

Павло Попель
Людмила Крикля

ХІМІЯ

ПІДРУЧНИК

для **9** класу
закладів загальної
середньої освіти

I півріччя

а | Київ
Видавничий центр «Академія»
2025

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/)

Хімія любить допитливих — будьте такими!

На уроках хімії у 8 класі ви дізналися багато нового і 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. Також 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 ми 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 (пiктограми) допоможуть вам зорієнтуватися в типах завдань, спонукатимуть до певних дій:



Думаймо



Розв'язуймо задачу



Варто знати



Візьмемо до уваги



Відшукаймо



Експериментуймо



Обговорймо



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 і 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-дodatка, використання яких не потребує реєстрації, розміщені на <https://9klas.academiabook.club/chemistry>; learningapps.org/. Кожне тестове завдання, розміщене на платформі learningapps.org, передбачає вибір однієї правильної відповіді.



е-додаток

Кожен із вас переконався, що вивчати хімію необхідно для того, щоб розуміти, як побудований навколишній світ, за якими законами він розвивається, щоб уміти використовувати різні речовини безпечно, не руйнуючи природу, а оберігаючи й примножуючи її багатства. 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

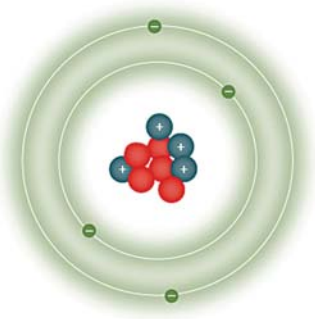
У цьому розділі ви знайдете відомий вам матеріал. Він підсумовує ваші знання про частинки, з яких складаються прості та складні речовини, види хімічного зв'язку, яким сполучаються атоми та йони. Нагадаємо вам про фундаментальні закони, відкриті завдяки досягненням у дослідженні речовин і хімічних реакцій.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

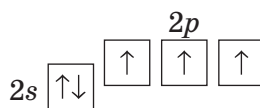
¹Ядро найлегшого атома складається лише з протону.

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 (форзаці I і II).



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, 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) Li і Cs; в) 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?

¹ Винятками є Гідроген, Гелій і Бор.

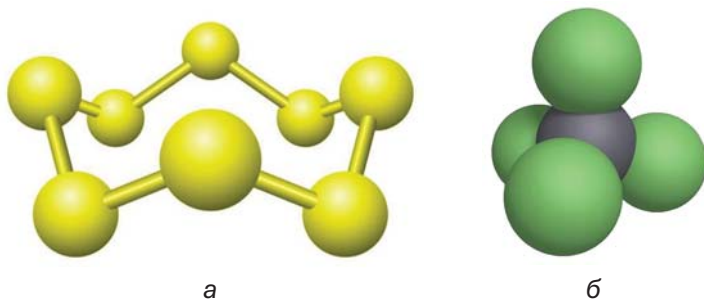
² Винятки — Станум, Плюмбум (в атомах обох елементів 4 зовнішні електрони), Бісмут (5 зовнішніх електронів).

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-негативністю виникає неполярний зв'язок, а з різною — полярний. У першому випадку спільна пара електронів однаковою мірою належить обома 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)



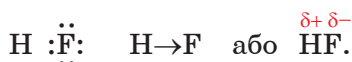
Назвіть види моделей молекул сірки і карбон(IV) хлориду, зображених на малюнку 2.

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 слабко 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 Н однієї молекули притягується до атома F, O або 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:

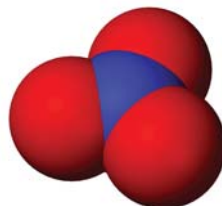
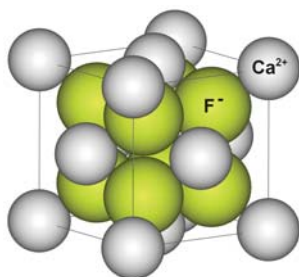


Складіть схеми перетворення атомів Літію та Оксигену на йони і запишіть електронні формули частинок.

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

ВИОКРЕМЛЮЄМО 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?

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

§ 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. Усе викладене становить суть періодичного закону.

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



Період	Групи							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2	${}^3\text{Li}$ $2s^1$	${}^4\text{Be}$ $2s^2$	${}^5\text{B}$ $2s^22p^1$	${}^6\text{C}$ $2s^22p^2$	${}^7\text{N}$ $2s^22p^3$	${}^8\text{O}$ $2s^22p^4$	${}^9\text{F}$ $2s^22p^5$	${}^{10}\text{Ne}$ $2s^22p^6$
3	${}^{11}\text{Na}$ $3s^1$	${}^{12}\text{Mg}$ $3s^2$	${}^{13}\text{Al}$ $3s^23p^1$	${}^{14}\text{Si}$ $3s^23p^2$	${}^{15}\text{P}$ $3s^23p^3$	${}^{16}\text{S}$ $3s^23p^4$	${}^{17}\text{Cl}$ $3s^23p^5$	${}^{18}\text{Ar}$ $3s^23p^6$



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 (реагентів), 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

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



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:

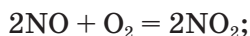


Закони для газів. Гази відрізняються від рідких і твердих речовин тим, що їхні найменші частинки перебувають на дуже великих відстанях одна від одної. Цим зумовлене існування кількох законів для речовин у газуватому стані.

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?

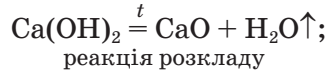
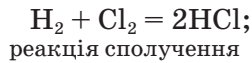
¹Для інертних газів — гелію, неону, аргону та ін. — однакова кількість атомів.

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

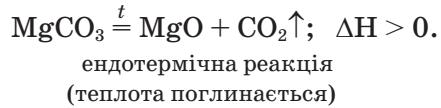
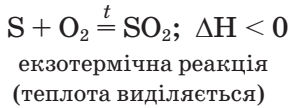
Хімічні реакції. Перетворення одних речовин на інші відбуваються в різних середовищах за різних умов і з неоднаковою швидкістю. Вони можуть супроводжуватися виділенням або поглинанням теплоти, утворенням газу або осаду, появою, зникненням або зміною кольору тощо.

Хімічні реакції класифікують за різними ознаками, зокрема:

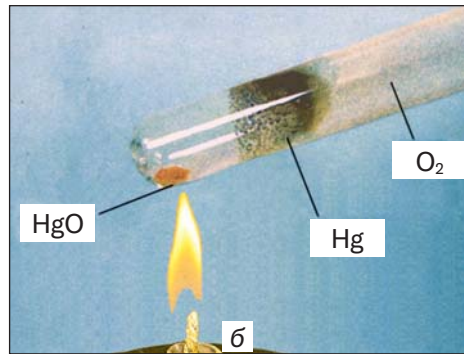
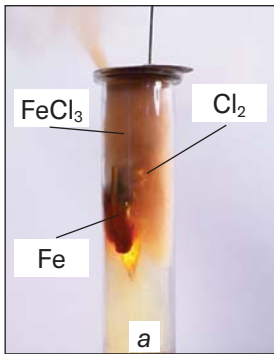
- за кількістю реагентів і продуктів



- 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) або з їх утворенням (б)

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



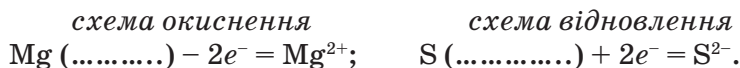
Чому всі хімічні реакції за участю простих речовин є окисно-відновними?

Втрата речовиною електронів є окисненням, а приєднання електронів — відновленням. Приклад окиснення речовини — її взаємодія з киснем. Ця реакція може супроводжуватися горінням або відбуватися

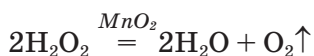
повільно, іноді без видимого зовнішнього ефекту. Відновлення зазнає, наприклад, металічна руда, перетворюючись на метал. Речовина, яка окиснюється, є *відновником*, а яка відновлюється, — *окисником*.



Визначте окисник і 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 уможливають перебіг реакцій (про таку реакцію ідеться у вправі 5).

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

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



Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфу 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):

<i>Хімічна реакція</i>	<i>Тип реакції</i>
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) $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3;$	

де N — кількість атомів або молекул; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ 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:

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



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



Обчисліть густину вуглекислого газу за нормальних умов.

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).

¹ Маса однакових об'ємів газів.

Задача 1.

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

Дано:

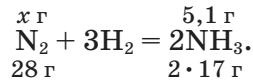
$$m(\text{NH}_3) = 5,1 \text{ г}$$

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

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.

Згідно з рівнянням реакції,
із 28 г N_2 утворюється $2 \cdot 17$ г NH_3 ,
за умовою задачі

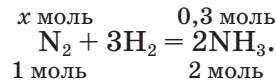
$$\begin{array}{ccc} \text{із } x \text{ г } \text{N}_2 & \text{—} & 5,1 \text{ г } \text{NH}_3; \\ x = m(\text{N}_2) = \frac{28 \text{ г} \cdot 5,1 \text{ г}}{2 \cdot 17 \text{ г}} = 4,2 \text{ г}. \end{array}$$

2-й спосіб

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

$$n(\text{NH}_3) = \frac{5,1 \text{ г}}{17 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}.$$

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



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

$$x = n(\text{N}_2) = \frac{1 \text{ моль} \cdot 0,3 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 0,15 \text{ моль}.$$

$$\begin{aligned} m(\text{N}_2) &= n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = \\ &= 0,15 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 4,2 \text{ г}. \end{aligned}$$

Відповідь: $m(\text{N}_2) = 4,2 \text{ г}$.



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 утворився метал і газ масою 0,24 г. З'ясувати, чи весь оксид розклався.

Дано:

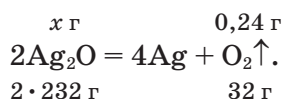
$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = 5,0 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,24 \text{ г}$$

Чи весь Ag_2O розклався?

Розв'язання

1. Записуємо рівняння реакції, указавши над і під формулами оксиду й кисню маси речовин:



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

Згідно з рівнянням реакції,
із $2 \cdot 232 \text{ г Ag}_2\text{O}$ утворюється 32 г O_2 ,
за умовою задачі
із $x \text{ г Ag}_2\text{O}$ — $0,24 \text{ г O}_2$;

$$x = m(\text{Ag}_2\text{O}) = \frac{2 \cdot 232 \text{ г} \cdot 0,24 \text{ г}}{32 \text{ г}} = 3,48 \text{ г}.$$

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.

