослині міститься органічна речовина, назва якої — целюлоза. Вона, а також крохмаль, сахароза (звичайний цукор),

глюкоза є *вуглеводами*. Загальна формула сполук цього класу — $C_n(H_2O)_m$, або $C_nH_{2m}O_m$ (n і m можуть мати значення 5 і більше). У разі сильного нагрівання без доступу повітря вуглеводи розкладаються на просту речовину вуглець і воду (мал. 149). Але у вуглеводах немає молекул води й окремих атомів Карбону.

Вуглеводи
 $C_n(H_2O)_m$



Назви багатьох вуглеводів мають суфікс *-оз-(а)*.

Деякі вуглеводи складаються з порівняно невеликих молекул, інші — з молекул, що містять тисячі атомів.



Доведіть, що склад молекули оцтової кислоти CH_3COOH відповідає загальній формулі вуглеводів $C_n(H_2O)_m$. Чому цю сполуку не називають вуглеводом?

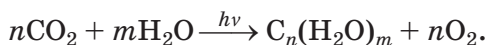
У зелених рослинах вуглеводи утворюються з неорганічних речовин (вуглекислого газу, води, розчинних солей) унаслідок *фотосинтезу*. Це — складний процес, який відбувається за участю сонячної енергії та зеленого пігменту хлорофілу. Його схема —



Мал. 149.
Термічний розклад вуглеводу

вуглекислий газ + вода $\xrightarrow{h\nu}$ вуглеводи + кисень,

а узагальнене хімічне рівняння —



Людина отримує вуглеводи з рослин із їжею, а тварини — з кормами. Ці речовини є для організму джерелом енергії, яка виділяється під час хімічних реакцій за їх участю.

Глюкоза. Цей вуглевод іноді називають виноградним цукром; глюкоза міститься у фруктах (найбільше — у винограді), меді, а в дуже малій кількості — у крові людини і тварин.

Глюкоза
 $C_6H_{12}O_6$

Склад і властивості. Хімічна формула глюкози — $C_6H_{12}O_6$. У молекулі сполуки є кілька OH -груп.



Порівняйте істинну і найпростішу формули глюкози із загальною формулою вуглеводів.



Обчисліть масові частки хімічних елементів і відношення їхніх мас у глюкозі.

Глюкоза — білий порошок або безбарвні кристали (мал. 150). Речовина добре розчиняється у воді, має солодкий смак, але менш солодка, ніж цукор.

У лужному середовищі глюкоза, як і гліцерол, взаємодіє з купрум(II) гідроксидом. Під час цієї реакції утворюється розчинна сполука, а розчин набуває блакитного забарвлення (мал. 151, а). Якщо отриманий розчин нагріти, то з'являється жовтий осад, колір якого змінюється на червоний (мал. 151, б). Обидві частини цього експерименту ви можете побачити за покликаннями у QR-кодах (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_431; https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_432).

Зауважимо, що в блакитних розчинах продуктів реакцій гліцеролу та етанової кислоти з купрум(II) гідроксидом (§ 39, 40) не відбуваються зміни в разі нагрівання.



Мал. 150.
Глюкоза



video



video



Мал. 151.
Результат взаємодії глюкози з купрум(II) гідроксидом



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВЛАСТИВОСТІ ГЛЮКОЗИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Помістіть у пробірку невелику кількість глюкози, щоб вона вкрила дно, налейте 1–2 мл води і перемішайте суміш скляною паличкою. Чи швидко розчинилася речовина у воді?

Випробуйте отриманий розчин універсальним індикаторним папірцем. Що спостерігаєте? Чи містяться в розчині глюкози йони H^+ або OH^- ?

Налийте в другу пробірку 2 мл розчину натрій гідроксиду і додайте кілька крапель розчину купрум(II) сульфату. Осад якої сполуки утворився? Якого він кольору?

До отриманої суміші додайте розчин глюкози і перемішайте вміст пробірки. Що спостерігаєте?

Обережно нагрівайте рідину. Запишіть у зошиті зміни, які відбуваються в пробірці.

Глюкоза може взаємодіяти з воднем. Продуктом такої реакції є шеститомний спирт сорбітол (§ 39).

Серед вуглеводів є речовина, хімічна формула якої така сама, що й глюкози, — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Її назва — фруктоза. Про цей ізомер глюкози ви можете дізнатися за покликанням у QR-кодi (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_43-3).



text

Одержання і використання. У промисловості глюкозу виробляють, здійснюючи за певних умов реакції крохмалю або цукру з водою.

Глюкоза є сировиною для кондитерської промисловості (мал. 152, а). З неї одержують аскорбінову кислоту (вітамін С), кальцій глюконат, інші речовини. Глюкозу також використовують у медицині (мал. 152, б, в) як легкозасвоювану і калорійну речовину в разі виснаження або слабкості людини; ця сполука є компонентом кровозамінних рідин.



а



б



в

Мал. 152.

Застосування глюкози: а — печиво; б, в — фармацевтичні препарати

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про вуглеводи, глюкозу, її склад, властивості та використання*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

465. Які сполуки називають вуглеводами? Поясніть походження цієї назви.
466. Охарактеризуйте властивості глюкози.

Аналізуймо

467. Чому загальна формула вуглеводів $n\text{C} \cdot m\text{H}_2\text{O}$ є некоректною?
468. Переконайтеся, що найпростіші формули глюкози й етанової кислоти однакові. Чи є ці речовини ізомерами? Відповідь аргументуйте.

Виконаймо вправу

469. Складіть рівняння реакції, яка відбувається під час фотосинтезу з утворенням глюкози.

Розв'язуймо задачу

470. Обчисліть масу води, у якій потрібно розчинити глюкозу масою 50 г, щоб виготовити розчин із масовою часткою вуглеводу 25 %.
471. Під час кип'ятіння розчину глюкози, маса якого становила 200 г, а масова частка розчиненої речовини — 12 %, випарилася вода масою 40 г. Обчисліть масову частку вуглеводу в розчині, який залишився.
- *472. Визначте розчинність глюкози за температури 20 °C (у грамах у 100 г води), якщо в її насиченому розчині масою 80 г за вказаної температури міститься вода масою 43,7 г.

У команді

473. Наскільки вдалою, на ваш погляд, є назва групи органічних речовин «вуглеводи»? За інформацією з інтернету з'ясуйте, якою є англійська назва вуглеводів. Запропонуйте свій варіант української назви цих сполук.

Шанс для творчості

474. За даними, наведеними в таблиці, побудуйте графік залежності розчинності глюкози від температури. Скориставшись графіком, визначте масову частку глюкози в розчині, насиченому за температури 40 °С.

Температура, °С	Розчинність глюкози, г / 100 г води
25	91
30	125
50	244
70	357

475. Використавши матеріали з інтернету, підготуйте повідомлення про роль глюкози в організмі людини.

Формуймо словничок

476. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

477. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 44. Сахароза

Багато хто з вас полюбляє різні солодоші та солодкі напої. І не тому, що цукор є одним із джерел енергії для організму. Солодкий смак викликає в людини певне задоволення, заспокоює. Але потрібно пам'ятати рекомендації дієтологів щодо обмеження вживання цукру і продуктів, які містять цей вуглевод.

Дізнаєтесь, зрозумієте, використаєте

- ▶ Якими є склад і властивості сахарози?
- ▶ Як виробляють сахарозу?
- ▶ У яких сферах використовують сахарозу?

Сахароза — сполука, відома всім. Це звичайний цукор, який є важливим харчовим продуктом. Найбільше цієї речовини міститься в цукровому буряку і цукровій тростині (мал. 153); масова частка сахарози в них може сягати 27 %. Сполука є також у листі й соку дерев, фруктів, овочів; вона утворюється в рослинах під час фотосинтезу.

**Мал. 153.**

Рослини з високим
умістом сахарози:
а — цукровий
буряк;
б — цукрова
тростина

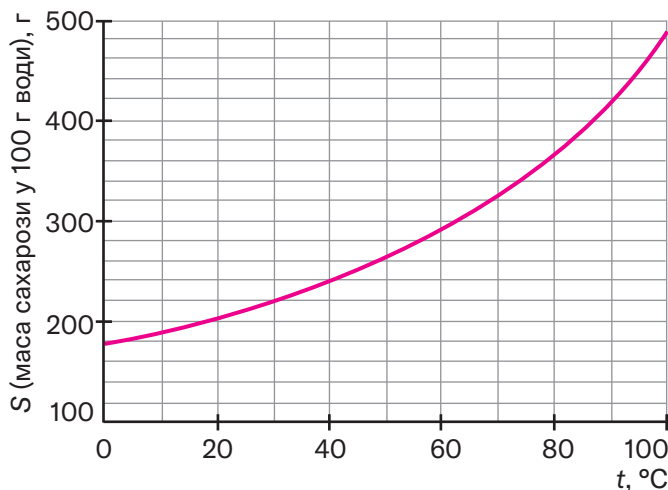
Склад і властивості. Формула сахарози — $C_{12}H_{22}O_{11}$. Це біла кристалічна речовина, солодка на смак. У молекулі сахарози є більше ОН-груп, ніж у молекулі глюкози.

Сахароза
 $C_{12}H_{22}O_{11}$



У глюкозі чи сахарозі масова частка Карбону більша? Дайте відповідь без виконання обчислень, а порівнявши формули обох вуглеводів.

Сахароза дуже добре розчиняється у воді. Її розчинність з підвищенням температури істотно зростає (мал. 154).

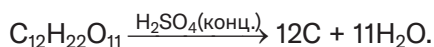
**Мал. 154.**

Залежність
розчинності
сахарози у воді
від температури

Якщо дуже концентрований гарячий розчин цукру (цукровий сироп) охолоджувати, то він у якийсь момент стає насиченим, а потім — пере-насиченим. Концентрація речовини в ньому перевищуватиме таку, яка є в насиченому розчині. Кристалики цукру з'являтимуться в цій рідині не відразу.

У разі нагрівання до температури 185 °С цукор плавиться і починає розкладатися. Розплав набуває коричневого забарвлення, і з'являється слабкий запах підгорілого цукру. Таке перетворення цукру називають карамелізацією (термін походить від слова «карамель»).

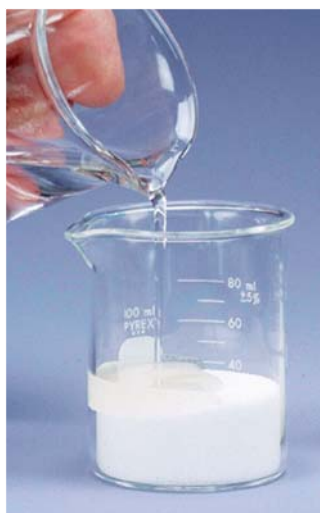
Якщо до сахарози додати концентровану сульфатну кислоту, то вуглевод зазнає розкладу: кислота «відбирає» в молекул органічної речовини молекули води. Спрощена схема перетворення:



Відповідний демонстраційний дослід здійснюють так. У невелику хімічну склянку насипають (на 1/3–1/4 її об'єму) розтертий цукор-пісок, додають трохи води і ретельно перемішують речовини скляною паличкою. Потім до цукру додають концентровану сульфатну кислоту (до половини об'єму склянки) і швидко перемішують. Суміш розігрівается, темніє і починає збільшуватися в об'ємі (мал. 155). Виділяється пара, й утворюється вуглець. Цей експеримент ви можете побачити за покликанням у QR-кодi (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_44).



video



Мал. 155.

Розклад цукру за дії концентрованої сульфатної кислоти

Сахароза, на відміну від глюкози, за дії ферментів або під час нагрівання із сильними неорганічними кислотами зазнає гідролізу. У цій реакції з кожної молекули сахарози утворюються молекула глюкози і молекула фруктози¹:



¹Цей вуглевод згадано в § 43 (с. 237).



Запишіть хімічне рівняння реакції.

Сахароза реагує з купрум(II) гідроксидом з утворенням розчинної сполуки.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВЛАСТИВОСТІ САХАРОЗИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Помістіть у пробірку невелику порцію сахарози (щоб речовина вкрила дно), налейте 1–2 мл води і перемішайте суміш скляною паличкою. Чи швидко розчинився цей вуглевод у воді?

Випробуйте отриманий розчин універсальним індикаторним папірцем. Що спостерігаєте? Чи містяться в розчині сахарози йони H^+ або OH^- ?

Налейте в другу пробірку 2 мл розчину натрій гідроксиду і додайте кілька крапель розчину купрум(II) сульфату. Осад якої сполуки утворився?

До отриманої суміші додайте розчин сахарози і перемішайте вміст пробірки. Що спостерігаєте?

Нагрійте розчин до кипіння. Чи утворюється осад?

Порівняйте взаємодію сахарози і глюкози з купрум(II) гідроксидом.

Виробництво цукру. Приблизно 2/3 цукру виробляють у світі із цукрової тростини, а 1/3 — із цукрового буряку. В Україні працюють десятки цукрових заводів (мал. 156). Щорічний обсяг їхньої продукції становить понад 1 млн т, а рекорд річного експорту перевищує 700 тис. т.



Мал. 156.

На цукровому заводі

Виробництво цукру відбувається в кілька стадій. Спочатку цукровий буряк миють, подрібнюють і промивають гарячою водою. Сахароза та інші розчинні у воді речовини переходять у розчин. Потім до нього додають суспензію вапна. Кальцій гідроксид реагує із сахарозою з утворенням розчинної сполуки, а продуктами його реакцій з іншими органічними речовинами є нерозчинні сполуки. Розчин відфільтровують від осаду і пропускають у рідину вуглекислий газ. Утворюється сахароза (у розчині), й осаджується кальцій карбонат. Суміш фільтрують, отриманий розчин додатково очищують і випарюють із нього воду. З розчину кристалізується цукор.

Застосування сахарози. Цукор — важливий харчовий продукт. Його використовують у виробництві кондитерських виробів, багатьох напоїв. Цукор є консервантом фруктів і ягід, тому його застосовують для приготування варення, джему (відношення мас цукру і плодів має бути не менш ніж 1 : 1).



Який спосіб консервування фруктів і ягід за допомогою цукру не передбачає нагрівання? Чому дехто віддає перевагу цьому способу?

Сахароза є сировиною для одержання етанолу та деяких інших органічних сполук.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про сахарозу, її склад, властивості, виробництво та використання*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

478. Назвіть рослини, які є сировиною у виробництві сахарози (цукру).
479. Як експериментально розрізнити розчини глюкози і сахарози?
480. Яка хімічна властивість цукру дає змогу виділити цей вуглевод із суміші з іншими природними речовинами під час його виробництва?

Аналізуймо

481. Глюкоза належить до групи сполук, які називають моносахаридами. Чому, на вашу думку, сахароза є дисахаридом?

Розв'язуймо задачу

482. Обчисліть масу води, у якій потрібно розчинити сахарозу масою 60 г, щоб виготовити розчин із масовою часткою розчиненої речовини 15 %.
483. Обчисліть масову частку Карбону у вологому цукрі, якщо масова частка води в ньому становить 5 %.
484. Змішали 200 г розчину сахарози з масовою часткою сполуки 5 % і 300 г розчину сахарози з масовою часткою сполуки 20 %. Обчисліть масову частку вуглеводу в розчині, який утворився.
- *485. За графіком, наведеним на малюнку 154, визначте, насиченим чи ненасиченим є водний розчин:
- а) із масовою часткою сахарози 70 % за температури 60 °С;
 - б) із масовою часткою сахарози 83 % за температури 100 °С;
 - в) із масовою часткою сахарози 65,5 % за температури 10 °С.
486. Обчисліть масову частку цукру в його насиченому розчині за температури 20 °С. Скористайтесь графіком, наведеним на малюнку 154.

У команді

487. Запропонуйте спосіб перероблення кальцій карбонату (побічний продукт однієї зі стадій виробництва цукру) для одержання речовини, яку використовують у цій технології.

Шанс для творчості

488. За матеріалами з інтернету підготуйте повідомлення про види цукру, які надходять до торговельної мережі.

Формуймо словничок

489. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

490. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 45. Крохмаль. Целюлоза

Вам відомо, що поліетилен — полімер, який одержують на хімічних заводах полімеризацією етену. Ця високомолекулярна сполука утворена двома хімічними елементами — Карбоном і Гідрогеном. Подібну будову також мають деякі оксигеновмісні органічні сполуки. З-поміж них є природні полімери — крохмаль і целюлоза.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чим подібні й чим різняться крохмаль і целюлоза?
- ▶ Де в природі містяться крохмаль і целюлоза?
- ▶ Як можна виявити крохмаль?
- ▶ У яких сферах використовують крохмаль і целюлозу?

Крохмаль і целюлоза — вуглеводи, котрі, як і глюкоза й сахароза, містяться в рослинах. Їхні молекули складаються із сотень і тисяч груп атомів $C_6H_{10}O_5$ — залишків молекули глюкози:



Крохмаль і целюлоза мають однакову формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$, але значення n для них різні; молекули целюлози набагато довші, ніж крохмалю.

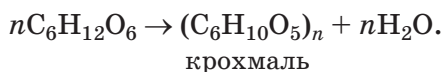
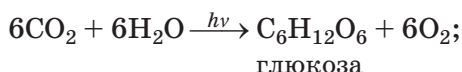
**Крохмаль,
целюлоза
 $(C_6H_{10}O_5)_n$**



Доведіть, що формула крохмалю і целюлози відповідає загальній формулі вуглеводів (§ 43, с. 235).

Крохмаль. Цей вуглевод, як і цукор, дуже важливий для організму людини; він міститься в багатьох харчових продуктах.

Крохмаль — своєрідний акумулятор енергії в рослинах, необхідний насамперед для розвитку їхніх зародків. Він утворюється в листі й стеблах унаслідок фотосинтезу і взаємоперетворення вуглеводів:



Крохмаль накопичується в насінні, бульбах, плодах, корінні рослин (мал. 157).

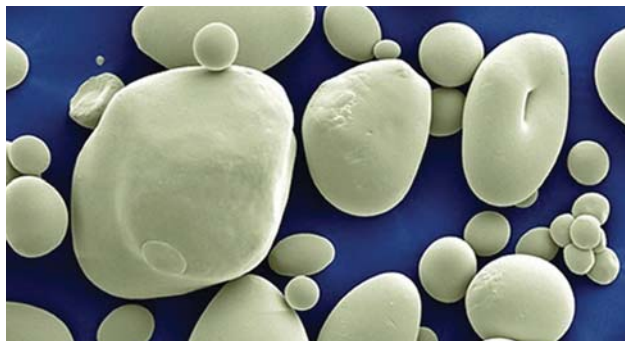
Властивості. Крохмаль — біла зерниста речовина (мал. 158), яка не має запаху і смаку. Зовні крохмаль подібний на пшеничне борошно. Його можна відрізнити від борошна в такий спосіб: під час розтирання картопляного крохмалю пальцями відчувається поскрипування, спричинене взаємним тертям його зерен.

Крохмаль не розчиняється в холодній воді, а в теплій набрякає й утворює колоїдний розчин. Густий розчин цього вуглеводу використовують як клей (його назва — крохмальний клейстер). Про колоїдні розчини ви



Мал. 157.

Вміст крохмалю (за масою) в рослинах

**Мал. 158.**

Картопляний крохмаль (праворуч — часточки речовини під мікроскопом)

можете дізнатися за покликанням у QR-кодi (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_452).

Якщо до крохмалю або його колоїдного розчину додати бурий розчин йоду, то виникає темно-синє забарвлення. У такий спосіб виявляють крохмаль у розчинах, харчових продуктах (мал. 159). Під час нагрівання суміші крохмалю з розчином йоду до 100 °С темно-синє забарвлення зникає, а після охолодження з'являється знову. Відповідний експеримент можна переглянути за покликанням у QR-кодi (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_451). Зауважимо, що такий зовнішній ефект під час змішування розчинів глюкози чи сахарози і йоду не виникає.



text



video

**Мал. 159.**

Виявлення крохмалю:

а — у його колоїдному розчині; б — у хлібі; в — у картоплі



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВЛАСТИВОСТІ КРОХМАЛЮ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Помістіть невелику кількість крохмалю на предметне скло або керамічну підставку і додайте краплю розведеної водою йодною настоянки. Чи виникає темно-синє забарвлення?

Насипте в пробірку трохи крохмалю (щоб він ледь укрив дно), налейте приблизно 4 мл води і перемішайте суміш. Чи розчиняється крохмаль у воді?

Постійно струшуючи, обережно нагрійте вміст пробірки до кипіння. Спостерігайте за утворенням колоїдного розчину.

Після охолодження перелийте половину рідини в другу пробірку. До однієї порції колоїдного розчину крохмалю додайте краплю йодною настоянки. Якого забарвлення набув розчин?

Нагрійте вміст цієї пробірки до кипіння, а потім охолодіть під проточною водою або занурте пробірку в склянку з холодною водою. Які зміни відбуваються з рідиною?

Додайте до другої порції розчину крохмалю свіжоосаджений купрум(II) гідроксид. Що спостерігаєте? Чи реагує крохмаль, як гліцерол, глюкоза і сахароза, із цим гідроксидом?

Запишіть усі спостереження і зробіть висновки.

Під час нагрівання крохмаль не плавиться, а розкладається. Цей складний процес завершується обуглюванням речовини.



Назвіть кінцеві продукти термічного розкладу крохмалю.

За дії ферментів або в разі нагрівання з розведеними неорганічними кислотами відбувається гідроліз крохмалю:



Складіть рівняння цієї реакції, використавши хімічні формули сполук.

Гідроліз крохмалю відбувається в кілька стадій. Проміжними продуктами є речовини¹ з меншими молекулярними масами, ніж крохмаль. Вони добре розчиняються у воді, а тому легше засвоюються організмом.

¹Їхня назва — декстрини.

Ці речовини утворюються під час смаження картоплі, борошна, круп, випікання хліба. Суміш продуктів гідролізу крохмалю називають патокою; її використовують у кондитерській галузі.

Одержання. Крохмаль виробляють у промисловості переважно з картоплі та кукурудзи (мал. 160). Сировину подрібнюють, обробляють холодною водою, потім зерна крохмалю відокремлюють від рідини відстоюванням або центрифугуванням.



Мал. 160.
Поширені
сорти крохмалю

Використання. Крохмаль — важливий харчовий продукт. Його додають у варену ковбасу, дріжджове тісто, інші вироби. Цю речовину ще використовують у виробництві паперу, текстилю, пластмас, клеїв, ліків, у побуті. Крохмаль є сировиною для одержання глюкози, етилового спирту.

Целюлоза. Цей вуглевод найпоширеніший у рослинному світі. Целюлоза утворює оболонки рослинних клітин (інша назва цієї речовини — клітковина) і є в рослинах «будівельним» матеріалом. Її найбільше в коробочках бавовнику, льоні (мал. 161), очереті. Харчові продукти рослинного походження — овочі, фрукти, борошно, крупи — також містять целюлозу.

Властивості. Чиста целюлоза — тверда волокниста речовина білого кольору. Вона не розчиняється у воді й органічних розчинниках, не змінює забарвлення йоду, а в разі підпалювання загоряється.



Мал. 161.
Вміст целюлози (за масою)
в рослинах

Під час нагрівання і за наявності сильної кислоти відбувається гідроліз целюлози. Цей процес, як і гідроліз крохмалю, є ступінчастим і завершується утворенням глюкози. Отриману таким способом глюкозу використовують як сировину для виробництва технічного етилового спирту (його ще називають гідролізним).

У природних умовах целюлоза поступово розкладається. Цей процес відбувається за участю мікроорганізмів. Кінцеві продукти перетворення — вуглекислий газ і вода, а за відсутності повітря (наприклад, на дні водойм) замість вуглекислого газу утворюється метан. Так природа «власними силами» позбувається величезних решток деревини.

Целюлоза також розкладається в разі нагрівання без доступу повітря. Серед продуктів такого перетворення — вуглець (так зване деревне вугілля), пара, метанол, оцтова кислота. Відповідний процес здійснюють у промисловості; його назва — суха перегонка деревини.

Одержання. Для виробництва целюлози використовують деревину, волокна бавовника, льону, інших рослин. Сировину подрібнюють і, нагріваючи за невисокого тиску, додають розчини певних реактантів для вилучення домішок. Залишок, що є чистою целюлозою, висушують.

Використання. Папір, картон, різноманітні тканини, волокна, лаки, емалі, деякі пластмаси, целофан — усе це виробляють із целюлози (мал. 162) та її похідних. Целюлозу використовують також у виробництві бездимного пороху, ацетатного шовку.



Мал. 162.

Вироби із чистої целюлози: вата, столові серветки, фільтрувальний папір

Волокна із целюлози мають багато цінних якостей. Їх легко фарбувати, вони міцні, гігроскопічні, але недостатньо еластичні, погано зберігають форму, горючі, руйнуються мікроорганізмами. Ці недоліки усувають, обробляючи тканини певними речовинами.

Папір — один із найуживаніших матеріалів на основі целюлози. Його було винайдено в Китаї у II ст. до н. е. Спочатку папір виробляли з бавовни, бамбука, а в середні віки — також із ганчір'я. У XVIII ст. для виробництва паперу почали використовувати деревину.

Нині промисловість випускає багато видів паперу — крейдований, офсетний, картографічний, газетний, пакувальний тощо.

Про винайдення учнем із Закарпаття способу перероблення опалого листа на пакувальний папір та впровадження його в промисловість ви можете дізнатися за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_453).



text

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про склад крохмалю і целюлози, їх поширеність у природі, властивості та застосування*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

491. Чому крохмаль і целюлозу називають природними полімерами?
492. Як можна експериментально довести наявність атомів Карбону в молекулах крохмалю і целюлози?
493. Як розрізнити порошки крохмалю і целюлози?

Виконаймо вправу

494. Складіть рівняння реакції горіння целюлози.

Розв'язуймо задачу

495. Обчисліть масу крохмалю, який утворився внаслідок фотосинтезу, якщо маса кисню, виділеного рослинами, становила 8 т.

Шанс для творчості

496. За матеріалами з інтернету підготуйте повідомлення про вуглевод глікоген — природний полімер, який міститься в організмах тварин і людини.

Формуймо словничок

497. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.
498. Складіть двомовний словничок із ключових слів і словосполучень, виписаних вами з параграфів 38–45. Отримаєте словничок до матеріалу про оксигеновмісні органічні сполуки.

Оцінюймо свої знання

499. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.



Експериментуємо вдома

ВИЯВЛЯЄМО КРОХМАЛЬ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Дослід 1

Виявлення крохмалю в крупах

Підготуйте по одній чайній ложці борошна із зерен рису, пшо-на або гречки¹.

Поділіть борошно на дві порції. До однієї порції додайте краплю розведеної водою йодної настоянки, а з другої порції приготуйте колоїдний розчин і також випробуйте його розчином йоду.

Дослід 2

Виявлення крохмалю в інших харчових продуктах

Підготуйте шматочки хлібобулочних виробів, зрізи овочів (си-рої та вареної картоплі, топінамбура) і фруктів, невеликі порції майонезу, йогурту, плавленого сиру тощо. Випробуйте продукти на наявність у них крохмалю, використавши йодну настоянку.

Спостереження під час здійснення дослідів і висновки запи-шіть у зошит.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

РОЗВ'ЯЗУЄМО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Дотримуйтеся правил безпеки!

У пронумерованих пробірках без етикеток містяться лимонна кислота, глюкоза, крохмаль, розчини оцтової кислоти та гліце-ролу.

¹ Можна також ретельно подрібнити трохи гороху або квасолі.

Вам видано водні розчини натрій гідроксиду, купрум(II) сульфату і натрій карбонату, розчин фенолфталеїну, універсальні індикаторні папірці.

У вашому розпорядженні — штатив з пробірками, промивалка з водою, шпатель, пробіркотримач, піпетка, скляна паличка, спиртівка або сухе пальне, керамічна підставка, сірники.

Завдання 1. Розпізнавання твердих речовин — лимонної кислоти, глюкози та крохмалю.

Завдання 2. Розпізнавання розчинів оцтової кислоти та гліцеролу.

Завдання 3. Одержання розчину натрій ацетату.

Виконайте кожне завдання двома способами.

Ваші дії, спостереження і висновки запишіть у таблицю:

Послідовність дій	Спостереження	Висновки
Завдання 1. ...		
...	...	...

МІРКУЄМО, ПОРІВНЮЄМО, АНАЛІЗУЄМО

500. Для виконання якого завдання ви застосуєте фенолфталеїн і з якою метою?
501. Як би ви виконали завдання 2, якби було потрібно розпізнати, крім розчинів оцтової кислоти і гліцеролу, ще й розчин господарського мила?

§ 46. Амінокислоти

Значна кількість органічних речовин — це нітрогеновмісні сполуки. Серед них найпростішими за складом є аміни. Їхні молекули містять атоми Карбону, Гідрогену і Нітрогену. Кожна молекула аміну складається з вуглеводневого залишку і залишку молекули амоніаку NH_3 . Формули амінів, які є похідними метану: CH_3NH_2 , CH_3NHCH_3 , $\text{CH}_3\text{N}(\text{CH}_3)_2$.

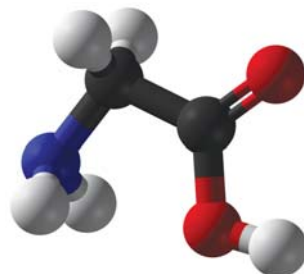
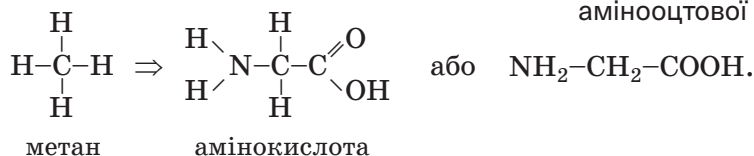
Багато нітрогеновмісних органічних сполук містить ще й четвертий елемент — Оксиген. З-поміж цих речовин дуже важливі функції в живих організмах виконують амінокислоти і білки.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чим подібні й чим різняться амінокислоти та карбонові кислоти?
- ▶ Як реагують амінокислоти між собою?
- ▶ У яких сферах використовують амінокислоти?

Амінокислоти. Перша частина слова «амінокислота» пов'язана з назвою залишку молекули амоніаку -NH_2 : аміногрупа. Крім цієї групи атомів, молекули амінокислот, як і карбонових кислот, містять карбоксильні групи -COOH .

Якщо в молекулі метану один атом Гідрогену замінити на аміногрупу, а другий — на карбоксильну групу, то отримаємо молекулу амінокислоти (мал. 163):



Мал. 163.
Модель молекули
амінооцтової кислоти

Амінокислоти — похідні вуглеводнів, у молекулах яких є аміно- і карбоксильні групи.



Амінокислоти також можна вважати похідними карбонових кислот. Запропонуйте відповідне означення амінокислот.

Амінокислоти утворюються в рослинах, бактеріях, грибах. В організмі людини синтезуються не всі необхідні амінокислоти; решта їх надходить із їжею.

Амінооцтова кислота. Найпростішою за складом амінокислотою є амінооцтова $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ¹. Її тривіальна назва — гліцин, а хімічна — аміноетанова кислота.



Обчисліть масову частку Нітрогену в амінооцтовій кислоті.

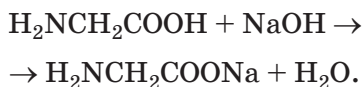
Амінооцтова кислота — кристалічна речовина із солодким смаком (мал. 164). Вона розчинна у воді, плавиться, розкладаючись, за температури $+233^\circ\text{C}$.



Мал. 164.
Амінооцтова кислота

¹ Амінометанової кислоти NH_2COOH не існує. У момент можливого утворення ця сполука розкладається на амоніак і вуглекислий газ.

У розчині амінооцтової кислоти індикатори не змінюють забарвлення, але сполука реагує з лугами, перетворюючись на солі:



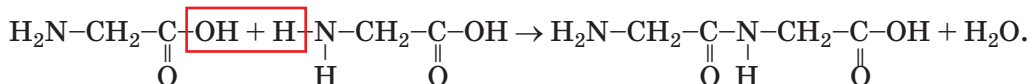
Запропонуйте назву продукту реакції.

Аміноетанова кислота взаємодіє у водному розчині з купрум(II) гідроксидом за наявності луку з утворенням розчинної речовини; розчин забарвлюється в синій колір (мал. 165).



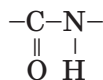
Назвіть органічні речовини, які реагують із купрум(II) гідроксидом з аналогічним зовнішнім ефектом.

За певних умов молекули амінокислот взаємодіють одна з одною. Продуктами таких реакцій є *пептиди*. Схема утворення дипептиду із двох молекул амінооцтової кислоти:

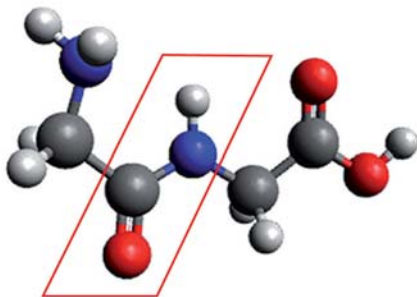


Ця реакція є оборотною. Протилежне перетворення — гідроліз дипептиду — відбувається в процесі нагрівання і за наявності сильної кислоти.

У молекулі дипептиду, як і в молекулі амінокислоти, є аміногрупа і карбоксильна група. З багатьох молекул амінокислот утворюються *поліпептиди*. Молекули цих речовин містять групи атомів, які називають *пептидними групами*:



Атоми цієї групи перебувають на одній площині (мал. 166).

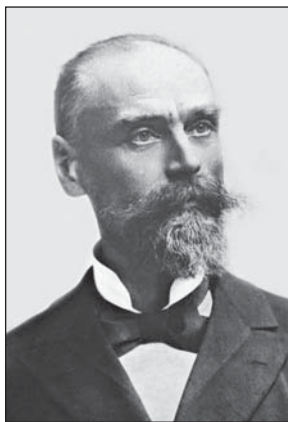


Мал. 166.
Модель молекули дипептиду



Мал. 165.
Результат взаємодії амінооцтової кислоти з купрум(II) гідроксидом

Іван Горбачевський (1854–1942)



Український хімік, академік Всеукраїнської академії наук (1925). Працював професором, деканом факультету медичної хімії, ректором у Карловому університеті у Празі (1883–1917). Співзасновник товариства «Українська громада» у Празі. Ректор Українського вільного університету (1924, Прага). Автор багатьох наукових праць з біологічної хімії. Першим синтезував сечову кислоту із гліцину (1882). Указав, що білки є похідними амінокислот. Один із засновників української хімічної термінології. Написав підручники з неорганічної та органічної хімії українською мовою (20-ті роки XX ст.), лікарської хімії чеською мовою (1900-ті роки). Ім'я Горбачевського присвоєно Тернопільській медичній академії.

Фрагменти молекул амінокислот є складниками молекул *білків* — поліпептидів, які виконують важливі функції в живих організмах.

Уперше гіпотезу про те, що білки складаються з частин молекул амінокислот, висунув український науковець І. Горбачевський.

Застосування амінокислот. Амінокислоти використовують у медицині для лікування захворювань крові, внутрішніх органів, нервової системи, порушень обміну речовин. Вони, крім участі в утворенні білків, знешкоджують токсичні речовини в організмі. Із похідних деяких амінокислот виробляють синтетичні волокна.



Відшукайте в інтернеті відомості про використання амінокислот як харчових добавок у тваринництві.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про амінокислоти, склад і властивості амінооцтової кислоти та застосування амінокислот*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

502. Назвіть групи атомів, які є складниками молекул амінокислот.
503. Які речовини називають пептидами? Чим різняться молекули пептиду й амінокислоти?