ВИОКРЕМЛЮЄМО 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

- Задачі яких типів ви вмієте розв'язувати?
- Назвіть якомога більше газів, легших за повітря.
- Визначте об'єм (за н. у.) водню (усно):
 - масою 20 г;
 - кількістю речовини 0,1 моль;
 - якщо газ містить $12,04 \cdot 10^{23}$ молекул;
 - якщо газ містить $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів.
- Запишіть над формулами продуктів реакцій їхні кількості речовини:

2 моль	2,24 л (н. у.)
а) $\text{Be} + \text{S} = \text{BeS}$;	в) $\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4$;
1,5 моль	10 г
б) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$;	г) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$.

Поміркуймо

- Які гази — азот, вуглекислий газ, метан, сірчистий газ, кисень — можна збирати в склянку, як зображено на малюнку 6?
- 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

- У якому відношенні за масою взаємодіють прості речовини, якщо внаслідок реакції утворюється сірчистий газ? (Усно.)
- Визначте (усно) маси продукту реакції та реагенту, 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	3 · 40 г 2 моль
б) $3\text{Mg} + \text{N}_2 = \text{Mg}_3\text{N}_2$;	г) $\text{Ca} + \text{F}_2 = \text{CaF}_2$.
- Обчисліть масу вуглекислого газу, яка утвориться внаслідок спалювання вугілля масою 150 кг у надлишку повітря, якщо масова частка негорючих домішок у цьому вугіллі становить 20 %.



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

10. Виконайте обчислення щодо кальцій сульфідіду 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				

*11. 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

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



test

1

Розділ

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 розведений 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 слабкокислий 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.



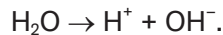
Назвіть хімічний елемент, атом або кілька атомів якого містяться в молекулі будь-якої кислоти.

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 .

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 M(OH)_2 .

Усі луги за стандартних умов — тверді кристалічні речовини, розчинні у воді¹. Вони складаються з катіонів металічних елементів M^+ або M^{2+} і 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. 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.
Лужні розчини

¹ Речовина Ca(OH)_2 є малорозчинною.

(мал. 8). Цим розчином добре мити віконне скло; після випаровування з 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, лишайнику. Тепер індикатори виготовляють на хімічних заводах. Вони ефективніші за природні й краще зберігаються.

До найуживаніших індикаторів належать *лакмус*, *фенолфталеїн*, *метилловий 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.

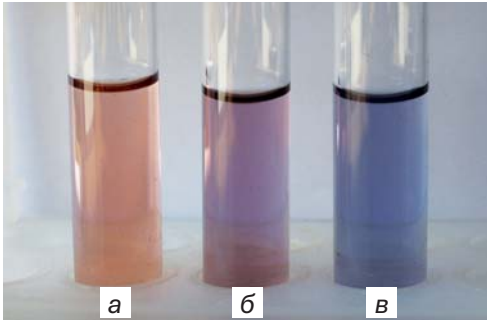


Мал. 9. Універсальні індикаторні папірці

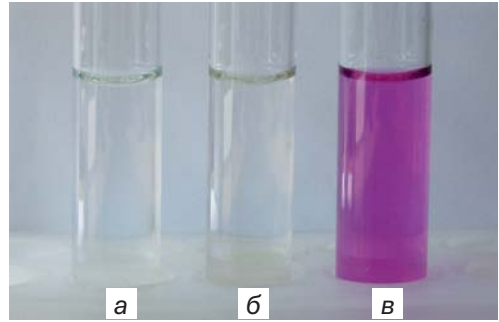
Властивості індикатора має барвник, назва якого — брильянтовий (діамантовий) зелений. Його спиртовий розчин — відома всім зеленка. Якщо в розчині міститься кислота, зеленка змінює забарвлення на жовте або помаранчеве, а якщо луг — забарвлення зникає.

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

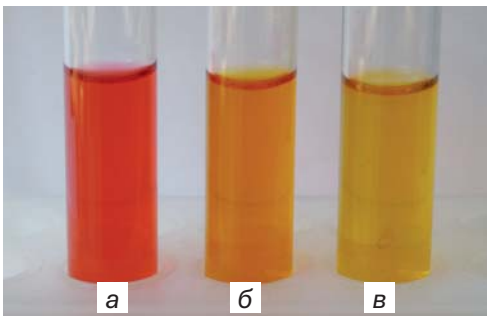
¹ Термін походить від латинського слова *indico* — вказую, визначаю.



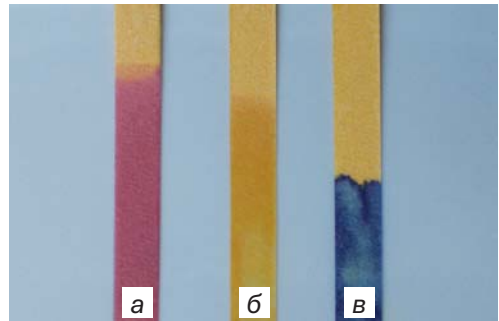
лакмус



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).



video



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

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?

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.

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

Результати спостережень запишіть у таблицю:

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

МІРКУЄМО, ПОРІВНЮЄМО, АНАЛІЗУЄМО

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

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

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

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

Поміркуймо

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

У команді

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

Розв'язуймо задачу

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

Дізнаваймося

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

Формуймо словничок

7. 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 англійськомовних інтернет-сайтах.

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

Оцінюймо свої знання

8. 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****ДОСЛІДЖУЄМО ЧАЙ**

Пропонуємо вам виконати експеримент, щоб дізнатися, чи є в чайному листі речовина-індикатор.

Приготуйте неповну склянку міцного чорного чаю. Дві третини рідини розподіліть по двох інших склянках. До однієї порції напою додайте кілька крапель соку лимона, до другої — пів чайної ложки харчової соди. Вміст обох цих склянок перемішайте.

Порівняйте забарвлення всіх трьох рідин. Чи змінилося забарвлення чорного чаю за наявності в ньому кислоти, лугу?

Виконайте аналогічний дослід із зеленим чаєм.

Запишіть у зошит результати експерименту і висновки.

**Експериментуємо на дозвіллі****ВИЯВЛЯЄМО ІНДИКАТОРИ В ЯГОДАХ, ОВОЧАХ, КВІТАХ**

Висушіть по кілька ягід чорниці, ожини, чорної смородини, бузини або чорноплідної горобини. Для приготування відвару з ягід помістіть їх у скляну чи емальовану посудину, додайте воду об'ємом 100 мл і прокип'ятіть суміш протягом кількох хвилин. Після охолодження злийте рідину з ягід або здійсніть її фільтрування.

Приготуйте кислий і лужний розчини. Для цього в одну склянку помістіть невелику кількість лимонної кислоти і до-

лийте воду об'ємом не більше 50 мл, а в іншій склянці розчиніть у воді кальциновану соду. В обидва розчини налейте відвар з ягід об'ємом 20—30 мл. Що спостерігаєте?

Результати експерименту запишіть у зошит.

Пропонуємо вам зробити презентацію про виконане дослідження.

Аналогічний експеримент можна здійснити із соком столового буряка або червонокочанної капусти, відварами з висушених забарвлених квітів.

§ 5. Луги. Основи

Із 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 , що, як і кальцинована сода Na_2CO_3 , 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+} і 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 °С.

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:



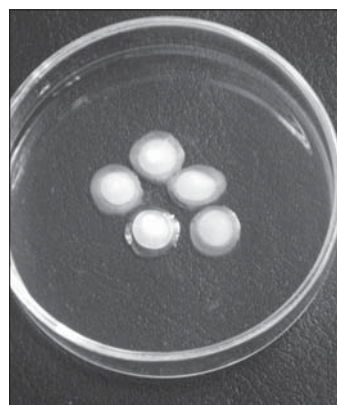
Запишіть схему утворення йонів у розчині барій гідроксиду.



Висловте 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 потраплян-



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.

ня 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.



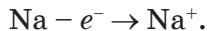
У промисловості натрій гідроксид іноді називають каустичною содою (від грецького слова «каустикос» — пекучий).

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:



Мал. 13.

Натрій взаємодіє з водою, у яку додано фенолфталеїн



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

Одержувати луги таким способом у промисловості недоцільно: метали-реагенти 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):



Мал. 14.

Гасіння вапна



Чи є ця реакція окисно-відновною? Відповідь аргументуйте.

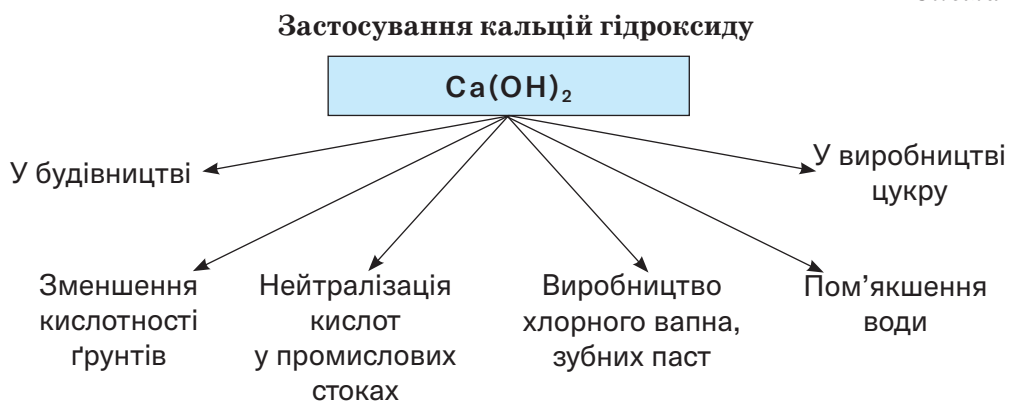
З водою також взаємодіють оксиди лужних елементів, Стронцію і Барію.

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.

Схема 1



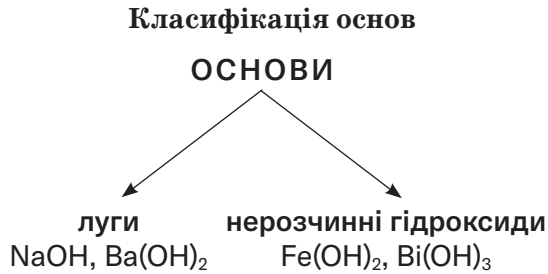
Схема 2



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.