Розв'язуймо задачу

504. Обчисліть масу амінооцтової кислоти, яку потрібно розчинити у воді об'ємом 100 мл, щоб виготовити розчин із масовою часткою кислоти 16,7 %.
505. Змішали однакові кількості речовини гліцину й аланіну $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$. Обчисліть масові частки амінокислот у суміші. Складіть структурну формулу молекули аланіну.
506. Магній гліцинат — складник медичного препарату. Запишіть хімічну формулу сполуки та обчисліть у ній масову частку Магнію. За матеріалами з інтернету з'ясуйте, як діє магній гліцинат на організм.

У команді

507. Відшукайте в інтернеті відомості про виявлення амінокислот у метеоритах. Про що можуть свідчити ці відкриття?

Шанс для творчості

508. Підготуйте за матеріалами з інтернету презентацію «Амінокислоти в організмі людини».

Формуймо словничок

509. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

510. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 47. Білки

Слово «білок» асоціюється в нас із компонентом курячого яйця — безбарвною прозорою в'язкою рідиною, яка за підвищеної температури перетворюється на білу желеподібну речовину. Масова частка сполук, які називають білками, становить у ній приблизно 12 %. Цей складник яйця добре засвоюється нашим організмом і є дуже важливим для його

розвитку. Назва групи білків, які містяться в яйцях, м'ясі, молоці, рослинах, — альбуміни (albus з латинської — білий).

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Чим подібні та чим різняться білки й амінокислоти?
- ▶ Які функції виконують білки в організмах?
- ▶ Що відбувається з білком під час денатурації?
- ▶ За допомогою якої реакції можна виявити білок?

Білки. Ви знаєте, що молекули амінокислот можуть реагувати одна з одною з утворенням пептидів. Частина поліпептидів є білками.

Білки — високомолекулярні органічні сполуки (поліпептиди), які виконують особливі біологічні функції в живих організмах.

Відомо дуже багато білків. Вони здійснюють і регулюють обмін речовин у клітинах, водночас слугуючи для них «будівельним» матеріалом. Білки реагують на зміну зовнішнього середовища, пристосовуючись до нових умов. Вони забезпечують рухову діяльність організму, а деякі (так звані білки-антитіла) захищають його від чужорідних тіл. Усі хімічні реакції в клітинах відбуваються за безпосередньою участю білків-ферментів, які відіграють роль каталізаторів. Отже, білки виконують в організмі різні функції — будівельну, регуляторну, захисну, каталітичну, рухову тощо, а також є джерелом енергії для організму. Під час повного розщеплення 1 г білка виділяється понад 17 кДж теплоти.

В організмах тварин і людини більше білків, ніж у рослинах. Ці речовини містяться в м'язовій і нервовій тканинах, шкірі, волоссі, нігтях. Серед найважливіших білків — гемоглобін (у крові), інсулін (у підшлунковій залозі), кератин (у волоссі), колаген (у шкірі, кістках).

Синтезувати білки (як і вуглеводи) безпосередньо з неорганічних речовин здатні лише рослини і деякі бактерії під час фотосинтезу. Загальна схема цього процесу:

вуглекислий газ + вода + деякі розчинні солі $\xrightarrow{h\nu}$ білки + кисень.

В організми тварин і людини білки надходять із їжею. Вони розщеплюються ферментами на амінокислоти, з яких утворюються інші білки, яких потребує певний організм.

Склад білків. У білках містяться п'ять основних хімічних елементів: Карбон (його масова частка становить 50–55 %), Оксиген (21,5–23,5 %), Нітроген (15–17 %), Гідроген (6,5–7,3 %), Сульфур (0,3–2,5 %), а також невелика кількість Фосфору, Йоду, інших елементів.



Йони якого металічного елемента є в білку гемоглобіні?

Білки мають високі значення молекулярних мас — від десятків тисяч до кількох мільйонів. Ці сполуки, як крохмаль і целюлоза, є біологічними полімерами. Кожний білок відрізняється від інших набором амінокислотних залишків, послідовністю їх сполучення в молекулі, просторовою будовою молекул, а також біологічними функціями.

Властивості. Деякі білки (наприклад, основний компонент яєчного білка альбумін) розчиняються у воді з утворенням колоїдних розчинів. Серед нерозчинних білків — ті, які містяться в шерсті, шкірі.

Білки в разі нагрівання не плавляться, а темніють і починають розкладатися, поширюючи запах паленого пір'я.

Під час додавання до розчину білка концентрованих розчинів кислот, лугів, солей, а також органічних розчинників (наприклад, етилового спирту) відбувається осадження білка. Таке явище називають *денатурацією*¹. Аналогічний ефект виникає і в разі слабого нагрівання. Унаслідок денатурації просторова будова молекул білка руйнується і він втрачає здатність виконувати біологічну функцію. Однак харчові продукти після такого перетворення білків легше засвоюються організмом: яєчня або зварене яйце — порівняно із сирим; кефір, кисле молоко, йогурт — порівняно зі свіжим молоком.

Дослід з денатурації білка ви можете подивитися за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_471).



video

Можливе й протилежне перетворення білка — ренатурація (мал. 167). Якщо на початку денатурації білка послабити чинник, що спричиняє цей процес, то молекули білка можуть відновити свою просторову будову і здатність виконувати біологічну функцію. Це відбувається, наприклад, у разі швидкого розведення розчину натрій хлориду, за дії якого почалася денатурація білка.



Мал. 167.

Зміна будови молекули білка
(1 — денатурація;
2 — ренатурація)

¹ Термін походить від грецького слова «денатуратус» — позбавлений природних властивостей.

Деякі реакції за участю білків супроводжуються зміною кольору. Серед цих реакцій — біуретова¹. Як вона відбувається, ви можете спостерігати за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_472).



video



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВЗАЄМОДІЮ БІЛКА З КУПРУМ(II) ГІДРОКСИДОМ

Дотримуйтеся правил безпеки!

У пробірку налейте 1 мл водного розчину білка курячого яйця і стільки ж розчину лугу, а потім додайте кілька крапель розчину купрум(II) сульфату. Вміст пробірки перемішайте. Що спостерігаєте?

Під час взаємодії білків із купрум(II) гідроксидом у лужному середовищі виникає фіалкове забарвлення (мал. 168). У такий спосіб виявляють пептидні групи атомів у молекулах органічних речовин.

За наявності кислот, лугів або ферментів білки зазнають гідролізу. Кінцеві продукти такого перетворення — амінокислоти, фрагменти молекул яких містилися в молекулах білка. Гідроліз відбувається в кілька стадій:

**білок → поліпептиди → дипептиди →
→ амінокислоти.**

Практичне значення. Білки є найважливішим складником нашого харчування і раціону тварин. Їхня цінність визначається наявністю в молекулах білків фрагментів молекул певних амінокислот. Нестача білків у їжі негативно впливає на організм, спричиняє деякі хвороби. У тваринництві й птахівництві з метою підвищення харчової цінності кормів до них додають штучні білки, вироблені за допомогою мікробіологічного синтезу.



Мал. 168.
Результат біуретової реакції

¹ За назвою нітрогеновмісної сполуки — біурету, що бере участь в аналогічній реакції.



Добова потреба дорослої людини в білках становить у середньому 100–110 г.

Речовини і матеріали, основу яких становлять білки, широко застосовують. Серед них — вовна, шовк, шкіра, клеї тощо. У сучасні пральні порошки додають біодобавки — ферменти, які каталізують розклад білкових забруднень на тканині. Білки використовують і в медицині.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про білки, їхні біологічні функції, склад, властивості та застосування*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

511. Охарактеризуйте склад білків. Перелічіть функції, які виконують білки в живих організмах.
512. Яких змін зазнають білки під час нагрівання, додавання до їхніх розчинів деяких неорганічних сполук?
513. Поясніть появу осаду під час скисання молока з огляду на наявність у ньому білка казеїну.

Аналізуймо

514. Чому білкову їжу не можна замінити їжею, у якій переважають жири або вуглеводи?

Розв'язуймо задачу

515. Масова частка білків у листі шпинату становить 2,3 %, а середня масова частка Нітрогену в білках — 16 %. Яка маса Нітрогену міститься у шпинаті масою 1 кг?

У команді

516. Поясніть, чому твердження «білки осаджуються солями важких металів» є некоректним з погляду хімічної термінології. Запропонуйте свій варіант твердження.
517. Уявіть, що ви готуватимете холодець. Зваживши на властивості білків, вирішіть, у холодну воду чи окріп покладете м'ясо. Обґрунтуйте свій вибір.

Експериментуймо

518. Здійсніть удома такі досліді з яєчним білком:

- а) доведіть, що цей білок розчиняється у воді;
- б) з'ясуйте, як діє на розчин білка харчова або кальцинована сода;
- в) визначте, чи осаджується білок з розчину в разі додавання концентрованого розчину кухонної солі та чи відбуваються зміни після швидкого розведення отриманої суміші водою.

Формуймо словничок

519. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

520. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ВИЯВЛЯЄМО ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Вам видано розведений сік лимона, сироватку (або молоко), розчин меду, а також харчову соду, розчини натрій гідроксиду, купрум(II) сульфату і цинк хлориду.

У вашому розпорядженні — штатив з пробірками, піпетка, скляна паличка, універсальні індикаторні папірці, шпатель, пробіркотримач, спиртівка або сухе пальне, керамічна підставка, сірники.

Виконайте запропоновані завдання.

Завдання 1.

Виявлення органічних кислот

Налийте в одну пробірку 1 мл розведеного соку лимона, в іншу — такий самий об'єм сироватки. За допомогою піпетки або скляної палички нанесіть краплю кожної рідини на універсальний індикаторний папірець. Як змінилося забарвлення індикатора? Про наявність яких йонів у рідині це свідчить? Водневий показник якої рідини є нижчим?

У кожну пробірку з рідиною помістіть невелику кількість (на кінчику шпателя) харчової соди. Що відбувається?

Завдання 2.

Виявлення білків

У невелику хімічну склянку налийте приблизно 2 мл розчину натрій гідроксиду і додайте кілька крапель розчину купрум(II) сульфату. Спостерігайте, як утворюється осад купрум(II)

гідроксиду. Ця суміш з осадом знадобиться в цьому і наступному завданнях.

Налийте в одну пробірку 1 мл розведеного соку лимона, в іншу — такий самий об'єм сироватки і додайте в обидві пробірки 1 мл суміші з купрум(II) гідроксидом. Перемішайте вміст пробірок. Що спостерігаєте? Чи відбулася взаємодія купрум(II) гідроксиду з речовинами, які містяться в соку лимона або сироватці? Порівняйте кольори рідин в обох пробірках. Про наявність яких сполук — органічних кислот, вуглеводів, білків — свідчить фіалковий колір рідини в одній із пробірок?

Перевірте за допомогою розчину цинк хлориду, чи відбудеться осадження органічних сполук, які виявлено в сироватці. Для цього налейте у пробірку 1 мл сироватки і додайте 1–2 мл розчину солі Цинку. Що спостерігаєте?

Завдання 3.

Виявлення вуглеводів

У пробірку налейте 1 мл водного розчину меду і додайте до нього 1 мл суміші, що містить купрум(II) гідроксид. Перемішайте вміст пробірки. Чи розчинився осад гідроксиду? Обережно нагрійте вміст пробірки. Які зміни відбуваються в суміші? Чи міститься в меді глюкоза?

Під час виконання кожного досліду записуйте в таблицю свої дії, спостереження, а після його завершення — висновки:

Послідовність дій	Спостереження	Висновки
<i>Дослід 1. ...</i>		
...	...	...

§ 48. Природні та синтетичні органічні сполуки

Органічних сполук відомо значно більше, ніж неорганічних. Вони містяться в живих організмах, надрах планети. Їх також одержують у промисловості та наукових лабораторіях. Асортимент синтезованих речовин невпинно розширюється. Деякі з них становлять теоретичний інтерес, оскільки мають особливий склад або будову, інші виявляють властивості, перспективні для практичного використання.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Як розрізняють органічні сполуки за походженням?
- ▶ Яке значення для людини мають природні та синтетичні органічні сполуки?

Природні та синтетичні органічні сполуки. Природа багата на органічні речовини. В усіх живих організмах є оксигеновмісні та нітрогеновмісні сполуки — карбонові кислоти, жири, вуглеводи, амінокислоти, білки, вітаміни. Вуглеводні, а також інші органічні сполуки містяться в нафті, природному та супутніх газах (нафтовому і вугільному).

Характеризуючи речовинні ресурси нашої планети, розрізняють вичерпні ресурси та невичерпні. Серед вичерпних ресурсів — нафта, природний газ і вугілля. Запасів нафти й газу в розвіданих покладах, згідно з прогнозами, вистачить лише на 50 років, а вугілля — на 200 років. Невичерпними ресурсами є органічні речовини, які постійно утворюються в живих організмах, — білки, жири, вуглеводи тощо.



До вичерпних чи невичерпних ресурсів належать мінерали, металічні руди, вода? Відповідь обґрунтуйте.

Синтетичні органічні сполуки є продуктами хімічних реакцій, здійснюваних людиною. На промислових підприємствах виробляють полімери, розчинники, фармацевтичні препарати, засоби боротьби зі шкідниками і хворобами рослин, клеї, герметики, лаки, фарби.

Сучасне суспільство використовує різноманітні матеріали, виготовлені з органічних речовин. Природні матеріали не можуть задовольнити потреби людства, що зростають. До того ж запаси багатьох з них на планеті обмежені. Тому в другій половині ХХ ст. науковці розгорнули роботи з одержання і дослідження матеріалів на основі синтетичних високомолекулярних сполук.



Назвіть природний матеріал органічного походження, який і тепер використовують у будівництві.

Нині виробництво полімерних матеріалів — одне з найбільших у світовій хімічній промисловості. За багатьма властивостями ці матеріали переважають природні. Вони довговічніші, не зазнають корозії, легкі й достатньо міцні. Їх легко формувати, обробляти, забарвлювати.

Органічні полімери є основою пластмас — матеріалів, які зберігають форму, надану їм за нагрівання і під тиском, у разі охолодження. Пластмаси містять добавки, які поліпшують їхні властивості, підвищують стійкість до хімічно агресивних речовин і змін зовнішніх умов. Добавками можуть бути розмелені деревина, крейда, графіт, а також сажа, папір, волокна. Полімери в пластмасах є зв'язувальними компонентами. Якщо до мономера додано речовину, яка розкладається під час

нагрівання з виділенням газів, то одержаний полімер має вигляд застиглої піни; його називають пінопластом. Добавки-пластифікатори надають полімерному матеріалу пластичності.



Назвіть переваги й недоліки посуду з пластмаси, який використовуємо в побуті.

Поділ органічних речовин на природні та синтетичні не є однозначним. Першим, хто застосував хімічні реакції для одержання органічних речовин, які трапляються в природі, з неорганічних, був німецький дослідник Ф. Велер. У 1824 р. він одержав щавлеву кислоту $(\text{COOH})_2$ з дициану C_2N_2 , а в 1828 р. — сечовину $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (продукт обміну речовин в організмі) із солі NH_4OCN (її назва — амоній ціанат). Французький науковець М. Бертло у 1854 р. отримав синтетичний жир, здійснивши реакцію гліцеролу з вищою карбоною кислотою.

Значні обсяги метану нині одержують за біотехнологією з відходів рослинництва і тваринництва; цей вуглеводень є складником біогазу (мал. 169). Штучна целюлоза, з якої виробляють віскозне волокно, — продукт хімічного перетворення природної целюлози. Формули обох речовин однакові.



Мал. 169.

Виробництво біогазу



Біометан може замінити у сфері споживання в Україні майже чверть природного газу.

Компонентами багатьох медичних препаратів є вітаміни. Їх одержують на заводах і в лабораторіях переважно мікробіологічним синтезом. Отримувати вітаміни в такий спосіб значно простіше і дешевше, ніж вилучати з природних багатокомпонентних сумішей.

Значення природних і синтетичних органічних сполук. Від давнини до середніх віків люди використовували лише природні органічні речовини — у харчуванні, для виготовлення одягу, різних предметів, а спалюючи деревину (целюлозу) і рослинні залишки, обігрівали житло. Із часом енергетичною сировиною стали вугілля, нафтопродукти, природний газ, а в останні десятиліття — ще й біогаз.

Нині не можна уявити наше життя без використання синтетичних органічних речовин. Велику їх кількість одержують із природного газу, нафти, переробленням деревини. Ці речовини, серед яких — продукти переробки нафти, різні оксигеновмісні та нітрогеновмісні сполуки, також є хімічною сировиною. З неї, зокрема, одержують полімери та волокна. Багато синтетичних матеріалів використовують у будівництві, транспортній галузі, техніці.



Назвіть предмети навколо вас, які виготовлено із синтетичних органічних матеріалів.

Інтенсивного розвитку набула фармацевтична промисловість. В основі її технологій — хімічні перетворення органічних речовин. Продукти цих реакцій є компонентами медичних препаратів, косметичних засобів і засобів гігієни.

Синтетичні органічні сполуки містяться в багатьох хімікатах для боротьби зі шкідниками і хворобами рослин (мал. 170).



Мал. 170.

Хімічні засоби захисту рослин

Останнім часом зростає негативний вплив синтетичних органічних речовин на довкілля. Природа «вміє» переробляти й розкласти білки, жири, вуглеводи, інші органічні речовини, які утворилися в ній. Серед речовин, синтезованих людиною, одні синтетичні речовини накопичуються на земній поверхні, не розкладаючись протягом тривалого часу, інші перетворюються на токсичні сполуки, руйнують озоновий шар. Усе це завдає шкоди довкіллю. Світова спільнота вживає різноманітні заходи, спрямовані на збереження природи (§ 49).

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про природні та синтетичні органічні сполуки, їхнє значення для людей і використання.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

521. Назвіть кілька природних і синтетичних органічних речовин, які ви використовуєте вдома.
522. Наведіть приклади харчових продуктів, у яких містяться і природні, і синтетичні органічні речовини.
523. Назвіть види природної сировини, яку використовують для одержання органічних речовин.

Пояснюймо

524. Доведіть, що всі неорганічні речовини, як і органічні, не можна однозначно поділити на природні та синтетичні (штучні).

Дізнаваймося

525. Відшукайте в інтернеті відомості про органічні кислоти, які поширені в рослинному і тваринному світі. Заповніть таблицю:

Назва кислоти	Природне джерело
...	...

Поміркуймо

526. Яким вимогам, на вашу думку, мають відповідати матеріали на основі органічних речовин для їх використання: а) у космічній техніці; б) на морських судах?

Аналізуймо

527. Чому синтетичним матеріалам часто надають перевагу порівняно з матеріалами природного походження?

Шанс для творчості

528. Використавши відомості з інтернету, підготуйте повідомлення про кілька найуживаніших органічних розчинників та їхній вплив на організм людини.

У команді

529. Уявімо ситуацію, коли запаси нафти на Землі майже вичерпалися. Запропонуйте заходи, які необхідно здійснювати у світі з наближенням такої кризи.

Формуймо словничок

530. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

531. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

§ 49. Природні та синтетичні волокна

У побуті ми користуємося нитками, не замислюючись над їхнім хімічним складом. Найважливіше — їхня міцність і стійке забарвлення. Нитки є різними за якістю, деякі з них виготовлені з природної сировини, інші — із синтетичних матеріалів. З ниток виробляють тканини, канати, риболовні сітки. Сировиною для виготовлення ниток є волокна.

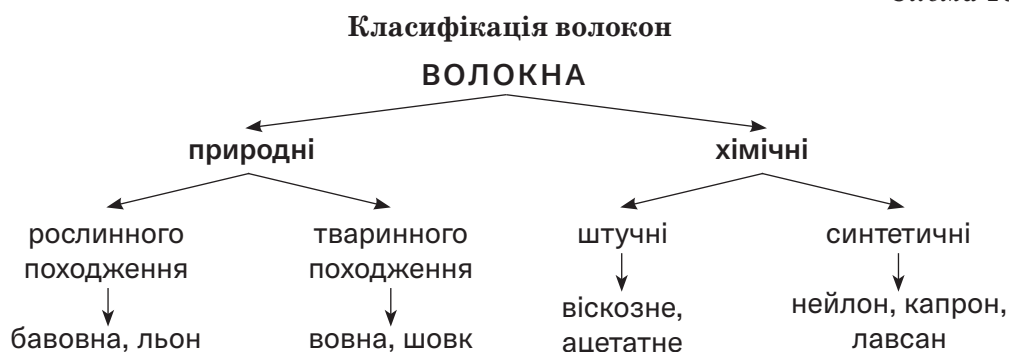
Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Як класифікують волокна за походженням?
- ▶ Чим різняться природні та хімічні волокна?
- ▶ У яких сферах використовують волокна?

Волокна — це довгі гнучкі нитки, які виробляють із природних або синтетичних полімерів і використовують для виготовлення пряжі й текстильних виробів.

Розрізняють природні (натуральні) та хімічні волокна (схема 15).

Схема 15



Природні волокна. Рослинні волокна можуть формуватися у стеблах і листі (льон, конопля), у насінні (бавовник) (мал. 171, а, б). Їхня основа — целюлоза.

Тваринні волокна є білковими полімерами. Значні обсяги вовни виробляють із шерсті овець. Шовк — продукт виділення особливих залоз тутового шовкопряда (мал. 171, в).

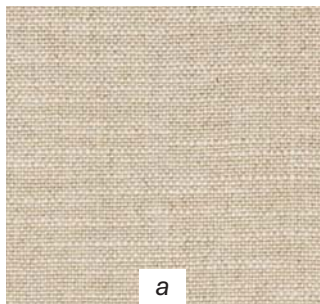
**Мал. 171.**

Льон (а), бавовник (б), кокон шовкопряда (в)



У молекулах яких волокон — рослинного чи тваринного походження — є пептидні групи атомів?

Лляне та бавовняне волокна вирізняються термічною стійкістю, хорошими механічними властивостями, вовняне — еластичністю, а шовкове — міцністю і характерним блиском (мал. 172).

**Мал. 172.**

Тканини з природних волокон: а — лляна; б — шовкова



Які волокна ширше використовують — рослинні чи тваринні? Відповідь доповніть прикладами.

Є ще й мінеральні природні волокна. Серед них — азбестове волокно (мал. 173). З нього виготовляють тепло- й електроізоляційні покриття, брезент, тканини для захисного одягу, шифер, спеціальний картон. Нині застосування виробів з азбесту обмежено, а в деяких країнах заборонено, оскільки азбестовий пил, потрапляючи в легені, спричиняє серйозні захворювання.

**Мал. 173.**

Тканина з азбестового волокна

Хімічні волокна виробляють із деяких полімерів лінійної будови. Ці речовини спочатку розплавляють або розчиняють в органічному розчиннику, а потім розплав або розчин пропускають крізь дуже малі отвори. Утворюються довгі й тонкі нитки (мал. 174).

Хімічні волокна поділяють на *штучні* та *синтетичні*.

Штучні волокна одержують із природних полімерів, здебільшого целюлози. Найважливішими штучними волокнами є віскозне й ацетатне (мал. 175). Основу віскозного волокна становить целюлоза, а ацетатного — продукти взаємодії целюлози та оцтової кислоти.



Мал. 174.
Виробництво волокон



Мал. 175.
Штучні волокна:
а — віскозне;
б — ацетатне

Синтетичні волокна виробляють з органічних сполук, здійснюючи хімічні реакції. До цих волокон належать нейлон, капрон, лавсан та ін. (мал. 176). Нейлонове і капронове волокна зовні нагадують натуральний шовк, але є значно міцнішими. З них виготовляють канати, риболовні сітки, тканини, одяг. Лавсан подібний на вовну, але міцніший за неї. Вироби з лавсанового волокна не потребують прасування. Лавсан є термостійким, важко загоряється і не обвуглюється.



Мал. 176.
Тканини із синтетичних волокон:
а — капронова;
б — лавсанова

Синтетичні волокна міцніші, еластичніші, довговічніші від природних. Їхні недоліки — низька гігроскопічність, здатність до електризації. З метою їх подолання до синтетичних волокон додають природні, а також речовини-антистатиками.



Чому в одязі з бавовни або льону людина почувається комфортніше, передусім улітку, ніж в одязі із синтетичної тканини?

Прасуючи тканини, беруть до уваги термічну стійкість волокон (див. текст за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/3_49)).



text

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про природні та синтетичні волокна, їх класифікацію, властивості та застосування*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

532. За якими ознаками класифікують волокна?
533. Назвіть природні волокна. За якими характеристиками ці волокна відрізняються від синтетичних?
534. З якої сировини одержують природні волокна?

Поміркуймо

535. Назвіть переваги і недоліки синтетичних волокон порівняно з натуральними.
536. Які вимоги висувають до тканин, що використовують для немовлят?

Пояснюймо

537. Розшифруйте позначки на ярлику до спортивної куртки (мал. 177). Використайте відомості, наведені в тексті за покликанням у QR-коді на цій сторінці, а також інформацію з інтернету.



Мал. 177.

Позначки з догляду за тканиною

Аналізуймо

538. Як можна розрізнити такі тканини:

- а) бавовняну і вовняну; в) вовняну і віскозну;
б) бавовняну і капронову; г) шовкову і з лавсану?

Дізнаваймося

539. Заповніть таблицю для двох природних і двох хімічних волокон (у разі потреби скористайтеся відомостями з інтернету):

Назва волокна	
Класифікація	
Сировина	
Властивості	

540. Назвіть сфери використання синтетичних волокон.

У команді

541. За інформацією з інтернету підготуйте повідомлення про оптичні волокна. Яке фізичне явище зумовлює їх використання? З яких речовин виготовляють ці волокна і для чого їх застосовують у засобах зв'язку, медицині, техніці, військовій справі?

Формуймо словничок

542. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.

Оцінюймо свої знання

543. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.

**Експериментуємо вдома****ДОСЛІДЖУЄМО ВОЛОКНА**

Пропонуємо вам дослідити властивості природних і синтетичних волокон. Виконуючи експерименти, дотримуйтеся правил безпеки.

Підготуйте зразки тканин — бавовняної, вовняної та капронової (або нейлонової). Чи можна розрізнити ці тканини за виглядом (характером) волокон?

Дослідіть тканини на міцність і стійкість до зминання.

З'ясуйте, чи діють на тканини розчини оцтової кислоти та відбілювального засобу. Для цього нанесіть краплю кожної рідини на тканину. Що спостерігаєте? З якою тканиною (тканинами) сталися зміни? Як змінився колір, текстура волокна?

Піднесіть запалений сірник до краю кожної тканини (здійснюйте над вогнетривкою підставкою). Які тканини загоряються? Швидко чи повільно горить кожна? Чи виникає запах під час горіння тканин? Якщо так, то що він нагадує? Яка тканина плавиться?

Спостереження і висновки запишіть у зошит.

Укажіть з огляду на результати дослідження, як експериментально розрізнити бавовняну і вовняну тканини, вовняну і капронову (нейлонову).

§ 50. Стійкі органічні забруднювачі

Хімічне забруднення довкілля — основна причина погіршення екологічної ситуації на нашій планеті. Дедалі менше регіонів залишаються чистими. Потрапляння в повітря, гідросферу і на земну поверхню органічних речовин і матеріалів промислового походження набуває глобального масштабу. Численні забруднювачі не розкладаються, не окиснюються, не взаємодіють з водою і здатні завдавати шкоди природі протягом десятиліть.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Які органічні речовини спричиняють тривале забруднення довкілля?
- ▶ Як світова спільнота долає згубний вплив стійких органічних забруднювачів на природу?

Органічні сполуки і довкілля. Після відмирання рослин і тварин речовини, які в них містилися, зазнають у довкіллі повільного окиснення, розкладу, інших хімічних перетворень, кінцевими продуктами яких є вуглекислий газ, вода, азот тощо.

Багато синтетичних органічних сполук, на відміну від природних, є досить стійкими й не змінюються протягом тривалого часу. Такі речовини вкрай негативно впливають на розвиток живих організмів; їх потрапляння в навколишнє середовище завдає серйозної шкоди.



Від яких синтетичних органічних сполук — насичених чи ненасичених — забруднення довкілля є тривалішим? Відповідь обґрунтуйте.

Земна поверхня і гідросфера забруднюються залишками полімерів, пластмас (мал. 178), нафтопродуктів. Від токсичних органічних речовин промислового походження потерпають флора й фауна озер і річок.

**Мал. 178.**

Річка з відходами полімерів

**Мал. 179.**

Спалювання органічних сполук промислового походження

Речовини, що утворюються внаслідок згоряння полімерів або пального, забруднюють повітря (мал. 179), а галогенопохідні вуглеводнів руйнують захисний озоновий шар. Навіть незначна кількість деяких органічних сполук, потрапляючи в організм, згубно впливає на здоров'я, спричиняє алергії, отруєння, серйозні захворювання.



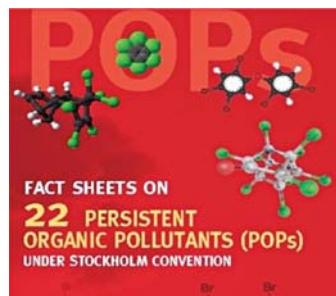
Назвіть токсичну речовину, яка може утворюватися під час згоряння вуглеводнів. За яких умов це відбувається?

Серед причин надходження синтетичних органічних сполук у навколишнє середовище — недосконалі технологічні процеси на хімічних підприємствах, неефективність заходів із перероблення та знешкодження цих сполук, їх неналежне використання та зберігання.



Який спосіб перероблення відходів певних полімерів дає можливість повторно використовувати ці речовини?

Проблема стійких органічних забруднювачів. Шкідливі органічні сполуки, які не зазнають хімічних перетворень у природних умовах або дуже повільно реагують з речовинами довкілля, називають стійкими органічними забруднювачами (скорочене позначення — СОЗ, міжнародне — POPs). До цих сполук зараховують хлоропохідні вуглеводнів, отрутохімікати для сільського господарства, діоксини, фурани, деякі основні та побічні продукти хімічних виробництв. Список таких речовин періодично розширюється (мал. 180).

**Мал. 180.**

Обкладинка довідника про стійкі органічні забруднювачі



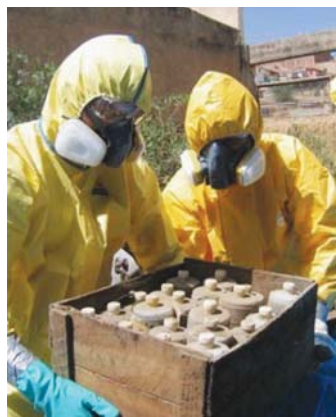
Запишіть формули всіх хлоропохідних метану та наведіть факти, які ілюструють хімічну пасивність цих сполук.

Препарат зі скороченою назвою ДДТ ще кілька десятиків років тому широко використовували проти комах-шкідників. Нині цю речовину вважають стійким органічним забруднювачем; її виробництво в багатьох країнах заборонено. Те, що сполука є дуже стійкою, засвідчує інформація науковців про виявлення її слідів в Антарктиді внаслідок перенесення вітрами та водою з різних континентів.

Розвинуті країни координують свої зусилля і спрямовують їх на подолання шкідливого впливу стійких органічних забруднювачів на довкілля. У 2001 р. на міжнародній конференції в Стокгольмі було ухвалено конвенцію про ці речовини, яку підписали понад 150 країн, у тому числі й Україна. У документі передбачено здійснення таких заходів:

- заміна СОЗ іншими речовинами, що не завдають шкоди живим організмам, довкіллю і здатні досить швидко перетворюватися в природних умовах на безпечні речовини;
- обмеження або припинення виробництва та використання СОЗ;
- вилучення СОЗ із промислових викидів і стоків, а також відпрацьованих газових сумішей;
- перероблення залишків вироблених СОЗ та різних відходів, які містять ці речовини (мал. 181).

Стійкі органічні забруднювачі можуть бути компонентами побутових хімічних засобів. Кожна людина має дотримуватися правил поводження з такими хімікатами; ці правила вказано на упаковках. Залишки хімікатів не можна викидати в контейнери для сміття, закопувати в ґрунт. Їх потрібно добре запаковувати і здавати в спеціальні пункти для утилізації.



Мал. 181.

Відправлення застарілих отрутохімікатів на перероблення

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про забруднення природи стійкими органічними речовинами, а також дії людства щодо обмеження їх надходження в довкілля.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

544. Порівняйте вплив на довкілля природних і синтетичних органічних речовин.
545. Чому нафтопродукти створюють тривалі забруднення земної поверхні?
546. Укажіть заходи, визначені Стокгольмською конференцією щодо СО₂, які потребують додаткових наукових досліджень.

Дізнаваймося

547. У переліку стійких органічних забруднювачів є речовини, назви яких доповнено термінами «пестицид», «фунгіцид», «інсектицид». За інформацією в інтернеті з'ясуйте зміст кожного терміна.

Поміркуймо

548. З 1 січня 2023 року набув чинності закон «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України». За відомостями з інтернету дізнайтеся, на які види пакетів встановлено заборону і чому. Чим варто замінювати такий пакувальний матеріал?
549. Скориставшись інтернетом, з'ясуйте, яких правил безпеки потрібно дотримуватися під час застосування на присадибній ділянці хімічних засобів для боротьби зі шкідниками овочевих культур.

Розв'язуймо задачу

550. Сполука, яка належить до стійких органічних забруднювачів, утворена трьома елементами — Карбоном, Гідрогеном і Хлором. Виведіть її формулу, якщо кількості атомів кожного хімічного елемента в молекулі сполуки однакові, а її молярна маса становить 291 г/моль.

Формуймо словничок

551. Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.
552. Складіть двомовний словничок із ключових слів і словосполучень, виписаних вами з параграфів 46–50.

Оцінюймо свої знання

553. Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.
554. Виконайте розміщені за QR-кодом або покликанням (<https://learningapps.org/display?v=p3gp6hq8525>) тестові завдання за матеріалом параграфів 42–50.



test

Хімія і прогрес людства. Я і хімія

Нас оточує безліч речовин. З них виготовлено всі предмети, які ми бачимо і використовуємо. Речовини містяться в живих організмах. Кожна освічена людина знає, з чого складаються речовини, як вони можуть змінюватися, розуміє процеси їх перетворень. Хімічні знання формуються в учнів та учениць у школі, розвиваються і збагачуються в студентські роки в університетах. Вони знадобляться не лише тим, хто обрав хімічну науку на своєму життєвому шляху, а й людям багатьох професій.

§ 51. Місце хімії серед природничих наук. Значення хімії для людства

Ви знаєте, що хімія — наука про речовини, їхню будову, властивості та перетворення. Хіміки / хімікині досліджують природні речовини, а також одержують і досліджують речовини, яких у природі немає, визначають перспективи їх використання в тій чи тій галузі. Досягнення хімічної науки сприяють розвитку світової спільноти, удосконаленню діяльності людей, поліпшенню нашого побуту та відпочинку, зміцненню здоров'я.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ У чому полягає внесок хімії в природничі науки?
- ▶ Як здобутки хімії впливають на життя людей?
- ▶ Чому хімічні знання важливі для всіх?

Хімія та інші природничі науки. Хімія — природнича наука. Про її зв'язки з біологією, фізикою, геологією, астрономією, екологією ви дізналися в 7 класі. Вам відомо, що біологія досліджує живі організми, а в них щомиті відбуваються хімічні реакції за участю органічних і неорганічних речовин. Виявлення в нових речовинах цінних для практичного використання властивостей — сфера фізики. Геологія досліджує умови в земній корі, за яких можуть утворюватися різні речовини, спрямовує пошуки корисних копалин і нових мінералів. Визначення хімічного складу планет та інших космічних тіл неможливе без досягнень астрономії.



За матеріалами з інтернету з'ясуйте, сполуки яких хімічних елементів є в складі ґрунту на Місяці, а також чи виявлено на Місяці мінерали, поширені на Землі.