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).

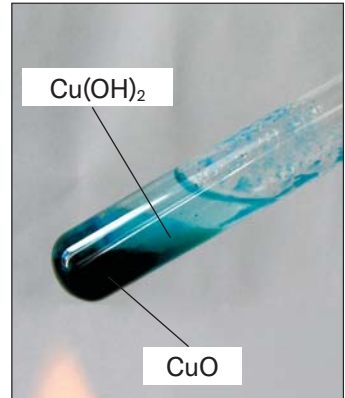


Загальна формула основ — $M(\text{OH})_n$.

Якщо металічний елемент утворює більше одного гідроксиду, то в назві кожної сполуки вказують римську цифру, яка відповідає значенню 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).



Мал. 15.
Термічний розклад купрум(II) гідроксиду



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

Основа — оснóвний оксид. Для кожної основи існує відповідний (оснóвний) 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 оснóвні оксиди подібні до основ (§ 10).

Нерозчинні основи неможливо одержати способами, розглянутими для лугів (с. 32): відповідні метали й оксиди не взаємодіють з водою. Ці основи одержують за допомогою інших реакцій (мал. 16).

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

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



Мал. 16. Осад ферум(II) гідроксиду, який утворився внаслідок реакції між двома реагентами в розчині

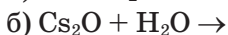


Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

- У наведеному переліку вкажіть формули основ: $\text{Cr}(\text{OH})_2$, HClO , AlOHBr_2 , RbOH , H_2O_2 .
- Чи є основою будь-який луг? Чи є лугом будь-яка основа?
- Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:



Порівняймо

- Луг NaOH утворений йонами Na^+ і OH^- . Порівняйте кількість електронів у цих йонах і вкажіть правильну відповідь:
 - електронів більше в катіоні;
 - електронів більше в аніоні;
 - електронів у йонах — однакова кількість.
- У якій сполуці міститься більше йонів — кальцій гідроксиді кількістю речовини 3 моль чи калій гідроксиді кількістю речовини 4 моль?

Виконаймо вправу

6. Запишіть формулу оксиду, якщо продуктом його реакції з водою є:
- барій гідроксид;
 - калій гідроксид.

Розв'язуймо задачу

7. Молярна маса лугу становить 122 г/моль. Запишіть формулу цієї речовини.
8. Обчисліть масові частки Оксигену:
- в оксиді CaO;
 - у кобальт(II) гідроксиді.
9. Обчисліть маси літій оксиду і води, які взаємодіють з утворенням лугу кількістю речовини 0,2 моль.

У команді

- *10. 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.

Дізнаваймося

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

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

13. 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, які неорганічні й органічні кислоти містяться 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).

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

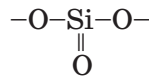
Працюємо разом

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

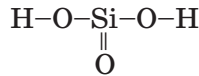
Записуємо символ кислототворного елемента і проводимо від нього в різні боки чотири риси (вони імітують ковалентні зв'язки):



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:



Зобразить графічну формулу молекули H_2SO_4 , якщо валентність Сульфуру в цій речовині становить 6.

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

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	Сульфитна
H_2SiO_3	Кремнієва	Силікатна
<i>Безоксигенові кислоти</i>		
HCl	Соляна	Хлоридна
H_2S	Сірководнева	Сульфідна

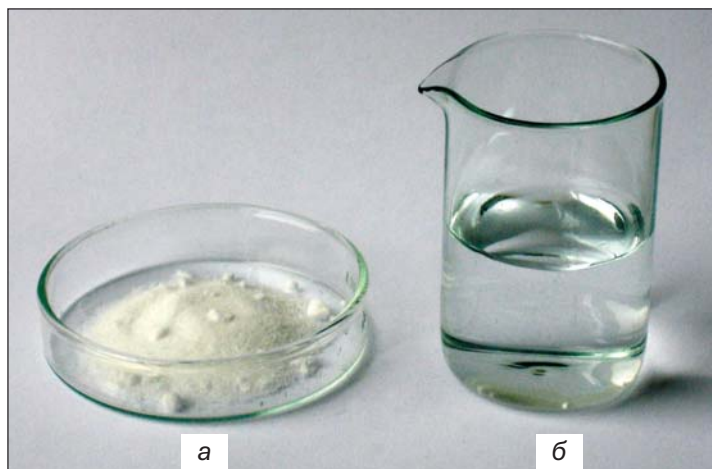
Тривіальні назви оксигеновмісних кислот походять переважно від назв простих речовин кислототворних елементів: сірка → сірчана кислота, азот → азотна кислота. Кислоту HCl було названо соляною, оскільки колись для її одержання використовували сіль NaCl .

Хімічні назви кислот походять від назв кислототворних елементів. Перше слово хімічної назви безоксигенової кислоти містить суфікс *-ид* або *-id-* (табл. 1). Якщо елемент утворює одну оксигеновмісну кислоту, то суфікс у першому слові її хімічної назви — *-ам*: 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 сульфитною. 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).



Мал. 17.
Кислоти:
а — ортоборатна (борна);
б — сульфатна (сірчана)



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

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.

Карбонатна і сульфатна 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

1. У наведеному переліку вкажіть формули кислот: HBr , CH_4 , HClO , $\text{Be}(\text{OH})_2$, H_3AsO_3 .
2. Що спільного і що відмінного у складі молекул безоксигенових і оксигеновмісних кислот?
3. Зобразіть графічну формулу молекули ортофосфатної кислоти, якщо валентність Фосфору в цій речовині становить 5.
4. Запишіть у зошиті формули кислот H_2Se і HClO_4 , виокремивши в них вертикальними лініями кислотні залишки.

Поміркуймо

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

Дізнаваймося

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

Розв'язуймо задачу

7. Обчисліть кількість речовини нітратної кислоти, якщо її маса становить 2,52 г.
8. 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

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

Оцінюймо свої знання

10. 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. Із виникненням і розви-

тком хімічної промисловості було винайдено і впроваджено інші способи одержання кислот — ефективні та потужні. 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.



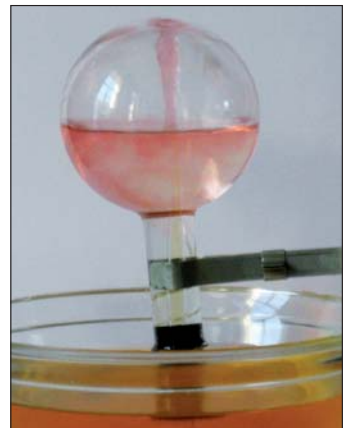
Складіть рівняння реакції водню з хлором і додайте в ньому позначку, що ця реакція є екзотермічною.

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. 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.



Мал. 18.
Горіння водню у хлорі



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

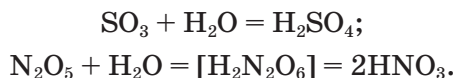
¹ Так одержують хлороводень на заводах, а в лабораторії використовують іншу реакцію.



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

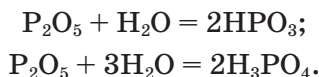
Одержання оксигеновмісних кислот. Один зі способів одержання оксигеновмісних кислот ґрунтується на взаємодії оксидів неметалічних елементів¹ з водою.

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



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:



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 цей оксид міститься в річках, озерах, морях, а в більшій кількості —

¹Один із винятків — оксид SiO_2 .

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.



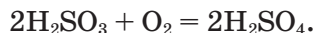
Оксиди неметалічних елементів, які не реагують з водою і не утворюють кислоти, — карбон(II) оксид CO та оксиди Нітрогену N_2O та NO .

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.

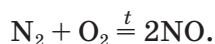
Сірчистий газ SO_2 потрапляє в повітря під час випалювання сульфідних руд на металургійних заводах, а також спалювання вугілля, яке містить домішки сполук Сульфуру. Унаслідок взаємодії цього газу з атмосферною вологою утворюється сульфітна кислота:



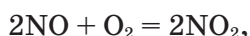
Невелика її частина реагує з киснем і перетворюється на сульфатну кислоту:



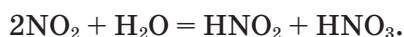
Оксиди Нітрогену з'являються в атмосфері внаслідок реакцій за участю основних компонентів повітря — азоту і кисню. За високої температури (під час згоряння палива і пального) відбувається реакція



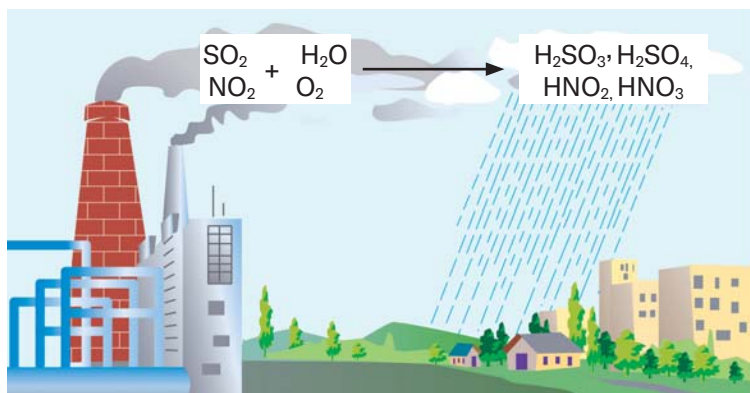
Між собою реагують дуже малі кількості обох газів. Продукт реакції — нітроген(II) оксид — швидко взаємодіє з киснем



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).

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. З цією метою змінюють конструкції двигунів, режими їхньої роботи, додають спеціальні добавки в пальне.



Мал. 22.
Наслідки
кислотних
опадів

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

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

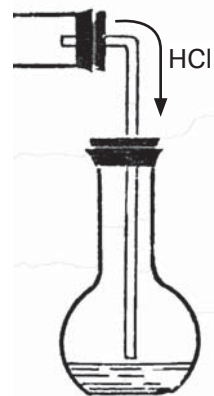


Сформулюйте цікаве запитання за темою параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

- Допишіть схему реакції та складіть хімічне рівняння:
 - $\text{SeO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 - $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
- Запишіть формулу оксиду, продуктом реакції якого з водою є:
 - селенатна кислота H_2SeO_4 ;
 - перхлоратна кислота HClO_4 .
- 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)?



Мал. 23.
Частина приладу
для одержання
хлоридної кислоти

Поміркуймо

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

У команді

- *5. 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?