Хімія також тісно пов'язана з екологією — наукою про взаємозв'язки живих організмів між собою та з довкіллям, їх вплив одне на одного. Хіміки / хімікині визначають ступінь речовинного забруднення різних регіонів планети, складають разом з екологами / екологінями відповідні прогнози на майбутнє та розробляють методи знешкодження небезпечних речовин промислового походження та видалення їх із промислових стоків і газових викидів.

За останні півтора століття на стику хімії та інших природничих наук виникли нові науки — фізична хімія, біохімія, геохімія, космохімія, фармацевтична хімія, екологічна хімія, які розвиваються швидкими темпами.

Хімія і розвиток людства. Хімію можна поділити на дві частини — теоретичну (хімічна наука) і практичну (хімічна технологія). Хімічна наука досліджує речовини та хімічні реакції в лабораторіях наукових закладів й університетів, створює і розвиває хімічні знання. Хімічна технологія — перероблення сировини і здійснення перетворень речовин на промислових підприємствах, тобто використання і впровадження хімічних знань.

Наше життя важко уявити без застосування досягнень хімічної науки і технології. Ми є свідками того, як численні полімери і матеріали на їх основі — пластмаси — дедалі більше замінюють традиційні природні речовини й матеріали.



Чому водогінним і каналізаційним трубам, виготовленим із полімерних матеріалів, надають перевагу порівняно з металевими?

Розвитку сучасної техніки, енергетики, зв'язку, транспорту, аерокосмічної галузі сприяє застосування нових сполук, сплавів, створення ефективних матеріалів з особливими механічними, фізичними та іншими властивостями.



За матеріалами з інтернету дізнайтеся, чому дуже перспективним є винайдення та одержання речовин-надпровідників.

Хімічні заводи випускають мільйони тонн мінеральних добрив (мал. 182), різноманітні засоби захисту сільськогосподарських рослин від шкідників і хвороб. Це сприяє розвитку землеробства і тваринництва, допомагає долати проблему дефіциту харчових продуктів у деяких регіонах планети.

Оскільки рослини є невичерпною органічною сировиною, зростають масштаби перероблення рослинних залишків на біогаз, біопаливо і біопальне (мал. 183). Це вагомий внесок у розв'язання енергетичної проблеми у світі.



Мал. 182.
Комплексне мінеральне добриво



Мал. 183.
Цистерни з рідким біопальним



За матеріалами з інтернету з'ясуйте, які рослини спеціально вирощують для використання їх як енергетичної сировини. Чим вони вирізняються?

Хімічні реакції є основою фармацевтичної індустрії. Зростає асортимент медичних препаратів, які допомагають ефективно лікувати людей і запобігати захворюванням.

Харчова промисловість також використовує досягнення хімії. Харчові добавки поліпшують смак продуктів, емульгатори підтримують їхню необхідну консистенцію, консерванти сприяють збільшенню терміну придатності. Звісно, усі ці речовини мають бути безпечними для людини.



Знайдіть на етикетках соусів і приправ назви неорганічних та органічних речовин, які є харчовими добавками та емульгаторами.

Швидкими темпами розвивається виробництво хімічних товарів для побуту. У торговельній мережі покупцям пропонують ефективні мийні засоби, клеї, герметики, лаки, фарби тощо. Використання сучасних засобів побутової хімії значною мірою допомагає в домашньому господарстві, дає можливість людині приділяти більше часу своїй професійній діяльності, побутовим справам, відпочинку.

Важко визначити кількість наявних косметичних засобів. Багато речовин, одержаних у хімічних лабораторіях, є складниками кремів, шампунів, гелів, лосьйонів; вони позитивно впливають на шкіру, волосся, лікують і відновлюють їх.

Роль хіміків / хімікинь дуже важлива у сфері розроблення ефективних маловідходних технологій, схем багаторазового використання води в промисловості, утилізації промислових і побутових відходів.



Назвіть пластмасові відходи в нашому побуті. Які використані пластикові предмети збирають у розміщені на вулицях і в супермаркетах контейнери для перероблення?

Хімічна промисловість України. За обсягом виробництва хімічна промисловість посідає провідне місце в економіці нашої країни (мал. 184). Вона охоплює виробництво мінеральних добрив, соди, лугів, кислот, інших неорганічних і органічних речовин, полімерів та матеріалів на їх основі (гуми, пластмас), синтетичних смол, хімічних волокон, фармацевтичних препаратів, скла, цементу. Багато видів вітчизняної хімічної продукції йде на експорт.



Мал. 184.
Сучасний хімічний завод



Знайдіть в інтернеті відомості про хімічний завод у вашій області. Які речовини або суміші речовин на ньому виготовляють, яку сировину використовують?

Хімія і сприйняття навколишнього світу. Хімічні знання допомагають краще зрозуміти наукову картину світу. У космічному просторі за умов високого вакууму та екстремальних температур існують лише окремі атоми, йони, молекули, а на планетах, їхніх супутниках, кометах — деякі прості й складні речовини. Помірні температура й атмосферний тиск на Землі, а також енергія Сонця сприяють існуванню живих організмів та утворенню різноманітних неорганічних і органічних сполук.

Багато змін у природі нашої планети пов'язані з колообігом хімічних елементів і речовин, накопиченням їх в одних регіонах і перенесенням в інші. Знаючи про ці процеси, можна пояснити, наприклад, утворення корисних копалин, вапнякових печер, пустель, наявність у природній воді певних розчинених солей.



Підсумком щойно викладеного може бути висловлювання лавреата Нобелівської премії з хімії та Нобелівської премії миру Лайнуса Полінга: «Хіміки — це ті, хто справді розуміє світ».

Хімічні знання є складником загальної культури людини. Використовуючи їх, ми зможемо запобігти забрудненню природи і зберегти її.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про зв'язки хімії з іншими природничими науками, використання хімічних перетворень речовин у різних галузях промисловості, а також значення хімічних знань для людини.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

- 555. Доведіть, що хімія є природничою наукою.
- 556. Досить популярною ще недавно була книжка «Хімія в центрі наук». Чому автори так висловилися про хімічну науку?
- 557. Назвіть штучні матеріали, які використовують у виготовленні одягу та взуття.

Поміркуймо

- 558. Спробуйте пояснити такий факт: атмосфера Марса майже повністю складається з вуглекислого газу, кисень у ній є домішкою, а в атмосфері нашої планети кисню майже в 500 разів більше, ніж вуглекислого газу.

Дізнаваймося

- 559. За матеріалами з інтернету з'ясуйте, які речовини використовують у медицині для заміни зубів, ушкоджених або зламаних кісток.

Розв'язуймо задачу

- 560. Обчисліть об'єм газу амоніаку (н. у.), який потрібно розчинити у воді об'ємом 100 л для приготування розчину з масовою часткою амоніаку 25 % (цей розчин застосовують як рідке добриво).

Шанс для творчості

- 561. Запропонуйте спосіб очищення відпрацьованого промислового газу (його основні компоненти — азот, кисень і пара) від домішки сірководню.

У команді

- 562. Які знання з хімії вам знадобилися в житті?

§ 52. Хімічна наука у світі та в Україні

Хімія — давня і водночас молода наука. У далекі часи здійснення перетворень речовин було ремеслом для людей, а самі перетворення сприймалися ними як чудеса або магія. На межі XVIII—XIX ст. хімічні експерименти почали отримувати теоретичну основу. Вона спочатку була хиткою, іноді помилковою, але поступово міцнішала й позбувалася недоліків. Після відкриття хімічних законів наука хімія піднялася на вищий щабель і разом з іншими природничими науками впевнено перебуває там і нині.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Як оцінюють внесок хіміків у світову науку?
- ▶ Які перспективи розвитку хімії в нашій країні?

Хімія у світі. Багато з того, що з'являється в нашому житті, зумовлене досягненнями хімічної науки. Комп'ютери, сучасні засоби зв'язку, космічні станції, ліки від ще недавно невиліковних хвороб, нові матеріали, які за властивостями значно переважають традиційні, — це далеко не повний перелік того, що стало реальним завдяки відкриттям, дослідженням і розробкам у хімії. Хімічна наука має чудові перспективи для розвитку.

Хімія — одна з фундаментальних наук. Підтвердженням цього є щорічне присудження Нобелівської премії (мал. 185) науковцям-хімікам за визначні досягнення — створення теорій, синтез та дослідження нових речовин, дослідження хімічних реакцій.



Мал. 185.
Медаль лавреата
Нобелівської премії



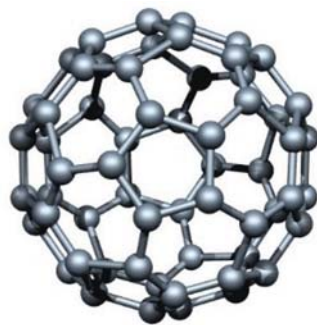
За відомостями з інтернету з'ясуйте, фахівцям з яких наук, крім хімії, присуджують Нобелівську премію.

Починаючи з 1901 р., Нобелівською премією нагороджували дослідників / дослідниць зі світовими іменами. С.-А. Арреніус (Швеція) у 1903 р. отримав цю премію за створення теорії електролітичної дисоціації, А. Муассан (Франція) у 1906 р. — за одержання фтору, Д. Хевеші (Швеція) у 1943 р. — за використання ізотопів для дослідження хімічних реакцій, Дж. Полані (Канада), Лі Юаньчже і Д. Хершбах (США) у 1986 р. — за внесок у дослідження перебігу хімічних перетворень речовин, Р. Керл, Р. Смоллі (США) і Г. Крото (Велика Британія) у 1996 р. — за відкриття фулеренів — незвичайних простих речовин Карбону (мал. 186).



За всю історію присудження Нобелівської премії з хімії один науковець ставав лавреатом двічі. Скориставшись інтернетом, з'ясуйте прізвище цього хіміка і те, за які досягнення його було нагороджено преміями.

Чимало відкриттів, за які присуджено Нобелівську премію, відбулося на стику хімії з іншими науками, передусім із біологією і медициною. У 2020 р. нобелівськими лавреатками стали дослідниці Емманюель Шарпантьє (Франція) і Дженніфер Дудна (США) (мал. 187), які розробили «генетичні ножиці» — метод, що дає змогу «редагувати» молекули ДНК.



Мал. 186.
Модель молекули фулерену C_{60}



Мал. 187.
Е. Шарпантьє і Дж. Дудна



Марія Склодовська-Кюрі (Франція) отримала Нобелівську премію двічі — з фізики у 1903 р. за дослідження радіоактивного розпаду і з хімії у 1911 р. за відкриття елементів Радію та Полонію.



Прізвища яких хіміків і хімікинь світового рівня ви запам'ятали, вивчаючи хімію в 7–9 класах? Назвіть основний доробок одного-двох науковців чи науковиць.

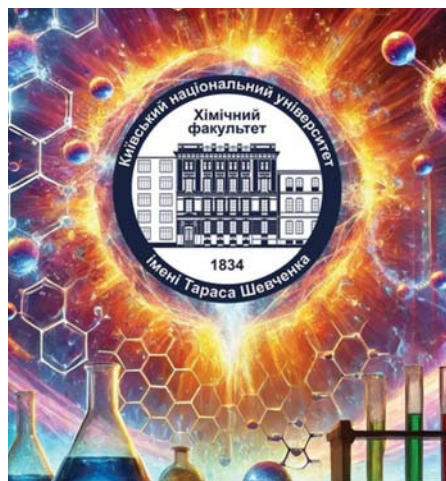
Хімічна наука та освіта в Україні. Хімічна наука посідає почесне місце в нашій країні. Національна академія наук має відділення хімії, об'єднує низку науково-дослідних інститутів хімічного профілю, у яких працюють тисячі науковців та науковиць. Серед цих установ — Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського (провідний заклад в Україні з досліджень у галузі неорганічної хімії); Фізико-хімічний інститут ім. О. В. Богатського (лідер у розробленні медичних препаратів та синтезі сполук із макроциклічними молекулами); Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литви-

нення (дослідження механізмів хімічних реакцій); Науково-технологічний комплекс «Інститут монокристалів» (світовий лідер у створенні функціональних матеріалів, люмінофорів та медичних діагностиків); Інститут геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова (удосконалення технологій перероблення корисних копалин); Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В. П. Кухаря (одержання нових пестицидів, біоактивних речовин і лікарських засобів); Інститут хімії поверхні ім. О. О. Чуйка (створення ефективних оксидних і карбонових матеріалів з модифікованою поверхнею); Науково-технологічний центр «Реактив» (розроблення технологій одержання високочистих хімічних реактивів та спеціальних матеріалів).

Імена хіміків, на честь яких названо науково-дослідні інститути, а також академіків О. І. Бродського, В. Н. Єременка, А. І. Кіпріанова, О. В. Кірсанова, Л. А. Кульського, Ф. Д. Овчаренка, А. Т. Пилипенка, К. Б. Яцимирського та багатьох інших відомі не лише в Україні, а й за її межами. Вони створили наукові школи, які постійно поповнюються молодими хіміками та хіміkinями.

Щороку чимало випускників і випускниць шкіл, гімназій, ліцеїв бажає продовжити освіту на хімічних факультетах Київського (мал. 188), Харківського, Львівського, Одеського, Донецького, Чернівецького та інших університетів України. Ці факультети мають кафедри неорганічної, органічної, фізичної, аналітичної хімії, хімії високомолекулярних сполук та ін. Серед нових спеціалізацій в університетах — хімія природних сполук, екологічна хімія, хімічний контроль довкілля, фармацевтична хімія, хімічна інженерія. Студенти і студентки старших курсів виконують актуальні наукові дослідження і стають кваліфікованими хіміками / хіміkinями. Маємо всі підстави ствер-

джувати, що в молодій людини, яка цікавиться хімією і має хорошу загальноосвітню підготовку, є всі можливості для досягнення успіху на терені хімічної науки. Молодь із вищою хімічною освітою реалізує свій потенціал і у виробничій сфері, працюючи в лабораторіях металургійних комбінатів, хімічних і фармацевтичних заводів, підприємств харчової промисловості, медичних закладів, екологічних установ. Немає сумніву в тому, що нове покоління хіміків і хіміkinь зробить вагомий внесок у розвиток людства.



Мал. 188.

Емблема хімічного факультету
КНУ імені Тараса Шевченка

Гарною традицією у світовій освіті є проведення Міжнародної хімічної олімпіади IChO (мал. 189). У ній щороку беруть участь найкращі знавці та знавчині хімії з України. Результати нашої команди у складі чотирьох учасників / учасниць на цих олімпіадах завжди вагомі. Наприклад, у 2024 р. українська команда завоювала чотири срібні медалі, а у 2025 р. — дві золоті та дві срібні.



Мал. 189.

Медаль Міжнародної хімічної олімпіади

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про розвиток хімічної науки і хімічної освіти*.



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

563. Чому розвиток науки хімії є важливим для людства?
564. Як представлено хімію в дослідницьких закладах Національної академії наук та університетах України?

Поміркуймо

565. Опанування яких наук, крім хімії, студентами / студентками хімічного факультету є необхідним для майбутньої професії і чому?
566. Чому, на ваш погляд, роботу французького дослідника А. Муассана з одержання фтору дуже високо оцінили й науковця було нагороджено Нобелівською премією? За потреби скористайтесь інтернетом.

У команді

567. Назвіть один-два напрями, на яких потрібно зосередити дослідження хіміків / хімікинь. Свою пропозицію обґрунтуйте.
568. Якій хімії — органічній чи неорганічній — ви надаєте пріоритет щодо значення досягнень у цій науковій галузі для кожного з нас? Відповідь аргументуйте.

§ 53. Моя кар'єра в хімії

Молодь, навчаючись у школі, замислюється над тим, ким бути, яку професію обрати. Учні та учениці віддають перевагу улюбленим навчальним предметам, і це спонукає самостійно здобувати нові й цікаві знання. Ми впевнені, що чимало дев'ятикласників / дев'ятикласниць уже можуть сказати: хімія — це моє.

Розвиток природничих наук є запорукою прогресу людства. У параграфі названо сфери, у яких працюють ті, хто визначив своїм пріоритетом хімію.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Основою яких професій є хімія?
- ▶ Як молодій людині, котра зацікавилася хімією, готуватися до трудового шляху, пов'язаного із цією наукою?

Спілкуючись зі студентами та студентками хімічного факультету університету (мал. 190) про роки навчання в школі, можна дізнатися, чому вони захопилися хімією.

- Зачаровували перетворення речовин. Вражали зовнішні ефекти реакцій — виникнення полум'я чи вибуху, зміна забарвлення розчинів, утворення різнокольорових осадів тощо.
- Подобалося спостерігати за перебігом реакцій, самостійно виконувати досліді, а також допомагати вчителю / вчительці в їх проведенні.
- Цікавили хімічні досліді, які потребували знань і роздумів щодо впливу умов проведення експерименту на його результат.
- Подобалося шукати пояснення хімічних явищ, прогнозувати продукти реакцій.
- У геологічному музеї вразило різноманіття форм і забарвлень мінералів, зацікавило, чому кристали певних речовин мають саме такий вигляд.
- Подобалося розв'язувати хімічні задачі та вправи, а також складати їх.

Якщо такі вподобання і прагнення притаманні й вам, радимо продовжити навчання в гімназії або ліцеї природничого профілю, де поглиблено вивчають хімію, а потім вступити до університету на хімічний факультет. У дорослому житті ви обов'язково досягнете успіху, обравши цю природничу науку сферою своєї діяльності.



Мал. 190.

Першокурсники і першокурсниці хімічного факультету університету



Вам необхідно одержати амфотерний гідроксид, використавши розчини солі та лугу. Чи візьмете до уваги відносні кількості реагентів? Додаватимете розчин лугу до розчину солі чи навпаки? Відповіді аргументуйте.

Обираймо науку хімію. Привабливість хімії — в одержанні та дослідженні невідомих раніше речовин, відкритті нових хімічних реакцій, виявленні ефективних каталізаторів тощо.