Розв'яжуймо задачу

6. Обчисліть масові частки Оксигену:
 - а) у фосфор(III) оксиді;
 - б) в ортофосфатній кислоті.
7. Масова частка Хлору в одному з його оксидів становить 81,6 %. Виведіть формулу оксиду і встановіть формулу відповідної кислоти.
8. До води масою 20 г додали сульфур(VI) оксид масою 4 г. Обчисліть масу сульфатної кислоти, яка утворилася в розчині.
9. 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

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

Оцінюймо свої знання

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

§ 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 теж є йони. Вони утворюються з більшої чи меншої частини молекул кислоти. Як відбувається цей процес, 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, ви пересвідчилися в тому, 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 $H-E$ у молекулах безоксигенових кислот H_nE або зв'язків $H-O$ у молекулах оксигеновмісних кислот H_nEO_m . У цьому процесі беруть участь молекули води.

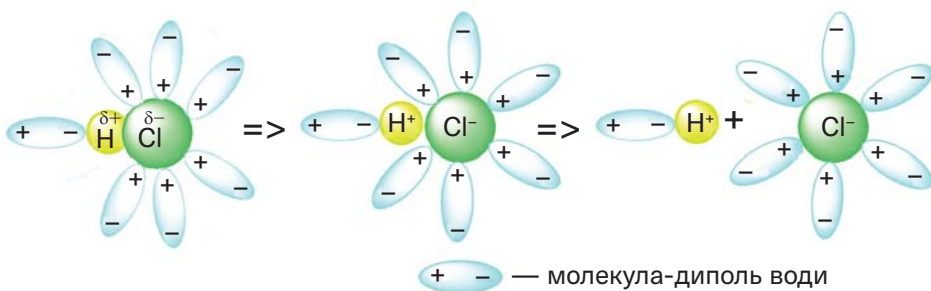


Проілюструйте наявність полярного ковалентного зв'язку в молекулі H_2S , використавши її графічну формулу.

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 електро-негативного атома Хлору ($H :Cl$) і ковалентний зв'язок між атомами є полярним. На атомі Хлору зосереджується невеликий негативний заряд δ^- ($\delta < 1$), а на атомі Гідрогену — позитивний заряд δ^+ : $H^{\delta+} Cl^{\delta-}$.

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



Мал. 24.

Утворення йонів із молекули HCl у водному розчині

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

розривається і вони розпадаються, але не на атоми, а на йони. Спільна пара електронів, що була зміщена до атома Хлору, під час руйнування 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 інших 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 °С» (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 частка 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.

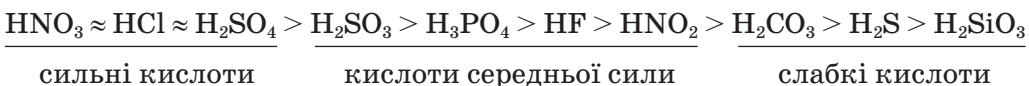


Напишіть рівняння дисоціації сульфатної кислоти H_2SO_4 .



На другій стадії дисоціації сульфідної кислоти H_2S розпадається менша частка йонів HS^- , ніж частка 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 мало молекул — *слабкою*. Виокремлюють також кислоти *середньої сили*. Наводимо ряд кислот, у якому вони розміщені за зменшенням їхньої сили (див. також форзац II):



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 на кількість 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% .

ВІОКРЕМЛЮЄМО 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

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

Аналізуймо

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

Поміркуймо

6. 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?

Розв'язуймо задачу

7. 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.
- *8. Ступінь дисоціації кислоти HCN у розчині становить 0,2 %. Обчисліть кількість молекул кислоти, які перебувають у розчині разом з однією парою йонів.

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

10. 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 ви-



Мал. 25.
Універсальний індикатор зі шкалою рН



Мал. 26.
рН мінеральної води

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

мірюють під час обстежень шлунка, а рН ґрунтового розчину (рідини, яка є у ґрунті) — перед плануванням вирощування різних рослин на полях.

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, *рН 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 *рН 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, *рН розчину лугу > 7*.

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

Схема 4

Значення рН і характер середовища водного розчину



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

¹За стандартних умов йони утворюються з однієї молекули води із кожних 555 млн молекул.



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.

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 (рН \approx 5), а буряк — на нейтральних. Важливим для вирощування росади 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

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

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

У команді

- 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

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

Розв'язуймо задачу

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

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

9. 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 досліду 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.

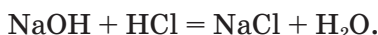
§ 10. Реакції основ з кислотами

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 — 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 кількості або концентрації кислоти чи лугу в розчині (мал. 29). До розчину, що містить індикатор, додають краплями розчин із відомою концентрацією другого реагенту до зміни чи появи забарвлення індикатора. Такий експеримент називають титруванням.



Складіть рівняння реакцій:

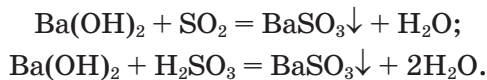
- калій гідроксиду з нітратною кислотою;
- кальцій гідроксиду з хлоридною кислотою.



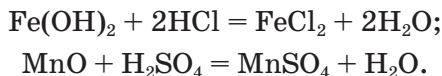
Мал. 29.

Дослід у хіміко-аналітичній лабораторії

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.

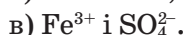
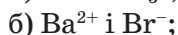
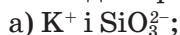
Налийте в пробірки з гідроксидами по 1—2 мл хлоридної кислоти і перемішайте кожну суміш. Що спостерігаєте?

Спостереження, хімічні рівняння і висновок запишіть у зошит.

Унаслідок розглянутих реакцій утворюються середні 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:



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

Використання реакцій нейтралізації. Здійснюючи на заводах і в лабораторіях реакції лугів і 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, реко-

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

мендують уживати антацидні¹ препарати, у складі яких є гідроксиди 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 параграфа і поставте його своїм однокласникам / однокласницям. Порівняйте свою і їхні відповіді та оцініть їх. Поясніть, чому ваша оцінка саме така.

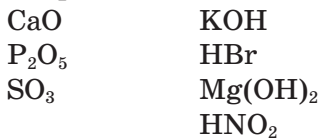
ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

- Чому реакцію між лугом і кислотою називають реакцією нейтралізації?
- Складіть рівняння реакцій з утворенням середніх солей:
 - літій гідроксиду із сульфатною кислотою;
 - ферум(II) гідроксиду з нітратною кислотою.

Виконаймо вправу

- Доберіть до кожного оксиду (лівий стовпчик) другий реагент (правий стовпчик) і складіть рівняння всіх можливих реакцій:



¹Термін походить від англійського слова acid — кислота.

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

а) $\text{pH} > 7$;

в) $\text{pH} < 7$.

б) $\text{pH} = 7$;

Розв'язуймо задачу

5. 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

6. Чимало нерозчинних у воді гідроксидів не взаємодіють з карбонатною і силікатною кислотами. Які властивості речовин, на вашу думку, унеможливають ці реакції?

У команді

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

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

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

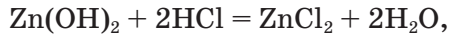
§ 11. Амфотерні сполуки

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

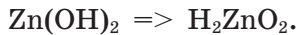
- ▶ Які гідроксиди виявляють і основні, і кислотні властивості?
- ▶ Який склад мають продукти реакцій цих гідроксидів з лугами?

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



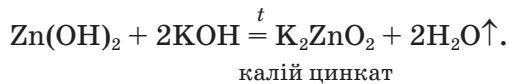
але може виконувати функцію кислоти і взаємодіяти з лугами.

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:

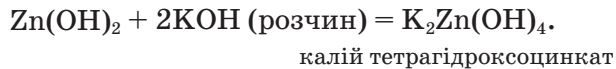


Продукт реакції цинк гідроксиду з лугом — сіль, яка містить аніони кислотного залишку ZnO_2^{2-} . Формула цієї сполуки — K_2ZnO_2 .

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

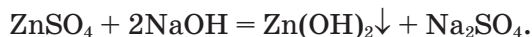
ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АМФОТЕРНОГО ГІДРОКСИДУ

Дотримуйтеся правил безпеки!

Спочатку отримайте невелику кількість цинк гідроксиду. Для цього налейте в пробірку 2 мл розчину цинк сульфату ZnSO_4

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

і додавайте порціями (по кілька крапель) розчин натрій гідроксиду до появи нерозчинного у воді цинк гідроксиду:



Отриману суміш перемішайте скляною паличкою і половиною 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 реагентів 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).

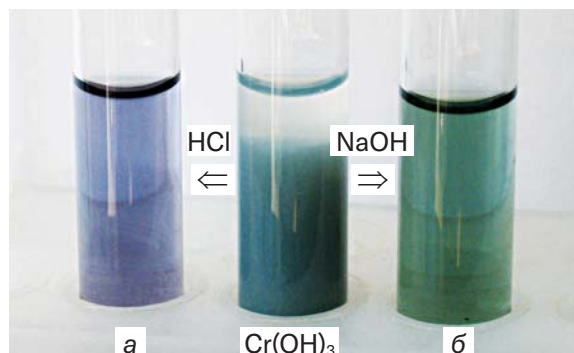
Розчинні продукти реакцій хром(III) гідроксиду з кислотою і лугом різняться не лише складом, а й забарвленням (мал. 31).



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 — оснóвний 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 оснóвних 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 і їх реакції з кислотами та 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

1. За якими хімічними властивостями амфотерний гідроксид відрізняється від основи та кислоти?
- *2. Складіть рівняння реакцій плумбум(II) гідроксиду:
 - а) з ортофосфатною кислотою;
 - б) з розчином барій гідроксиду.
3. Запропонуйте спосіб розпізнавання білих порошоків гідроксидів Магнію і Цинку.

Виконаймо вправу

4. Складіть рівняння реакції термічного розкладу алюміній гідроксиду.