Хіміки та хімікині працюють у лабораторіях, використовуючи різноманітні реактиви і сучасне обладнання (мал. 191). Вони визначають якісний і кількісний склад одержаних речовин, їхні фізичні характеристики (температури зміни агрегатних станів, густину, розчинність у воді та ін.), досліджують хімічні властивості, з'ясовують будову молекул і кристалів. Після аналізу отриманих результатів пропонують можливі сфери використання речовин.



Мал. 191.
Хімічна лабораторія

Науковці та науковиці мають бути обізнаними з інформацією про обраний об'єкт дослідження (речовини, хімічні реакції) та аналізувати її. За потреби вони перевіряють наявність домішок у речовинах і розчинах, які використовуватимуть, визначають концентрації розчинів. Деякі експерименти повторюють, щоб уникнути можливих помилок. Після завершення дослідження отримані результати готують для публікації.



Перед виконанням дослідів науковець розчинив кристалогідрат $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в дистильованій воді, але замість безбарвного розчину отримав жовтуватий. Домішки яких солей можуть бути в реактиві? Запропонуйте спосіб очищення кристалогідрату. Візьміть до уваги, що його розчинність у воді істотно збільшується зі зростанням температури.

Обираймо сферу хімічних технологій. У промислових масштабах одержують багато речовин для їх практичного використання. На заводах фахівці та фахівчині здійснюють хімічні реакції, які ретельно досліджено в лабораторіях, адаптують ці процеси для виробництва (мал. 192),

**Мал. 192.**

Інженер-хімік у цеху заводу

**Мал. 193.**

Урок хімії в ліцеї

поліпшують їхню ефективність, намагаються зробити екологічно безпечними, а також контролюють якість сировини і продукції.



Амоніак одержують у промисловості за реакцією між азотом і воднем, яка відбувається за підвищених температури й тиску та наявності каталізатора. Азот вилучають зі зрідженого повітря. Чому, на ваш погляд, для одержання амоніаку не використовують повітря, у якому азот займає майже 4/5 об'єму?

Актуальною діяльністю у сфері хімічних технологій є розроблення і реалізація способів перероблення промислових і побутових відходів, передусім відходів пластмас.

Навчаймо хімії. Кращі випускники і випускниці хімічних факультетів викладають хімію в університетах. Крім цього, вони виконують наукову роботу, керують дослідженнями старшокурсників / старшокурсниць.

Здобувши вищу хімічну освіту, ви також можете працювати вчителем / учителькою хімії в школі, гімназії або ліцеї (мал. 193). Найбільше вчителів / учительок є випускниками педагогічних університетів. Педагогічна освіта, здобута на природничих факультетах цих університетів, — основа для успішного викладання хімії. Головне ваше завдання — розвінчати усталену думку, що хімія — надскладний навчальний предмет. У наш час хімічні знання необхідні кожній людині.

Професія викладача / викладачки (учителя / учительки) потребує від людини створення доброзичливої атмосфери в спілкуванні з тими, хто навчається, надання допомоги в розвитку їхніх пізнавальних і творчих здібностей. Необхідно мати широкий кругозір і ґрунтовні знання з хімії та суміжних з нею наук, уміти цікаво подавати навчальний матеріал, демонструвати різноманітні досліди та коментувати їх. Серед важливих якостей людей цієї професії — комунікабельність, наполегливість, терпіння.

Ви обов'язково досягнете успіху на викладацькій ниві, якщо із задоволенням допомагаєте однокласникам / однокласницям засвоїти

навчальний матеріал, складати формули речовин і хімічні рівняння, виконувати вправи й розв'язувати задачі.



Як ви поясните однокласникам / однокласницям, чому в хімії, крім одиниць вимірювання маси та об'єму, використовують моль — одиницю вимірювання кількості речовини?



У періодичній таблиці одного навчального посібника є порожні клітинки між елементами Гідрогеном і Гелієм (мал. 194). Чи можна очікувати на відкриття хімічних елементів, які «займуть» ці клітинки? Відповідь аргументуйте.

Г Р У П И							
I	II	III	IV	V	VI	VII	
¹ H 1,00794 Hydrogenium ГІДРОГЕН						(H)	² He 4,002602 Helium ГЕЛІЙ
³ Li 6,941 Lithium ЛІТІЙ	⁴ Be 9,01218 Beryllium БЕРИЛІЙ	⁵ B 10,811 Borum БОР	⁶ C 12,011 Carboneum КАРБОН	⁷ N 14,0067 Nitrogenium НІТРОГЕН	⁸ O 15,9994 Oxygenium ОКСИГЕН	⁹ F 18,998403 Fluorum ФЛУОР	¹⁰ Ne 20,1797 Neon НЕОН

Мал. 194.

Фрагмент періодичної таблиці

Педагогічна діяльність надзвичайно важлива, оскільки завдяки їй формується нове покоління, яке забезпечить подальший розвиток суспільства.

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про те, що є запорукою успішної кар'єри людини в хімічній науці, технології та освіті.*



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

569. Які особливості молоді людини вказують на можливість досягти успіху на ниві хімічної науки та інженерії?
570. Які здібності та людські риси мають бути в сучасного / сучасної викладача / викладачки або вчителя / вчительки хімії?

Дізнаваймося

571. За матеріалами з інтернету з'ясуйте зміст терміна «зелена хімія». Назвіть кілька завдань, які постають перед цією сферою науки і технології.

Думаймо

572. На початку ряду активності металів (форзац II) перебувають найактивніші серед них — літій, калій, барій, стронцій, кальцій, натрій. Чому їх не використовують для здійснення реакцій металів із солями у водному розчині, на відміну, наприклад, від цинку ($\text{Zn} + \text{CuCl}_2 = \text{Cu} + \text{ZnCl}_2$)?
573. Поясніть, чому в порожні клітинки періодичної таблиці (мал. 195) не внесено загальні формули гідридів хімічних елементів I—III груп EH , EH_2 і EH_3 , хоча ці сполуки відомі (наприклад, NaNH_2 , CaH_2).

7	111 Rg	112 Cn	Nh	113 Fl	114 Mc	115 Lv	116 Ts	117
	[272] Рентгеній	[285] Коперніцій	Ніхоній	[286] Флеровій	[289] Московій	[286] Ліверморій	[293] Теннессин	[294]
Висші оксиди	E_2O	EO	E_2O_3	EO_2	E_2O_5	EO_3	E_2O_7	
Легкі сполуки з Гідрогеном				EH_4	EH_3	H_2E	HE	
Висхідні	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb
								66 Dy
								67 Hf

Мал. 195.

Фрагмент періодичної таблиці

Аналізуймо

574. Метал магній, а також кожна сполука цього хімічного елемента містять ізотопи Магній-24, Магній-25 і Магній-26. Чи різнитимуться зразки цього металу або сполуки Магнію за хімічними властивостями, якщо в одному з них буде лише нуклід ^{24}Mg , у другому — нуклід ^{25}Mg , а в третьому — нуклід ^{26}Mg ? Відповідь аргументуйте.
575. Масова частка Гідрогену в літосфері становить 0,15 % (елемент посідає 10-те місце з-поміж усіх хімічних елементів за поширеністю), а його атомна частка¹ — 3,0 % (4-те місце). Яка величина, на ваш погляд, об'єктивно характеризує поширеність Гідрогену і чому?

У команді

576. Чому в промисловості та лабораторіях одержують деякі прості речовини і солі, які є в природі?
577. Складіть план характеристики:
- будови речовини;
 - будови молекули.
578. Уявімо, що ви рецензуєте навчальний посібник з хімії. У ньому є таке означення: *кислота — речовина, яка складається з одного або кількох атомів Гідрогену і кислотного залишку*. Укажіть неточність у цьому означенні й поясніть свою думку. Запропонуйте коректний варіант означення кислоти.

¹ Відношення кількості атомів хімічного елемента до кількості атомів усіх елементів.

§ 54. Хімія в моїй кар'єрі

Здобувши освіту, людина розпочинає свій трудовий шлях. Багато професій пов'язано з використанням різних речовин, а деякі — зі здійсненням і наслідками хімічних реакцій. Те, про що ви дізналися на уроках хімії, а також із підручників і науково-популярних сайтів, вам знадобиться в житті й сприятиме досягненню успіхів.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Які професії потребують знань про речовини?
- ▶ Фахівці яких галузей стикаються з хімічними реакціями?

Вам відомо, що серед природничих наук є такі, які виникли на межі хімії з іншими науками. Серед них — біохімія, фізична хімія, геохімія, агрохімія, екологічна хімія та ін. Фахівці та фахівчині, які працюють у цих сферах, виконують різні завдання хімічного змісту, і знання з хімії є важливими в їхній кар'єрі.

Агрономи / агрономки досліджують склад (мал. 196) і властивості ґрунтів, розробляють рекомендації з використання добрив. Вони знають, чому одні добрива збільшують кислотність ґрунту, а інші зменшують її, а також які добрива не можна змішувати, бо вони реагують між собою. Добираючи добриво, беруть до уваги його розчинність, від якої залежить швидкість надходження поживних хімічних елементів у рослини.



Мал. 196.
Хімічний аналізатор
ґрунту на автомобілі

Кальцій ортофосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (мінерал фосфорит) є добривом, нерозчинним у воді. Його використовують на кислих ґрунтах. За дії органічних кислот ґрунту ця сполука перетворюється на малорозчинну кислоту CaHPO_4 ; її розчин і надходить у рослини.



Обчисліть масу подвійного суперфосфату $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, яку потрібно внести на ділянку площею 0,6 га, де росте цукровий буряк, якщо норма внесення добрива становить 75 кг Фосфору на гектар поля.

Класифікація мінералів у *геології* ґрунтується на класифікації неорганічних сполук. Серед мінералів виокремлюють оксиди, силікати, карбонати, сульфати та ін. Фахівці та фахівчині цієї галузі на основі періо-

дичної таблиці прогнозують наявність подібних хімічних елементів у мінералах і гірських породах. Елемент II групи Магній, наприклад, міститься в деяких мінералах елемента цієї ж групи Кальцію, і навпаки.

У геології іноді використовують особливі хімічні формули. Наприклад, формулу мінералу доломіту записують так: $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$. Відповідна природна сіль є карбонатом, у якому містяться два види катіонів — Ca^{2+} і Mg^{2+} . Сумарна кількість йонів Кальцію і Магнію в речовині така сама, що й карбонат-іонів, оскільки значення зарядів усіх цих частинок однакові. З огляду на це склад мінералу можна також подати формулою $\text{Ca}_x\text{Mg}_{1-x}\text{CO}_3$.



Мінерал рубін є алюміній оксидом, у якому незначна кількість катіонів Al^{3+} заміщена такою самою кількістю йонів Cr^{3+} . Запишіть два варіанти формули рубіну, використавши символи обох металічних елементів.

Згадаймо *фізиків / фізикинь*, які досліджують речовини і матеріали із цінними для практики властивостями — електричними, оптичними, магнітними. У цій роботі важливо враховувати стійкість речовин до розкладу, окиснення, корозії, інших перетворень за різних умов.

Молода наука *екологія* також має зв'язки з хімією. Фахівці / фахівчині цієї галузі здійснюють контроль за наявністю речовинних забруднень в атмосфері, гідросфері (мал. 197) та літосфері. Завдяки цьому ми знаємо, яка якість питної води, а також чистим чи забрудненим є повітря, яким дихаємо.

Екологи / екологині беруть до уваги стійкість речовин-забруднювачів, їхню здатність реагувати з киснем, водою. У співпраці зі спеціалістами інших галузей вони визначають гранично допустимі концентрації (скорочено ГДК) шкідливих речовин у воді та повітрі, за яких забруднювачі ще не завдають шкоди організму людини і довкіллю.



Мал. 197.

Здійснення хімічного аналізу природної води



Назвіть речовини, які забруднюють повітря у великих містах, і джерела цих забруднень.

Фахівці та фахівчині *медичної сфери* знають і розуміють дію компонентів лікарських засобів та йонів хімічних елементів на організм і біологічні системи. Вони надають рекомендації щодо того, які ліки не можна вживати разом через хімічну взаємодію між ними. Їм відомо, що відбувається з білками в організмі в разі підвищення температури

у хворого і коли не варто застосовувати жарознижувальні засоби.

Фахівці та фахівчині *фармацевтичної галузі*, працюючи з речовинами і розчинами (мал. 198), беруть до уваги терміни придатності медпрепаратів і дотримуються необхідних умов їх зберігання. Вони вміють готувати розчини з певними концентраціями розчинених речовин.



У медичній практиці використовують розчин борної кислоти в етанолі. Масова частка кислоти в цьому розчині становить 3 %. Обчисліть масу борної кислоти та об'єм спирту, необхідні для приготування такого розчину масою 200 г. Густина етанолу становить 0,79 г/см³.

У наш час, коли в різних частинах планети виникають війни, є затребуваною професія *військових хіміка та хімікині*. За допомогою приладів і реактивів вони виявляють типи отруйних речовин, які застосовано під час бойових дій (мал. 199), оцінюють їх концентрацію в повітрі, здатність до розкладу в довкіллі та визначають способи нейтралізації цих речовин.

Без хімічних знань та вмінь не можуть обійтися і спеціалісти, які працюють у сфері обслуговування. *Кулінари / кулінарки* знають про різну термічну стійкість харчових продуктів та їхніх компонентів — білків, жирів, вуглеводів — і беруть це до уваги у своїй роботі. Вони розуміють, як забезпечити стійкість колоїдного розчину або емульсії, а додаючи у страву оцет чи лимонну кислоту, враховують силу кислот. Перед замішуванням тіста для випічки потрібно добрати розпушувач. Для цього використовують дріжджі, а також солі NaHCO_3 , NH_4HCO_3 і $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.



За відомостями з інтернету з'ясуйте, які речовини утворюються внаслідок термічного розкладу харчової соди і карбонатів амонію — кислого та середнього. Складіть хімічні рівняння. Продукт якої реакції залишається у складі пирога чи печива? Чи впливає він на смак випічки?



Мал. 198.

Відбирання однакових порцій рідкого медпрепарату



Мал. 199.

Визначення бойової отруйної речовини

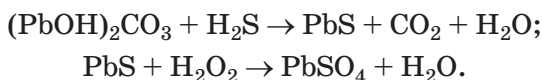
Реставратор / реставраторка — рідкісна професія, тісно пов'язана з хімією. Ті, хто її обрав, знають і розуміють вплив речовин докільля на фарби, в'яжучі матеріали, метали та їх сплави. Їм відомі, наприклад, властивості гіпсу, особливості утворення цієї речовини з іншого кристалогідрату.

Часто реставрують твори живопису та ікони (мал. 200), що потемнішали з часом. Це відбулося внаслідок перетворення білого пігменту $(\text{PbOH})_2\text{CO}_3$ на чорний сульфід PbS за дії сірководню H_2S , наявного в повітрі. Обробляючи ділянки картини розчином гідроген пероксиду, фахівець / фахівчиня перетворює сульфід на сульфат PbSO_4 — нерозчинну сіль білого кольору, стійку щодо сірководню.



Мал. 200.
За реставрацією ікони

Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:



Реставратори / реставраторки разом з іншими фахівцями, застосовуючи хімічні знання, беруть участь в експертизі художніх виробів з метою виявлення підробок.

Назвіть не згадану в параграфі професію, яка потребує використання знань з хімії чи виконання хімічних експериментів або досліджень.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про професії людини, які передбачають її підготовку з хімії*.

Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

579. Люди яких професій мають бути добре обізнаними з хімічними властивостями речовин?
580. Фахівцям яких професій потрібно знати особливості перебігу хімічних реакцій?

Розв'язуймо задачу

581. Обчисліть масу та об'єм (н. у.) амоніаку в приміщенні об'ємом 80 м^3 , які відповідають ГДК цього газу 20 мг/м^3 .

Дізнаваймося

582. За відомостями з інтернету з'ясуйте, з яких тканин не можна виводити плями за допомогою розчинника на основі вуглеводнів.

Думаймо

583. Спеціалісти яких профілів використовують знання про такі хімічні явища:
- а) корозія металів;
 - б) взаємодія жирів із лугами;
 - в) утворення накипу під час кипіння природної води?
584. Яких екологічних вимог має дотримуватися агроном, використовуючи добрива?

У команді

585. Уявіть, що вам потрібно визначити, із золота чи латуні зроблено прикрасу. Як ви діятимете, застосовуючи свої знання з хімії?

Оцінюймо свої знання

586. Виконайте розміщені за QR-кодами або покликаннями (<https://learningapps.org/display?v=phdjpa5n325>; <https://learningapps.org/display?v=p4in7rzst25>) тестові завдання за матеріалом навчального року.



test 1



test 2

Післямова

Закінчився ще один навчальний рік. Ми впевнені, що на уроках хімії вам було цікаво і ви із захопленням виконували хімічні експерименти в школі та вдома.

Ви розширили свої знання про оксиди, досліджували хімічні властивості металів, довідалися про такі складні речовини, як основи, кислоти, амфотерні гідроксиди, солі. Тепер уже знаєте, як і чому утворюються йони у водних розчинах лугів, солей і кислот.

Ви ознайомилися з органічними речовинами — вуглеводнями, спиртами, карбоновими кислотами, вуглеводами, жирами, амінокислотами і білками. Дізналися про використання багатьох речовин, значення деяких хімічних елементів, вуглеводів, жирів і білків для розвитку живих організмів, отримали інформацію про стійкі органічні забруднювачі довкілля.

Застосовуючи набуті хімічні знання, ви використовуватимете речовини, їх суміші та матеріали, не завдаючи шкоди собі, іншим людям, довкіллю. Ми впевнені, що з огляду на вичерпність більшості речовинних ресурсів на нашій планеті ви розумієте важливість збирання, сортування та перероблення відходів виробництва і споживання.

Бажаємо вам розвивати своє зацікавлення хімією, а тим, хто вже вирішив пов'язати свою кар'єру із цією наукою, — стати в недалекому майбутньому студентами і студентками хімічних факультетів університетів.

Успіхів вам!