Поміркуймо

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

Розв'язуймо задачу

- *6. Після нагрівання станум(II) гідроксиду маса твердої речовини зменшилася на 9 %. Чи повністю розклався гідроксид?
7. 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

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

Оцінюймо свої знання

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

§ 12. Солі

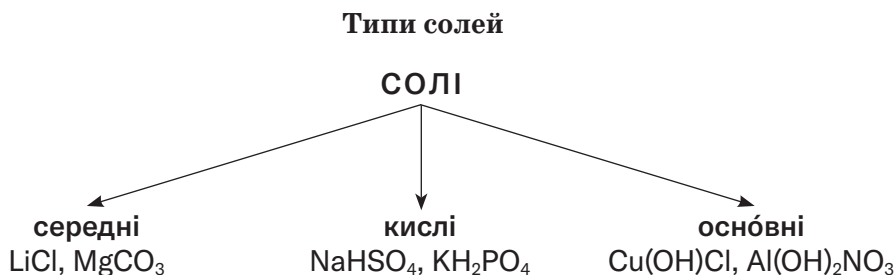
Почувши слово «сіль», ви, напевно, згадаєте речовину, яка має солоний смак, — кухонну сіль. Хіміки називають солями дуже багато речовин. Серед них — харчова сода, зовні подібна до кухонної солі, але з іншим смаком, а також крейда, нерозчинна у воді й не має смаку. Виявляється, що солі є найчисленнішим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

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

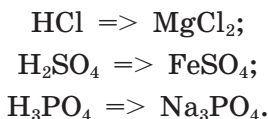
- ▶ Як класифікують солі?
- ▶ Як складати формули і назви солей?
- ▶ Які солі найпоширеніші у природі?

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).



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

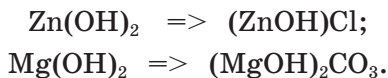


Вам відомо, що дисоціація кислот, молекули яких містять два або більше атомів Гідрогену, має ступінчастий характер. Наприклад, сульфатна кислота дисоціює у дві стадії. На першій стадії, крім йонів H^+ , утворюються йони HSO_4^- . Ці аніони є складниками *кислих солей*:



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

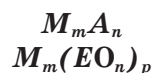
Оснóвні солі містять гідроксовмісні катіони. Вони походять від гідроксидів $\text{M}(\text{OH})_n$ ($n > 1$):



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

Формули солей. Середні солі, як і кислоти, мають дві загальні формули — M_mA_n і $\text{M}_m(\text{EO}_n)_p$. 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 основних 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 є електронейтральною, 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.

Дослід із перетворення середньої солі Кальцію на кислоту ви можете подивитися за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/12_3).



video

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

Деякі солі мають ще й тривіальні назви. Приклади таких назв: NaCl — кухонна сіль, Na_2CO_3 — кальцинована сода, NaHCO_3 — харчова сода, Na_2SiO_3 — розчинне скло, K_2CO_3 — поташ, KNO_3 — калійна селітра.



За матеріалами з інтернету з'ясуйте, які тривіальні 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. Багато солей утворюють мінерали (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*	—//—
Ca ₃ (PO ₄) ₂	Фосфорит*	—//—
Mg(HCO ₃) ₂	—	Природна вода (у розчиненому стані)
Ca(HCO ₃) ₂	—	—//—
(CuOH) ₂ 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 NaHCO₃. 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

ВІОКРЕМЛЮЄМО 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 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

- 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^- .
- Напишіть формули йонів, які є складниками таких солей: Cr_2S_3 , NaHSO_3 , $(\text{ZnOH})_2\text{SO}_4$.
- Укажіть формули кислот, які не утворюють кислих солей: H_2Se , HBr , HNO_3 , H_3AsO_4 , H_2SeO_3 .
- Назвіть солі, що мають такі формули: NaBr , Al_2S_3 , Li_2SO_4 , CaSO_3 .

Виконуймо вправу

- 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

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

Поміркуймо

- Назвіть сіль, яка має найменшу молярну масу.

Розв'язуймо задачу

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

У команді

10. 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 кислотої солі.

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

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



Мал. 33.
Фрагмент упаковки харчової соди

§ 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 назвали «царською водою», а золото — «царем металів». Згодом з'ясувалося, що так само поводить ся 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?

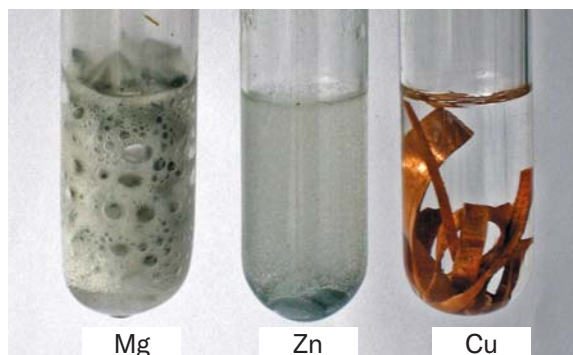
З окремими реакціями металів з кислотами ви ознайомилися у 8 класі. Ці хімічні перетворення прогнозують, використовуючи ряд активності металів. Його склав у 1865 р. вітчизняний хімік Микола Бекетов за результатами багатьох дослідів. Наводимо ряд активності металів у сучасному вигляді (див. також форзац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

Дотримуйтеся правил безпеки!

Вам видано метали — залізо, алюміній, мідь (шматочки дроту, стружка, гранули), 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 кожен 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?



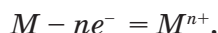
Залізо взаємодіє з хлоридною кислотою або розчином сульфатної кислоти з утворенням солей Феруму(II), а не Феруму(III).

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).



video

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.



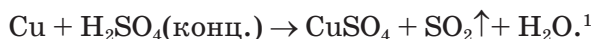
Складіть рівняння реакції цинку з оцтовою кислотою. За потреби відшукайте в § 6 формулу цієї кислоти і склад її кислотного залишку.

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



text

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

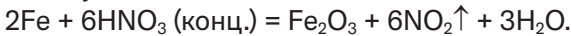


¹Скорочення (конц.) означає «концентрований розчин».



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 унеможлиблює 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 олівами або мастилами. Деякі металеві вироби обробляють розчинами, які містять речовини-окисники. Унаслідок процесу, назва якого — оксидація, 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.

ВІОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

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

¹ Термін походить від латинського слова inhibition — затримування.



Мал. 35.
Реакція міді
з нітратною кислотою



Мал. 36.
Реактор
із неіржавної сталі



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. Чому в ряд активності металів додано неметал водень?
2. Який метал є активнішим відновником — олово чи нікель, мідь чи алюміній?
3. Яка кислота є активнішим окисником — хлоридна чи нітратна? Відповідь аргументуйте.
4. 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

5. Складіть рівняння реакцій, одним із продуктів яких є водень:
 - а) $\text{Li} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
 - б) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

У команді

6. 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.



Мал. 37.
Мідна монета

Розв'язуймо задачу

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

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

10. 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 реагентів 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.

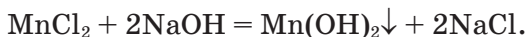
Хімічні властивості солей. Солі можуть реагувати з лугами, кислотами, іншими солями.

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.

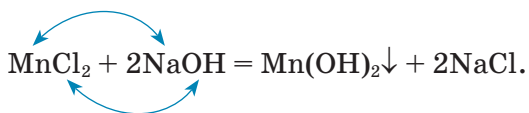
З'ясуємо можливість реакції між манган(II) хлоридом і натрій гідроксидом. Для цього скористаємося таблицею розчинності (наводимо її фрагмент):

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 MnCl₂ 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):

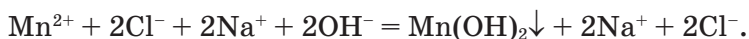


Узявши до уваги, що обидва реагенти є йонними речовинами, виявляємо, що під час цієї реакції реагенти обмінюються своїми йонами:



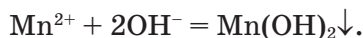
Такі реакції називають *реакціями обміну*.

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

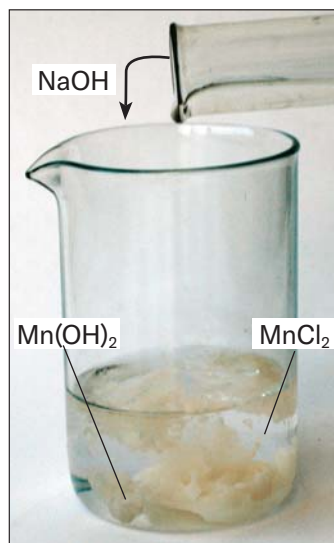


Чи змінилася кількість йонів у реакційній суміші після завершення реакції? Якщо змінилася, то як саме?

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 як реагенти будь-яку розчинну сіль Мангану(II) і будь-який луг.



Мал. 38. Реакція між сіллю і лугом у розчині



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 (якого він кольору?) і додайте до нього, перемішуючи, 1 мл розчину натрій гідроксиду.

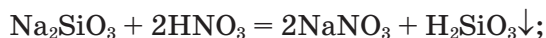
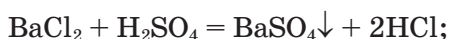
Що спостерігаєте? Осад якої сполуки утворився?

Складіть повне і скорочене хімічні рівняння.

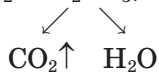
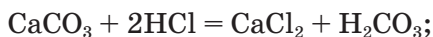
Реакції солей з кислотами. Сіль, як розчинна, так і нерозчинна, може взаємодіяти з кислотою або її розчином з утворенням нової солі та нової кислоти. Це також реакції обміну. Вони часто супроводжуються різними зовнішніми ефектами (виділяється осад або газ), а іноді відбуваються непомітно.

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

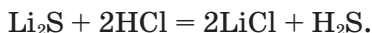
- продукт взаємодії реагентів у розчині — сіль або кислота — є нерозчинним у воді



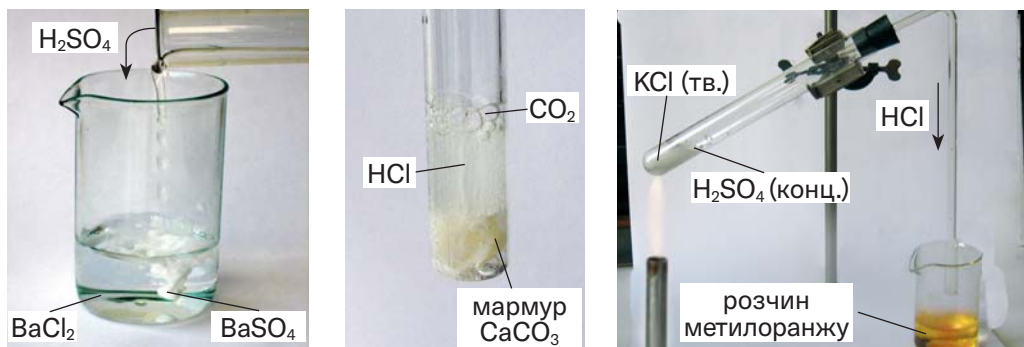
- кислота-продукт розкладається з утворенням газу, є легкою речовиною або походить від газуватої сполуки:



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



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

**Мал. 39.**

Реакції солей з кислотами

**Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії****ДОСЛІДЖУЄМО РЕАКЦІЮ СОЛІ З КИСЛОТОЮ В РОЗЧИНІ****Дотримуйтеся правил безпеки!**

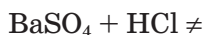
Налийте в пробірку 1—2 мл розчину натрій карбонату і додайте такий самий об'єм хлоридної кислоти.

Що спостерігаєте? Який газ виділяється? Чому він утворюється?

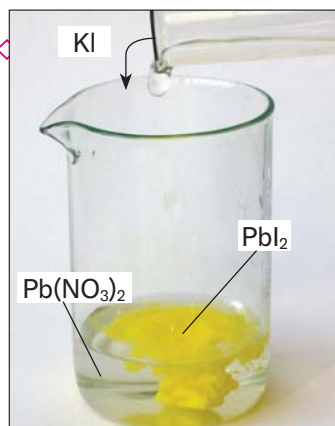
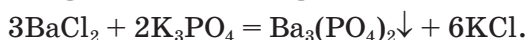
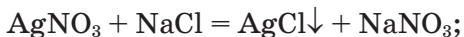
Складіть рівняння здійсненої реакції.

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 (реагенти 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 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

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

а) $\text{SrSO}_3 + \text{HBr} \rightarrow$	б) $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{FeCl}_3 \rightarrow$
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{LiOH} \rightarrow$	$\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
- Замість крапок запишіть формули солей і перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:

а) $\dots + \text{HI} \rightarrow \dots \downarrow + \text{HNO}_3;$	б) $\dots + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + \dots;$
$\dots + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O};$	$\dots + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots;$
$\dots + \text{AgNO}_3 \rightarrow \dots + \text{AgBr} \downarrow;$	$\dots + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \dots + \text{PbCO}_3 \downarrow.$
- 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.
- 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

- Скориставшись таблицею розчинності, наведіть приклад утворення двох нерозчинних сполук унаслідок реакції:

а) між лугом і сіллю;
б) між двома солями.

 Запишіть відповідні хімічні рівняння.
- Доберіть два реагенти, які взаємодіють у розчині з утворенням:

а) плюмбум(II) сульфату;
б) калій гідроксиду;
в) силікатної кислоти.

 Складіть відповідні рівняння реакцій. Візьміть до уваги, що серед силікатів розчинними є солі Натрію і Калію.

Розв'язуймо задачу

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

Поміркуймо

9. 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

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

Оцінюймо свої знання

11. 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 реагенту	Спостереження	Висновок (формула солі)
Рівняння реакції:				

Таблиця для завдання 2

№ пробірки	Формула реагенту 1	Спостереження	Формула реагенту 2 або реагенту 1, взятого в надлишку	Спостереження	Висновок (формула солі в розчині)
Рівняння реакції:					

МІРКУЄМО, ПОРІВНЮЄМО, АНАЛІЗУЄМО

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

§ 15. Твердість води

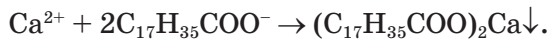
Назва параграфа спочатку вас здивує, адже твердість, вища чи нижча, притаманна лише речовинам у твердому стані. Матеріал, уміщений у параграфі, — не про лід, а про особливу властивість природної води, яку назвали твердістю¹. Ця властивість може спричинити небажані проблеми під час використання води в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

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

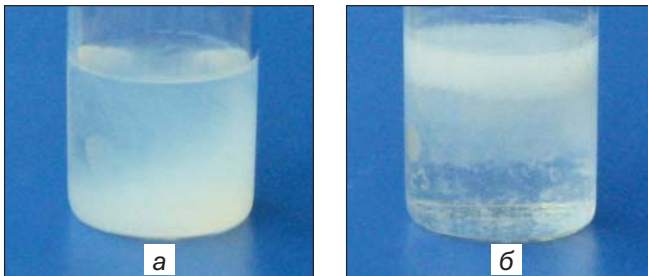
- ▶ Чому наявність йонів Кальцію і Магнію в природній воді погіршує її практичні якості?
- ▶ Чим різняться тимчасова і постійна твердість води?
- ▶ Як можна знизити або усунути твердість води?

Твердість води. Зазвичай люди використовують воду з річок, озер, джерел, колодязів, тобто прісну воду. У ній міститься невелика кількість 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 і Магнію (мал. 42):



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

¹Цю властивість води часто називають жорсткістю.

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



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.

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 кожній посудині мають бути однаковими.

Дослідіть, як впливає твердість води на властивості мила і прального порошку. У кожну ємність повільно додавайте 10—15 мл розчину мила або прального порошку, постійно перемішуючи рідину.

У яких склянках після змішування рідин утворилася тверда речовина? Порівняйте її 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+} і 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.

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



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:

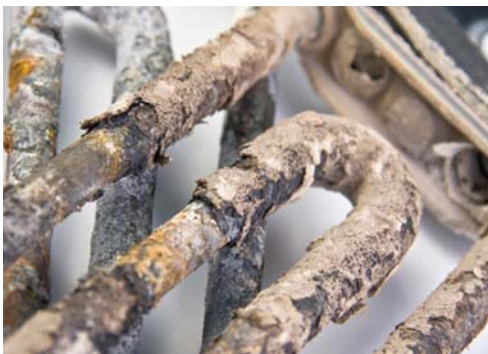


Середні солі, виділяючись з води, нерідко утворюють у вапнякових печерах карбонатні «бурульки» — сталактити — і баштоподібні нарости — сталагміти (мал. 43).

Якщо природну воду багаторазово кип'ятити чи нагрівати, осаді 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 з'являється в чайниках, прасках, пральних машинах, на поверхні нагрівних пристроїв, водогінних кранів (мал. 44).



Мал. 43.
Сталактити (вгорі)
і сталагміти (внизу)



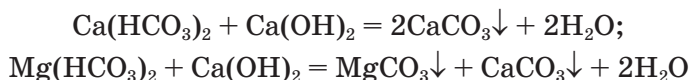
Мал. 44.
Накип



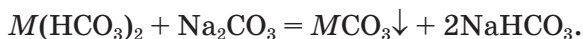
Найпростіший спосіб усунення тимчасової твердості природної води — її кип'ятіння. Після осадження карбонатів та їх відокремлення відстоюванням або фільтруванням концентрація катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у

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.

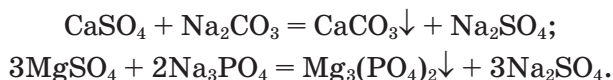
Дослід із перетворення кислої солі $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ на середню CaCO_3 ви можете переглянути за покликанням у QR-коді (https://9klas.academiabook.club/chemistry/15_1).



video

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:



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 реагенти, що «зв'язують» йони Ca^{2+} і Mg^{2+} у розчинні та стійкі до підвищення температури речовини і цим запобігають утворенню накипу. Такі реагенти 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.

ВІОКРЕМЛЮЄМО 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

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

Поміркуймо

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

У команді

4. 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

5. 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.
6. Уміст 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.
- *7. 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

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

Оцінюймо свої знання

9. 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

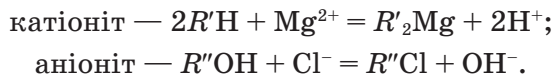
Очистити від усіх розчинених солей природну воду, а також воду після використання в технологічному процесі можна перегонкою (дистиляцією). Отримана дистильована вода містить лише мізерну кількість розчинених газів, наявних у повітрі. Цей спосіб очищення води є енерговитратним і потребує використання 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

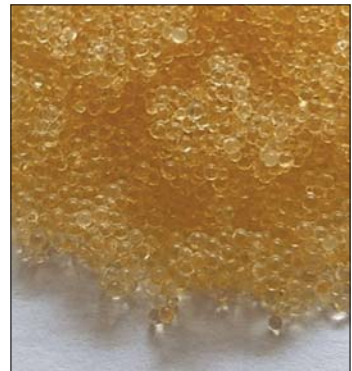
- ▶ Які властивості виявляють йонообмінні смоли під час їх використання для очищення води?
- ▶ Як регенерують катіоніт та аніоніт?

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.

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.



Мал. 45.
Часточки йонообмінної смоли

¹Ці речовини було вперше одержано 90 років тому.

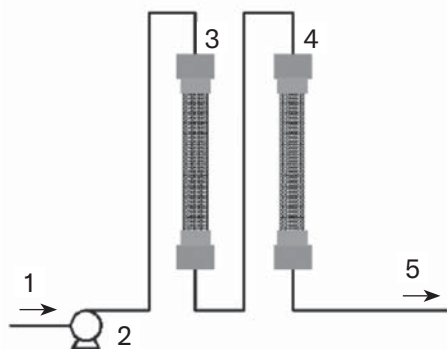
**Мал. 46.**

Схема йонообмінної установки (1 — забруднена вода, 2 — насос, 3 — колона з катіонітом, 4 — колона з аніонітом, 5 — очищена вода)

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



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

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 —

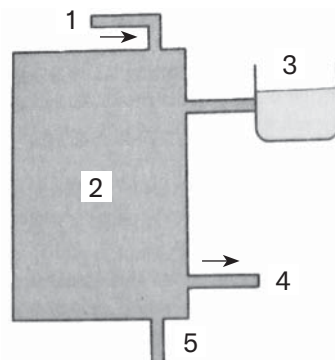
**Мал. 47.**

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)

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 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.

ВИОКРЕМЛЮЄМО 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

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

Дізнаваймося

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

Розв'язуймо задачу

- *6. 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

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

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

9. 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.