ВІДПОВІДІ ТА ПОРАДИ ДО ЗАДАЧ І ВПРАВ

17. д) сума коефіцієнтів у рівнянні — 7.
21. $\varphi(\text{O}_2) = 33,3 \%$.
22. $V(\text{O}_3) = 18$ мл.
28. В амоніаку вдвічі більше молекул.
31. $V(\text{CO}_2) = 224$ м³.
33. Галій.
48. в.
49. У кальцій гідроксиді.
51. $\text{Sr}(\text{OH})_2$.
52. б) $w(\text{O}) = 34,4 \%$.
53. $m(\text{Li}_2\text{O}) = 3$ г.
54. Порівняйте міцність йонного зв'язку у сполуках.
62. Візьміть до уваги розчинність хлороводню у воді.
72. Можна, якщо хоча б один з оксидів реагує з водою.
74. Формула кислоти — HClO .
82. $\alpha = 25 \%$.
83. Порівняйте полярність ковалентних зв'язків $\text{H}-\text{O}$ і $\text{O}-\text{N}$.
84. а) HA — слабка кислота; б) HA — сильна кислота.
85. $\alpha(\text{HA}) = 1/3$.
86. $\alpha(\text{HClO}_3) = 90 \%$.
87. $\alpha(\text{HF}) = 2 \%$.
88. $N(\text{молекул}) = 499$.
91. 1Бв; 2Аб; 3Ва; 4Аб.
93. Візьміть до уваги наявність у повітрі вуглекислого газу.
96. г.
97. $\alpha(\text{води}) = 1,8 \cdot 10^{-7} \%$.
102. Можливими є шість реакцій.
103. а.
104. $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 10,6$ г.
105. Нерозчинність гідроксидів і силікатної кислоти, карбонатна кислота є слабкою.
107. Луг (кислота) має бути доступною і дешевою речовиною.
114. $\text{Ti}(\text{OH})_4$.
115. Гідроксид розклався не повністю.
116. $m(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 24,4$ г.
124. $(\text{PbOH})_2\text{CO}_3$.
126. Літій фторид.

127. $m(\text{Al}^{3+}) = 1,08 \text{ г.}$
128. $(\text{BeOH})\text{NO}_3$.
139. $m(\text{Fe}) = 14 \text{ г.}$
140. $w(\text{Ag}) = 92,5 \text{ \%}$.
145. Можливі 2 реакції.
146. Можливі 3 реакції.
149. $n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 0,05 \text{ моль.}$
150. $m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 2,25 \text{ г.}$
154. Не можна виконати завдання 2 варіанта II.
156. Ні; з води видаляються лише йони Mg^{2+} , а частина йонів Ca^{2+} у ній залишається:
$$\text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + \text{CaSO}_4 \text{ (малорозчинна сіль).}$$

159. в.
160. $m(\text{Mg}^{2+}) = 12 \text{ мг.}$
161. Гідрокарбонат-іони наявні в надлишку щодо катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} ; $m(\text{осаду}) = 167 \text{ мг.}$
169. $m(\text{Na}^+) = 345 \text{ мг.}$
183. Сірчистий газ важчий в 1,45 раз.
192. Перетворення «сіль А $\rightarrow$ сіль В» можливе за надлишку одного з реагентів.
193. $V(\text{H}_2\text{S}) = 0,56 \text{ л.}$
199. Так.
207. У розчині можна розчинити ще 6 г K_2CO_3 .
208. а) $m(\text{води}) = 42 \text{ г;}$ б) $m(\text{KNO}_3) = 88 \text{ г.}$
209. $m(\text{NaCl}) = 5,6 \text{ г.}$
210. а) $m(\text{KCl}) = 14 \text{ г;}$ б) $m(\text{KCl}) = 7 \text{ г.}$
217. Так.
221. Йон Магнію; його заряд удвічі більший, радіус менший.
228. $m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 3,42 \text{ г.}$
229. $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 69,5 \text{ г.}$
230. $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
231. $m(\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}) = 12,1 \text{ г.}$
241. $m(\text{H}_2\text{O}) = 114 \text{ г.}$
243. $m(\text{соли}) = 18 \text{ г;}$ $V(\text{H}_2\text{O}) = 1982 \text{ мл.}$
244. $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2,75 \text{ \%}$.
245. $w(\text{речовини}) = 0,24$.
246. $m(\text{гліцерину}) = 8,8 \text{ г.}$
250. Потрібно розчинити у виготовленому розчині 0,42 г сечовини.
251. Потрібно додати у виготовлений розчин 10 мл води.
257. $m(\text{Cu}) = 1,6 \text{ г.}$
261. Правильних відповідей — 3.
267. Масова частка Нітрогену більша в сечовині в 1,33 раз.
268. На 10 йонів Na^+ припадає приблизно 16 йонів K^+ .
269. $w(\text{I}) = 72,6 \text{ \%}$.

277. а.
278. $w(\text{NaCl}) = 0,9 \%$.
279. $w(\text{BaCl}_2) = 6,3 \%$.
293. $V(\text{пов.}) = 10 \text{ м}^3$.
302. CCl_2F_2 .
303. Можливих карбонових ланцюгів — 8.
310. $m(\text{CH}_4) = 0,65 \text{ г}$.
312. $N(\text{CH}_4) : N(\text{CO}_2) : N(\text{N}_2) = 12 : 6 : 1$.
321. $V(\text{Cl}_2) = 134,4 \text{ л}$.
322. Так.
329. $\text{C}_5\text{H}_{12} + 8\text{O}_2 \rightarrow 5\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.
331. $V(\text{пов.}) = 24,2 \text{ л}$.
332. $V(\text{CO}_2) = 2 \text{ л}$; $V(\text{O}_2) = 1,5 \text{ л}$.
333. Пропан.
341. Сума коефіцієнтів у рівнянні — 7.
342. $w(\text{C}) = 6/7$.
343. $\varphi(\text{C}_2\text{H}_6) = 1/4$.
351. $V(\text{C}_2\text{H}_4) = 2,8 \text{ л}$.
362. $V(\text{C}_2\text{H}_2) = 4 \text{ л}$; $V(\text{H}_2) = 11 \text{ л}$.
372. $m(\text{C}_2\text{H}_6) = 7,5 \text{ г}$.
373. C_3H_6 .
374. $V(\text{C}_2\text{H}_2) : V(\text{O}_2) = 1 : 7$.
376. C_3H_8 .
382. $m(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2) = 2,8 \text{ г}$.
383. $V(\text{Br}_2) = 12,8 \text{ см}^3$.
392. $w(\text{C}) = 96,4 \%$.
393. $V(\text{пов.}) = 10,25 \text{ м}^3$.
403. Дві молекули.
415. $w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 72 \%$.
416. $m(\text{CH}_3\text{OH}) = 8 \text{ г}$.
417. $V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 95 \text{ мл}$.
425. $w(\text{гліцеролу}) = 39 \%$.
426. $V(\text{O}_2) = 3,92 \text{ л}$.
434. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$.
435. $w(\text{CH}_3\text{COOH}) = 77 \%$.
436. $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$.
437. $m(\text{р-ну КОН}) = 17,5 \text{ г}$.
438. $m(\text{оцт. ес.}) = 18 \text{ г}$; $m(\text{води}) = 142 \text{ г}$.
447. б) $(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH} + \text{MgCl}_2$.
449. $m(\text{солі}) = 15,3 \text{ г}$.
460. $2\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3 + 163\text{O}_2 \rightarrow 114\text{CO}_2 + 110\text{H}_2\text{O}$.
461. $m(\text{нас. жирів}) = 5,76 \text{ г}$; $m(\text{ненас. жирів}) = 2,24 \text{ г}$.
470. $m(\text{води}) = 150 \text{ г}$.
471. $w(\text{глюкози}) = 15 \%$.

472. $S(\text{глюкози}) = 83,1 \text{ г.}$

474. $w(\text{глюкози}) \approx 2/3.$

481. Порівняйте хімічні формули обох вуглеводів.

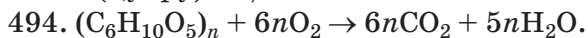
482. $m(\text{води}) = 340 \text{ г.}$

483. $w(\text{C}) = 40 \text{ \% .}$

484. $w(\text{сахарози}) = 14 \text{ \% .}$

485. а) ненасичений розчин; б) насичений розчин; в) насичений розчин.

486. $w(\text{цукру}) \approx 2/3.$



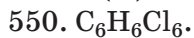
495. $m(\text{крохмалю}) = 6,75 \text{ т.}$

504. $m(\text{кислоти}) = 20 \text{ г.}$

505. $w(\text{гліцину}) = 45,7 \text{ \% .}$

506. $w(\text{Mg}) = 14,0 \text{ \% .}$

515. $m(\text{N}) = 3,68 \text{ г.}$



560. $V(\text{NH}_3) = 43,9 \text{ м}^3.$

581. $m(\text{NH}_3) = 1,6 \text{ г; } V(\text{NH}_3) = 2,1 \text{ л.}$

СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

Алкани — вуглеводні, у молекулах яких є відкритий ланцюг з атомів Карбону, сполучених простим ковалентним зв'язком.

Алкени — вуглеводні з відкритим карбоновим ланцюгом і одним подвійним зв'язком у молекулах.

Алкини — вуглеводні з відкритим карбоновим ланцюгом і одним потрійним зв'язком у молекулах.

Аміногрупа — група атомів -NH_2 .

Амінокислоти — похідні вуглеводнів, у молекулах яких є аміно- і карбоксильні групи.

Амфотерна сполука — сполука (оксид, гідроксид), яка реагує і з основою, і з кислотою.

Аніоніт — іоніт, здатний обмінювати утворювані ним аніони на інші аніони.

Багатоатомний спирт — спирт, у молекулі якого є кілька гідроксильних груп.

Білки — поліпептиди, які виконують особливі біологічні функції в живих організмах.

Вищі карбонові кислоти — карбонові кислоти, молекули яких містять 10 і більше атомів Карбону.

Водневий показник (pH) — величина, яка характеризує концентрацію йонів Гідрогену в розчині.

Вуглеводи — органічні сполуки, склад яких відповідає загальній формулі $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$.

Вуглеводневий залишок — частина молекули органічної сполуки, яка складається з атомів Карбону і Гідрогену.

Вуглеводні — сполуки Карбону з Гідрогеном.

Гігроскопічність — властивість речовини поглинати вологу.

Гідратований йон — йон, сполучений з молекулами води.

Гідроксильна група — група атомів -OH .

Гомологи — сполуки, які належать до певного гомологічного ряду.

Гомологічний ряд — ряд органічних сполук, молекули яких подібні за будовою і різняться за складом на одну чи кілька груп атомів CH_2 .

Денатурація білка — руйнування просторової будови молекул білка із втратою ним біологічних функцій.

Детонація — явище вибухового згоряння випарів речовини в суміші з повітрям під час стиснення.

Електроліти — сполуки, водні розчини яких проводять електричний струм.

Електролітична дисоціація — розпад речовини на йони під час її розчинення або плавлення.

Жири — похідні гліцеролу і вищих (жирних) карбонових кислот.

Ізмери — сполуки, молекули яких мають однаковий склад, але різну будову.

Індикатор — речовина або суміш речовин, яка змінює забарвлення в розчині кислоти і / або лугу.

Істинна формула — формула, яка відповідає реальному складу молекули.

Йонно-молекулярне рівняння — рівняння, яке містить формули речовин і формули йонів.

Йонообмінна смола (або іоніт) — полімер, здатний обмінювати утворювані ним йони на інші йони.

Карбоксильна група — група атомів $\text{—C}\begin{smallmatrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$.

Карбонові кислоти — похідні вуглеводнів, молекули яких містять одну або кілька карбоксильних груп.

Катіоніт — іоніт, здатний обмінювати утворювані ним катіони на інші катіони.

Кисле середовище — середовище у водному розчині з $\text{pH} < 7$.

Кислота — сполука, яка дисоціює у водному розчині з утворенням катіонів Гідрогену й аніонів кислотного залишку.

Кислотний залишок — частина молекули кислоти без атома (атомів) Гідрогену.

Концентрований розчин — розчин, у якому маса розчиненої речовини більша, ніж розчинника.

Кристалізаційна вода — вода, молекули якої є складником кристалогідрату.

Кристалогідрат — кристалічна речовина, яка містить у своєму складі молекули води.

Луг — розчинна або малорозчинна основа.

Лужне середовище — середовище у водному розчині з $\text{pH} > 7$.

Мономер — реактант у реакції полімеризації.

Найпростіша формула — формула, яка відповідає найменшому цілочисельному відношенню атомів хімічних елементів у молекулі.

Насичений розчин — розчин речовини, у якому вона за певних температури і тиску не розчиняється.

Насичені вуглеводні — вуглеводні, у молекулах яких є лише прості ковалентні зв'язки.

Нейтральне середовище — середовище у водному розчині з $\text{pH} = 7$.

Ненасичений розчин — розчин речовини, у якому за певних температури і тиску можна розчинити порцію речовини.

Ненасичені вуглеводні — вуглеводні, у молекулах яких є подвійні, потрійні зв'язки.

Одноатомний спирт — спирт, у молекулі якого є одна гідроксильна група.

Оксид — сполука двох елементів, одним із яких є Оксиген.

Органічна хімія — розділ хімічної науки, який досліджує органічні речовини та способи їх одержання.

Органічні речовини — сполуки Карбону (за деякими винятками).

Основа — речовина складу $M(OH)_n$, яка взаємодіє з кислотами, але не реагує з лугами.

Пептид — продукт взаємодії молекул однієї або кількох амінокислот.

Пептидна група — група атомів $\begin{array}{c} \text{—C—N—} \\ || \quad | \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array}$.

Полімер — сполука, молекули якої складаються з великої кількості груп атомів.

Поліпептид — сполука, молекули якої складаються з великої кількості залишків молекул амінокислот.

Реакція нейтралізації — реакція між лугом і кислотою.

Реакція обміну — реакція, під час якої реактанти обмінюються йонами.

Реакція полімеризації — реакція сполучення багатьох однакових молекул унаслідок руйнування подвійних (або потрійних) зв'язків.

Розведений розчин — розчин, у якому маса розчинника більша, ніж розчиненої речовини.

Розчин — однорідна суміш речовин.

Розчинник — компонент розчину, який перебуває в такому самому агрегатному стані, що й розчин.

Сильний електроліт — електроліт, який повністю або майже повністю розпадається на йони у водному розчині.

Сіль — сполука, яка складається з катіонів, утворених металічним елементом, і аніонів кислотного залишку.

Слабкий електроліт — електроліт, який незначною мірою розпадається на йони у водному розчині.

Спирти — похідні вуглеводнів, молекули яких містять одну або кілька гідроксильних груп.

Стійкі органічні забруднювачі (скорочено — СОЗ) — шкідливі органічні сполуки штучного походження, які не зазнають хімічних перетворень у природних умовах або дуже повільно реагують із речовинами довкілля.

Ступінь електролітичної дисоціації — відношення кількості молекул речовини, які розпалися на йони, до кількості її молекул перед дисоціацією.

Твердість (жорсткість) води — властивість природної води, зумовлена наявністю в ній йонів Кальцію і Магнію.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Алкани 157, 167
 будова молекул 168
 використання 171
 назви 168
 фізичні властивості 170
 фізіологічна дія 171
 формули 168
 хімічні властивості 170
 Алкени 157, 174
 Алкіни 157, 183
 Аміногрупа 253
 Амінокислоти 253
 Амфотерна сполука
 (оксид, гідроксид) 62, 64
 Аніоніт 88
 Ацетати 219
 Ацетилен *див.* Етин

Б

Білки 257
 властивості 258
 практичне значення 259

В

Вода
 електролітична дисоціація 52
 кристалізаційна 118
 Водневий показник (рН) 51
 Вугілля 198
 Вуглеводи 235
 Вуглеводневий залишок 206
 Вуглеводні 157
 насичені 157
 ненасичені 157

Г

Галогенопохідні вуглеводнів 192
 Гігроскопічність 30
 Гідратація 118
 Гідратований йон 111
 Гідроксид-іон 29
 Гідроксильна група 207
 Гліцерол (гліцерин) 212
 будова молекули 212
 застосування 214
 фізичні властивості 212
 хімічні властивості 213
 Глюкоза 235
 використання 237
 властивості 235
 Гомологи 167
 Гомологічна різниця 167
 Гомологічний ряд 167
 Горючі сланці 199

Д

Дегідратація 119
 Денатурація білка 258
 Детонація 203

Е

Електроліт 30
 Електролітична
 дисоціація 30, 46
 Етанол 207
 будова молекули 207
 властивості 208
 застосування 209
 фізіологічна дія 210

Етен 174

будова молекули 174

застосування 176

фізичні властивості 175

хімічні властивості 175

Етилен *див.* Етен

Етин 182

будова молекули 183

застосування 185

фізичні властивості 183

хімічні властивості 183

Ж

Жири 228

біологічна роль 233

застосування 233

класифікація 229

одержання 232

фізичні властивості 229

хімічні властивості 230

І

Ізомери 170

Ізомерія 170

Індикатор 24

Іоніт *див.*

Іонообмінна смола

Й

Йонно-молекулярне рівняння 76

Йонообмінна смола 88

К

Карбоксильна група 207, 216

Карбонові кислоти 216

вищі 224

жирні 229

поширеність у природі 217

Катіоніт 88

Кисле середовище 52

Кислота 22, 35, 46

амінооцтова 253

безоксигенова 35

мурашина (метанова) 217, 218

застосування 220

фізичні властивості 219

хімічні властивості 219

оксигеновмісна 35

олеїнова 224

оцтова (етанова) 218

будова молекули 218

застосування 220

фізичні властивості 218

хімічні властивості 219

пальмітинова 224

сильна 48

слабка 48

стеаринова 224

Кислотний залишок 35

Кислототворний елемент 35

Кристалогідрат 118

Крохмаль 245

використання 248

властивості 245

одержання 248

Ксилітол 214

Л

Луг 23, 29

Лужне середовище 52

М

Масова частка розчиненої речовини 123

Метан 158

будова молекули 158

застосування 164

фізичні властивості 161

фізіологічна дія 165

хімічні властивості 161

Метанол 207

будова молекули 207

властивості 208

застосування 209

фізіологічна дія 210

Милá 225

Мономер 178

Н

Нафта 196
 перегонка 201
 перероблення фракцій 203
Нейтральне середовище 52

О

Оксид 33, 42, 91
 несолетворний 92
 солетворний 92
Октанове число 203
Органічна хімія 148
Органічні речовини 146
 класифікація 154
Основа 32

П

Парафін 170
Пептид 254
Пептидна група 254
Поліетилен 178
 властивості 179
 застосування 180
Полімер 178
Поліпептид 254
Природний газ 197

Р

Реакція
 бромовання 176
 галогенування 164
 гідрування 176
 дегідрування 184
 заміщення 163
 нейтралізації 57
 обміну 76
 полімеризації 178
 приєднання 175
 хлорування 164
Розчин
 насичений 105
 ненасичений 105

перенасичений 108
Ряд активності металів 71

С

Сахароза 239
 виробництво 242
 властивості 240
 застосування 243
Сіль 65
 кисла 66
 основна 66
 середня 66
Сорбітол 214
Спирт
 багатоатомний 212
 одноатомний 207
Спирти 207
Стійкі органічні забруднювачі 273
Ступінь електролітичної
 дисоціації 49
Супутній нафтовий газ 197

Т

Твердість (жорсткість) води 82, 83
Тетраедрична будова
 молекули 159
Тефлон 193
Тригліцериди 229

Ф

Форміати 219
Формула
 істинна 188
 найпростіша 188
Фотосинтез 235
Фруктоза 237

Ц

Целюлоза 248
 властивості 248
 застосування 249
Цукор *див.* Сахароза

ПІЗНАВАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА

Бобкова О. С. Хімія — це цікаво! : навч. посіб. для 7–11 кл. загальноосвіт. навч. закл. / О. С. Бобкова. — Київ : УОВЦ «Оріон», 2019. — 72 с.