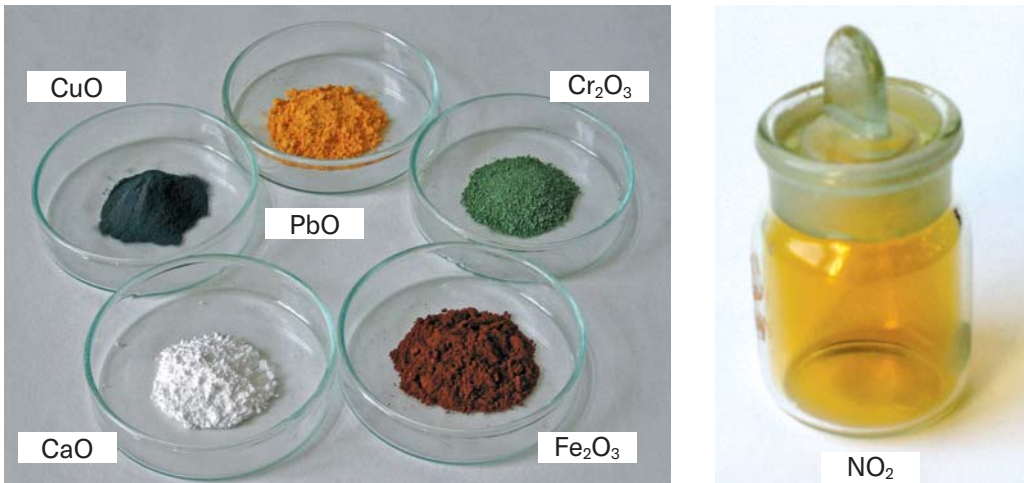
Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ 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

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



Мал. 48.
Оксиди



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.



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 лише кислотні оксиди (за винятком кількох несолетворних).

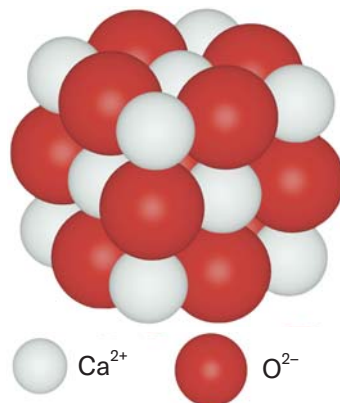
Фізичні властивості. Властивості оксидів, як і інших речовин, залежать від того, з яких частинок вони складаються — атомів, молекул чи йонів. Основні й амфотерні оксиди утворені йонами (мал. 49), кислотні оксиди — молекулами, іноді — атомами (наприклад, SiO_2).



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.



Мал. 49.
Кристалічні ґратки кальцій оксиду CaO

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



Укажіть оксид у кожній парі, який має вищу температуру плавлення: а) CaO , Li_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:

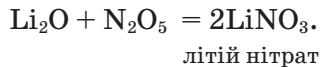


Амфотерні оксиди з водою не взаємодіють.



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:

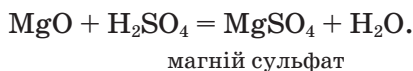


Оксиди обох типів також реагують з амфотерними оксидами:



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:



¹ Магній гідроксид не належить до лугів.



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО РЕАКЦІЮ КУПРУМ(II) ОКСИДУ ІЗ ХЛОРИДНОЮ КИСЛОТОЮ

Дотримуйтеся правил безпеки!

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

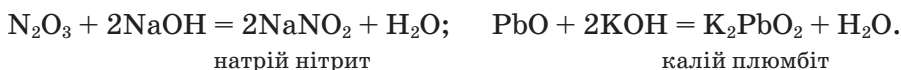
Що спостерігаєте?

Складіть відповідне хімічне рівняння.



Запропонуйте дві реакції для здійснення перетворення $K_2O \rightarrow K_3PO_4$. Напишіть відповідні хімічні рівняння.

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



натрій нітрит

калій плюмбіт



Запропонуйте дві реакції для здійснення перетворення $CO_2 \rightarrow CaCO_3$. Напишіть відповідні хімічні рівняння.

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



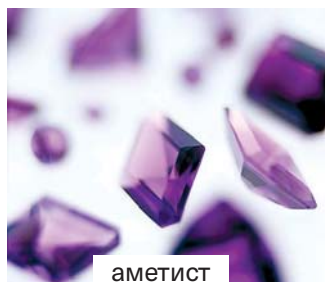
станум(II) сульфат

кальцій станіт

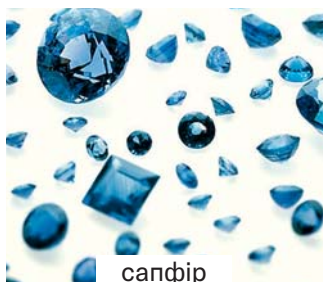
Використання оксидів. Відомо майже триста оксидів. Значну їх кількість застосовують на практиці. Оксиди Fe_2O_3 і Fe_3O_4 є основними компонентами залізних руд; із них на металургійних заводах одержують залізо. Корунд Al_2O_3 має високу твердість. Його порошок є абразивним матеріалом для обробки металевих, 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 переважно 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 криста-

ли 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».

ВИОКРЕМЛЮЄМО 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

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

Поміркуймо

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

Аналізуймо

4. 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

5. З'ясуйте, які два оксиди мають молярну масу 30 г/моль.

Дізнаваймося

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

Виконаймо вправу

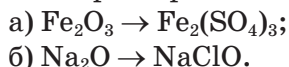
7. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:



8. Складіть рівняння реакцій, унаслідок яких утворюється натрій сульфід, якщо реагентами є:



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

**Розв'язуймо задачу**

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

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

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

§ 18. Хімічні перетворення неорганічних речовин

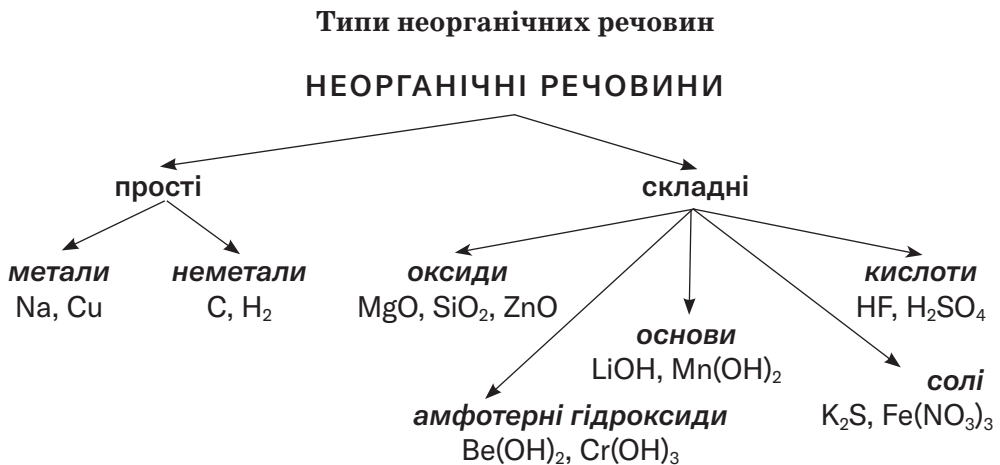
Ключовими завданнями, які вирішує хімічна наука, є одержання нових речовин, визначення їхніх складу, будови, властивостей, а також дослідження хімічних реакцій. Речовини, які мають цінні для практики властивості, застосовують у різних сферах, а хімія невпинно розвиває і зміцнює свій теоретичний фундамент.

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 перетворення речовин, здійснювали їх на уроках і вдома. Результати виконаних експериментів засвідчили, що із простих речовин — металів і неметалів — можна одержувати складні речовини, а ці речовини в більшості випадків 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. Реакціями неметалів (наприклад, хлору, сірки) з воднем і наступним розчиненням продуктів у воді можна одержати безокисенові кислоти (HCl , H_2S). 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. 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 реакцій. 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.

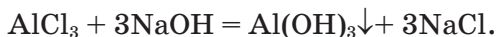
Працюємо разом

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

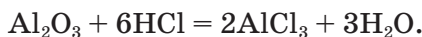
Амфотерний оксид не взаємодіє з водою. Тому доведеться здійснити додаткове хімічне перетворення:



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:

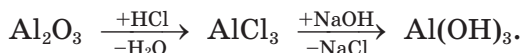


¹ Солі є винятками.

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



Запишемо у схемі перетворень над стрілками формули другого реагенту 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 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

- До яких класів сполук належать речовини з такими формулами: LiOH , Ag_2O , HClO_4 , MgSO_4 , Al_2O_3 , SiO_2 , ZnCl_2 , HBr , $\text{Fe}(\text{OH})_2$?
- 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

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



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



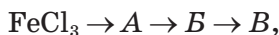
і здійсніть реакції.

ВАРІАНТ II

Складання схеми хімічних перетворень і здійснення реакцій

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

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	реагентів (у порядку їх використання)
... → ... → ... → ... (→ ...) (...)

Під час дослідів спостерігайте за речовинами і перебігом реакцій, робіть необхідні записи в зошиті. Після завершення

¹Замість магній оксиду вам можуть видати магній гідроксид.

кожного досліді проаналізуйте отримані результати і запишіть висновки в таблицю:

Послідовність дій	Спостереження	Висновки
<i>Дослід 1. Здійснення реакції ... → ...</i>		
...
Рівняння реакції:		

Заповнивши таблицю, запишіть загальний висновок.

МІРКУЄМО, ПОРІВНЮЄМО, АНАЛІЗУЄМО

До варіанта I

1. Який реактив ви не використали в роботі й чому?
2. Чи зашкодить надлишок реактиву, обраного для першого перетворення, здійсненню другої реакції? Відповідь аргументуйте.
3. Чи можна із магній оксиду одержати магній ортофосфат, використавши один із виданих реактивів?
4. Запропонуйте кілька реактивів, за допомогою яких магній оксид можна безпосередньо перетворити на магній ортофосфат.

До варіанта II

1. 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.
2. Запропонуйте послідовні перетворення сполук Феруму(III) за відсутності розчину: а) натрій ортофосфату; б) луку.

2

Розділ

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 чайна ложка містить однакові маси цих речовин.) Додавайте по черзі в кожен 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-кодi (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 карбонатів 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. 110) 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 роз-

чинника 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.



Мал. 51. Насичений водний розчин ферум(II) сульфату (над кристалами)



Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії

ДОСЛІДЖУЄМО ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИНИ

Дотримуйтеся правил безпеки!