Богданова В. Я. Хімічні реакції навколо нас : посіб. серії «Шкільна бібліотека» для 7 класу закл. загал. серед. освіти / В. Я. Богданова. — Харків : Ранок, 2020. — 112 с.

Василега М. Д. Цікава хімія / М. Д. Василега. — Київ : Рад. шк., 1989. — 188 с.

Вороненко Т. І. Хімія щодня. Це треба знати кожному / Тетяна Вороненко, Тетяна Іваха. — Київ : Шк. світ, 2011. — 128 с.

Ґонік Л. Хімія / Ларрі Ґонік, Крейґ Кріддл ; пер. з англ. — Київ : Рідна мова, 2022. — 256 с. (Серія «Наука в коміксах»).

Кін Сем. Ложка, що зникає: правдиві розповіді з періодичної системи хімічних елементів про безумство, кохання та історію світу / Сем Кін ; пер. з англ. Е. Рабинович. — Харків : ВД «Фабула», 2021. — 352 с.

Ковтун Г. Таємничий світ молекул: Матеріали до уроків / Григорій Ковтун. — Київ : Шк. світ, 2006. — 120 с.

Котляр З. В. Хімія елементів / З. В. Котляр, В. М. Котляр. — Київ : Вид. дім «Перше вересня», 2016. — 224 с.

Кривелліні М. Хімія огидних речей. Експериментуймо! / Маттіа Кривелліні, Валерія Бараттіні, Франческа Горіні ; пер. з англ. А. Ващук. — Львів : Вид-во Старого Лева, 2023. — 56 с.

Леєнсон І. А. Дивовижна хімія / І. А. Леєнсон. — Харків : Ранок, 2011. — 176 с.

Саркісян В. Дослідники смерті. Від Шерлока Голмса та Агати Крісті до лабораторії судмедексперта / Володимир Саркісян. — Київ : Віхола, 2024. — 200 с.

Саркісян В. Хімія повсякдення. Від шампуню і прального порошку до смаженої картоплі / Володимир Саркісян. — Київ : Віхола, 2021. — 176 с.

Смаль Ю. Вибухова історія людства. Як хімія стає зброєю / Юля Смаль. — Львів : Вид-во Старого Лева, 2022. — 128 с.

Смаль Ю. Лесеві історії. Експериментуй і дізнавайся / Юля Смаль. — Львів : Вид-во Старого Лева, 2019. — 136 с.

Смаль Ю. Цікава хімія. Життєпис речовин / Юля Смаль. — Львів : Вид-во Старого Лева, 2016. — 112 с.

Яковішин Л. О. Цікаві дослідження з хімії: у школі та вдома / Л. О. Яковішин. — Севастополь : Біблекс, 2006. — 176 с.

Інтернет-сайти, які містять цікавий матеріал з хімії

1. <http://www.thoughtco.com/chemistry-4133594>
2. <https://www.facebook.com/compoundchem>
3. <https://www.webelements.com>
4. <https://www.chemistryworld.com>
5. <https://www.compoundchem.com>
6. <https://www.facebook.com/chemistryislove1>
7. <https://www.facebook.com/phchemreviewer>
8. <https://www.facebook.com/groups/309370026343306>
(Хімія — це цікаво)
9. <https://www.facebook.com/groups/330993341097761>
(Цікава хімія)

ЗМІСТ

Хімія любить допитливих — будьте такими!	3
Як користуватися підручником	4
Хімічний експеримент — важливий складник навчання	5

Стартуємо. ЩО ВИ ЗНАЄТЕ З ХІМІЇ

§ 1. Атоми. Молекули. Йони	6
§ 2. Основні закони хімії. Хімічні реакції	12
§ 3. Кількісні розрахунки в хімії	16

Розділ 1. ДОСЛІДЖУЄМО ОСНОВИ, КИСЛОТИ, АМФОТЕРНІ ГІДРОКСИДИ, ОКСИДИ, СОЛІ

§ 4. Кислі та лужні розчини	21
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо водні розчини кислоти і лугу індикаторами ...	26
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Виявляємо індикатори в рослинах	28
§ 5. Луги. Основи	29
§ 6. Кислоти	35
§ 7. Одержання кислот. Кислотні опади	40
§ 8. Йони у водних розчинах кислот	46
§ 9. Водневий показник	51
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Визначаємо приблизні значення рН води, розчинів	
кислоти і лугу за допомогою універсального індикатора	53
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Визначаємо рН харчової та косметичної продукції	56
§ 10. Реакції основ з кислотами	57
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Здійснюємо реакцію нейтралізації	57
Досліджуємо взаємодію кислоти	
з нерозчинними основами	59
§ 11. Амфотерні сполуки	61
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо хімічні властивості	
амфотерного гідроксиду	62
§ 12. Солі	65

§ 13. Реакції кислот з металами	70
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо реакції кислоти з металами	71
§ 14. Властивості солей	75
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо реакцію солі з лугом у розчині	76
Досліджуємо реакцію солі з кислотою в розчині	78
Досліджуємо реакцію між солями в розчині	78
Розпізнаємо солі та їх розчини	81
§ 15. Твердість води	82
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Досліджуємо властивості	
мийних засобів у воді різної твердості	83
Видаляємо накип	87
§ 16. Очищення води йонним обміном	88
§ 17. Оксиди	91
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо реакцію оксиду з кислотою	94
§ 18. Хімічні перетворення неорганічних речовин	97
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо хімічні перетворення речовин	101

Розділ 2. ДОСЛІДЖУЄМО ВОДНІ РОЗЧИНИ СОЛЕЙ

§ 19. Розчинність речовин у воді	103
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Порівнюємо розчинність речовин у воді	104
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо вплив температури	
на розчинність речовини	106
<i>Експериментуємо після уроків</i>	
Вирощуємо кристали мідного купоросу	110
§ 20. Утворення розчину. Енергетичний ефект	
розчинення речовини	111
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Виявляємо тепловий ефект розчинення речовини	114
§ 21. Кристалогідрати	117
§ 22. Кількісний склад розчину	122
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Виготовляємо водний розчин	
з певною масовою часткою розчиненої речовини	128

Експериментуємо вдома

Виготовляємо водний розчин кухонної солі.....	129
§ 23. Реакції солей з металами	130
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Виявляємо можливість реакцій солей із цинком	131
§ 24. Йони в життєдіяльності організмів	134
§ 25. Застосування солей	140

Розділ 3. ДОСЛІДЖУЄМО ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

§ 26. Органічні речовини. Органічна хімія	145
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Виявляємо Карбон і Гідроген в органічній речовині	150
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Вилучаємо органічні речовини з природної сировини.....	152
§ 27. Класифікація органічних речовин.....	153
§ 28. Вуглеводні. Метан	156
§ 29. Властивості та застосування метану	161
§ 30. Гомологи метану.....	166
§ 31. Етен.....	173
§ 32. Поліетилен	177
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо властивості поліетилену	179
§ 33. Етин	182
§ 34. Розв'язування розрахункових задач.....	186
§ 35. Галогенопохідні вуглеводнів	192
§ 36. Природні джерела вуглеводнів	196
§ 37. Перероблення нафти	200
§ 38. Оксигеновмісні органічні сполуки. Спирти.....	206
§ 39. Багатоатомні спирти	212
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо властивості гліцеролу	213
§ 40. Карбонові кислоти. Етанова і метанова кислоти	216
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо властивості етанової кислоти	222
§ 41. Вищі карбонові кислоти. Милá	223
§ 42. Жири.....	228
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Досліджуємо взаємодію йоду з олією.....	232

§ 43. Вуглеводи. Глюкоза	234
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо властивості глюкози	236
§ 44. Сахароза.....	239
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо властивості сахарози	242
§ 45. Крохмаль. Целюлоза	244
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо властивості крохмалю.....	247
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Виявляємо крохмаль у харчових продуктах	251
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Розв'язуємо експериментальні завдання	251
§ 46. Амінокислоти	252
§ 47. Білки	256
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо взаємодію білка з купрум(II) гідроксидом ...	259
Виявляємо органічні сполуки в харчових продуктах	261
§ 48. Природні та синтетичні органічні сполуки	262
§ 49. Природні та синтетичні волокна	267
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Досліджуємо волокна	271
§ 50. Стійкі органічні забруднювачі	272

Розділ 4. ХІМІЯ І ПРОГРЕС ЛЮДСТВА. Я І ХІМІЯ

§ 51. Місце хімії серед природничих наук.	
Значення хімії для людства.....	276
§ 52. Хімічна наука у світі та в Україні.....	281
§ 53. Моя кар'єра в хімії.....	285
§ 54. Хімія в моїй кар'єрі	290
Післямова.....	295
Відповіді та поради до задач і вправ	296
Словник термінів	300
Предметний покажчик	303
Пізнавальна література	306

Навчальне видання

**ПОПЕЛЬ Павло Петрович
КРИКЛЯ Людмила Сергіївна**

ХІМІЯ

**Підручник для 9 класу
закладів загальної середньої освіти**

*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України*

**Видано за державні кошти.
Продаж заборонено**

Підручник відповідає Державним санітарним нормам і правилам
«Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

У підручнику з навчальною метою
використано деякі ілюстративні матеріали,
що перебувають у вільному доступі в мережі «Інтернет»,
а також відео дослідів, виконаних хіміками
КНУ імені Тараса Шевченка.

Відповідальна за випуск Г. А. Теремко
Редактор Г. Т. Сенькович
Коректор Т. А. Дічевська
Дизайн (композиція палітурки, титульного аркуша,
внутрішнього блоку) книжки В. М. Штогриня
Комп'ютерна верстка, обробка ілюстрацій,
оригінал-макет Є. М. Байдюка

Формат 70×100/16. Ум. друк. арк. 25,28.
Обл.-вид. арк. 14,34. Наклад 48 702 прим. Зам.

Видавничий центр «Академія»,
03057, м. Київ, вул. Олександра Довженка, б. 3.
Тел./факс: (044) 456-84-63.
E-mail: academia.book@gmail.com
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 7175 від 02.11.2020 р.

Видруковано в АТ «Харківська книжкова фабрика “Глобус”
корпоративне підприємство ДАК “Укрвидавполіграфія”»,
вул. Різдяна, 11, м. Харків, 61012.
Свідоцтво серія ДК № 7032 від 27.12.2019 р.

Періодична таблиця хімічних елементів (довгий варіант)

Періоди	Групи																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H Гідроген Водень																1 H Гідроген Водень	2 He Гелій
2	3 Li Літій	4 Be Берилій											5 B Бор	6 C Карбон Вуглець	7 N Нітроген Азот	8 O Оксиген Кисень	9 F Флуор Фтор	10 Ne Неон
3	11 Na Натрій	12 Mg Магній											13 Al Алюміній	14 Si Силіцій	15 P Фосфор	16 S Сульфур Сірка	17 Cl Хлор	18 Ar Аргон
4	19 K Калій	20 Ca Кальцій	21 Sc Скандій	22 Ti Титан	23 V Ванадій	24 Cr Хром	25 Mn Манган	26 Fe Ферум Залізо	27 Co Кобальт	28 Ni Нікель	29 Cu Купрум Мідь	30 Zn Цинк	31 Ga Галій	32 Ge Германій	33 As Арсен	34 Se Селен	35 Br Бром	36 Kr Криптон
5	37 Rb Рубідій	38 Sr Стронцій	39 Y Ітрій	40 Zr Цирконій	41 Nb Ніобій	42 Mo Молибден	43 Tc Технецій	44 Ru Рутеній	45 Rh Родій	46 Pd Паладій	47 Ag Аргентум Срібло	48 Cd Кадмій	49 In Індій	50 Sn Станум Олово	51 Sb Стибій	52 Te Телур	53 I Йод	54 Xe Ксенон
6	55 Cs Цезій	56 Ba Барій	57 La* Лантан	72 Hf Гафній	73 Ta Тантал	74 W Вольфрам	75 Re Реній	76 Os Осмій	77 Ir Іридій	78 Pt Платина	79 Au Аурум Золото	80 Hg Меркурій Ртуть	81 Tl Талій	82 Pb Плومбум Свинцев	83 Bi Бісмут	84 Po Полоній	85 At Астат	86 Rn Радон
7	87 Fr Францій	88 Ra Радій	89 Ac** Актиній	104 Rf Резерфордій	105 Db Дубній	106 Sg Сінборгій	107 Bh Борій	108 Hs Гасій	109 Mt Майтнерій	110 Ds Дармштадтій	111 Rg Рентгеній	112 Cn Коперницій	113 Nh Ніхоній	114 Fl Флеровій	115 Mc Московій	116 Lv Ліверморій	117 Ts Теннессин	118 Og Оганесон

*Лантаноїди

58 Ce Церій	59 Pr Празеодим	60 Nd Неодим	61 Pm Прометій	62 Sm Самарій	63 Eu Європій	64 Gd Гадоліній	65 Tb Тербій	66 Dy Диспрозій	67 Ho Гольмій	68 Er Ербій	69 Tm Тулій	70 Yb Ітербій	71 Lu Лютецій
-------------------	-----------------------	--------------------	----------------------	---------------------	---------------------	-----------------------	--------------------	-----------------------	---------------------	-------------------	-------------------	---------------------	---------------------

**Актиноїди

90 Th Торій	91 Pa Протактиній	92 U Уран	93 Np Нептуній	94 Pu Плутоній	95 Am Америцій	96 Cm Кюрій	97 Bk Берклій	98 Cf Каліфорній	99 Es Ейнштейній	100 Fm Фермій	101 Md Менделевій	102 No Нобелій	103 Lr Лоуренсій
-------------------	-------------------------	-----------------	----------------------	----------------------	----------------------	-------------------	---------------------	------------------------	------------------------	---------------------	-------------------------	----------------------	------------------------

Типи елементів

s-елементи p-елементи d-елементи f-елементи

Ліворуч від ламаної лінії перебувають металічні елементи, праворуч — неметалічні.

Елементи кожного типу мають подібну електронну будову атомів.

Розчинність основ, кислот, амфотерних гідроксидів і солей у воді (за температури 20—25 °С)

Катіони Аніони	H ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Mn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Ni ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻		р	р	р	—	м	м	р	н	н	н	н	—	н	н	н	н	н
F ⁻	р	м	р	р	р	м	м	м	р	р	м	р	#	р	м	н	м	р
Cl ⁻	р	р	р	р	н	р	р	р	р	р	м	р	р	р	р	р	р	р
Br ⁻	р	р	р	р	н	р	р	р	р	р	м	р	м	р	р	р	р	р
I ⁻	р	р	р	р	н	р	р	р	р	р	м	—	м	р	р	—	р	р
S ²⁻	р	р	р	р	н	#	#	р	н	н	н	н	н	н	н	#	#	#
SO ₃ ²⁻	р	р	р	р	н	р	м	м	р	м	м	—	#	м	м	—	—	—
SO ₄ ²⁻	р	р	р	р	м	р	м	н	р	р	м	р	р	р	р	р	р	р
NO ₃ ⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
PO ₄ ³⁻	р	м	р	р	н	м	н	н	н	м	н	н	н	н	н	н	н	н
CO ₃ ²⁻	р	р	р	р	м	м	н	н	н	н	н	#	—	м	н	—	—	—
CH ₃ COO ⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	—	#	р

Умовні позначення:

- «р» — розчинна речовина (розчинність понад 1 г речовини у 100 г води);
- «м» — малорозчинна речовина (розчинність від 1 г до 0,001 г у 100 г води);
- «н» — практично нерозчинна речовина (розчинність менше 0,001 г у 100 г води);
- «—» — речовина не існує (її не одержано);
- «#» — речовина існує, але реагує з водою (її розчинність визначити не можна).

Ряд активності металів

←
Li K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H₂) Bi Cu Ag Hg Pt Au

хімічна активність металів зростає

Ряд кислот за їхньою силою

HClO₄ ≈ HNO₃ ≈ HI ≈ HBr ≈ HCl ≈ H₂SO₄ > H₂SO₃ > H₃PO₄ > HF > HNO₂ > CH₃COOH > H₂CO₃ > H₂S > H₂SiO₃

сильні кислоти

кислоти середньої сили

слабкі кислоти

Хімія

9 клас