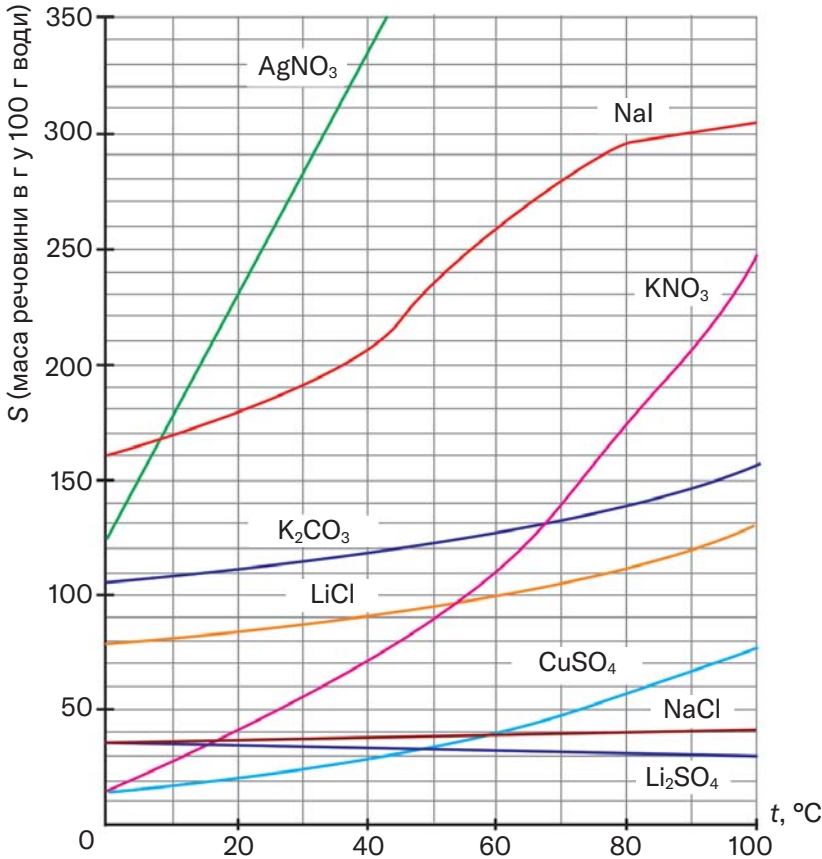
Налийте в пробірку 2—3 мл води і розчиняйте в ній невеликими порціями калій нітрат, щоразу перемішуючи суміш скляною паличкою. Кожну порцію речовини додавайте після розчинення попередньої.

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 кривої розчинності (мал. 52). На горизонтальній осі графіка позначають температуру, а на вертикальній — розчинність, тобто максимальну масу речовини, яка розчиняється за певної темпера-

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

тури в 100 г води. Точки на кривій розчинності відповідають складу насичених розчинів, а ділянка під кривою — ненасиченим розчинам.

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



Скориставшись малюнком 52, визначте розчинність аргентум нітрату у воді за температури 30 °С.

Працюємо разом

Задача.

Обчислити масу натрій йодиду, яка виділиться внаслідок охолодження від 70 до 30 °С насиченого розчину цієї солі, якщо маса води в ньому становить 50 г. Використати дані з розчинності натрій йодиду, наведені на малюнку 52.

Дано:

Насичений р-н NaI

за $t_1 = 70\text{ }^\circ\text{C}$ $m(\text{води}) = 50\text{ г}$ $t_2 = 30\text{ }^\circ\text{C}$ $m(\text{NaI, виділ.}) = ?$ **Розв'язання**

1. Визначаємо розчинність натрій йодиду у воді за температур 70 і $30\text{ }^\circ\text{C}$, скориставшись кривою розчинності:

$$S(\text{NaI}, 70\text{ }^\circ\text{C}) = 280\text{ г}/100\text{ г води};$$

$$S(\text{NaI}, 30\text{ }^\circ\text{C}) = 190\text{ г}/100\text{ г води}.$$

2. Обчислюємо масу солі в насиченому за $70\text{ }^\circ\text{C}$ розчині, який містить 50 г води:

$$m(\text{NaI}, 70\text{ }^\circ\text{C}) = \frac{280\text{ г} \cdot 50\text{ г}}{100\text{ г}} = 140\text{ г}.$$

3. Обчислюємо масу солі в насиченому за $30\text{ }^\circ\text{C}$ розчині, який містить 50 г води:

$$m(\text{NaI}, 30\text{ }^\circ\text{C}) = \frac{190\text{ г} \cdot 50\text{ г}}{100\text{ г}} = 95\text{ г}.$$

4. Визначаємо масу солі, яка виділиться внаслідок охолодження насиченого розчину від 70 до $30\text{ }^\circ\text{C}$:

$$m(\text{NaI, виділ.}) = m(\text{NaI}, 70\text{ }^\circ\text{C}) - m(\text{NaI}, 30\text{ }^\circ\text{C}) = 140\text{ г} - 95\text{ г} = 45\text{ г}.$$

Відповідь: $m(\text{NaI, виділ.}) = 45\text{ г}$.



Обчисліть маси літій хлориду і води, які потрібно використати для приготування насиченого за температури $40\text{ }^\circ\text{C}$ 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 *пересиченим*. 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. Пересичені 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 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

1. Як би ви розрізнили воду і водний розчин безбарвної солі?
2. Які розчинні у воді речовини не утворюють насичених розчинів?
3. Як експериментально розрізнити насичений і ненасичений розчин безбарвної солі? Запропонуйте два варіанти.
4. У воді об'ємом 30 мл розчинили за температури 20 °С аргентум нітрат масою 60 г. Який розчин було виготовлено — насичений чи ненасичений? Скористайтеся кривою розчинності солі (мал. 52).

Розв'язуймо задачу

5. У воді масою 20 г розчинили за температури 80 °С 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).
6. За кривою розчинності калій нітрату (мал. 52) визначте:
 - а) у якій мінімальній масі води розчиниться за температури 30 °С ця сіль масою 20 г;
 - б) яку максимальну масу калій нітрату можна розчинити у воді масою 80 г за температури 60 °С.
7. З розчину, який містив 20 г натрій хлориду і 60 г води, поступово випарилася за температури 20 °С третина розчинника. Обчисліть масу солі, яка виділилася з розчину, якщо розчинність натрій хлориду за цієї температури становить 36 г у 100 г води.

Створюймо

- *8. 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:

- розчину 76 г солі у 200 г води від 50 до 10°C ;
- насиченого за температури 70°C розчину солі, маса якого 100 г, до 30°C .

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

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

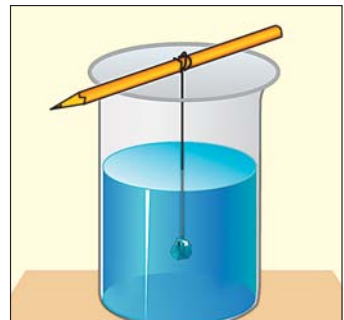


Експериментуємо після уроків

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 пін-



Мал. 53.

Вирощування кристала мідного купоросу з насиченого розчину речовини

¹Для експерименту можна взяти іншу добре розчинну у воді сіль (наприклад, KNO_3).

цетом 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 рівномірного 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

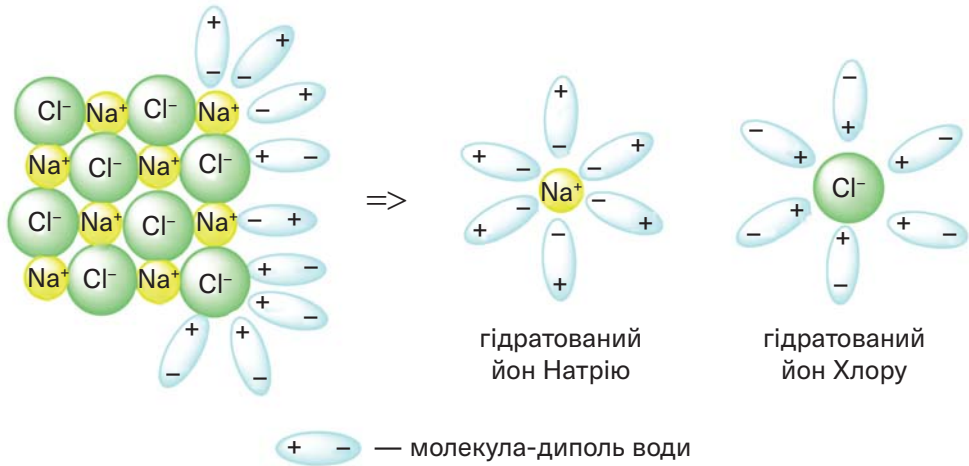
Уявіть, що ви обговорюєте на вулиці з однокласниками важливу проблему. До вас підходить ваш давній знайомий. Ви залишаєте друзів і йдете з ним, розпитуючи про останні новини. Щось подібне відбувається під час розчинення речовини у воді. Молекули води «відбирають» у речовини її найменші частинки, оточують їх і забирають із собою. Так утворюється розчин.

Дізнаєтеся, зрозумієте, використаєте

- ▶ Що відбувається під час розчинення речовини у воді?
- ▶ 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 H_2O 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 невели-

кий 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.



Мал. 55.

Схема розчинення кристала натрій хлориду у воді



Зобразіть у зошиті гідратований сульфат-іон.

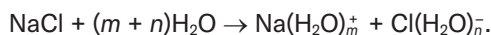


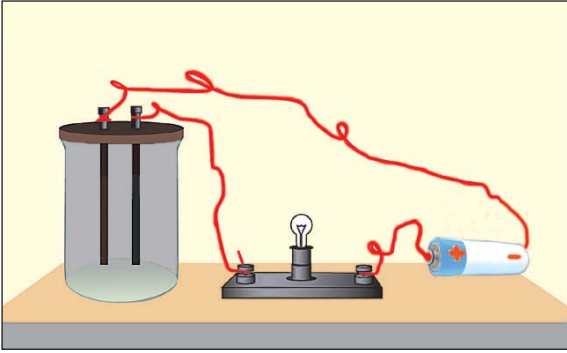
1. Від чого, на вашу думку, залежить кількість молекул води у складі гідратованих йонів?
2. Який катіон — Літійу чи Натрію — міцніше сполучається з молекулою води? Відповідь аргументуйте.

Довести існування йонів у розчині солі можна, зануривши в нього електроди, з'єднані з батарейкою і лампочкою (мал. 56). Розчин солі є електропровідним, 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. 31), кальцій хлорид поглинають пару з повітря. Можливо, ви помічали, що кухонна сіль, яка тривалий час перебувала у відкритій посудині, стає вологою. Гідратація йонів також

¹ Гідратацію катіона й аніона можна проілюструвати схемою



**Мал. 56.**

Пристрій для дослідження електропровідності рідини

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

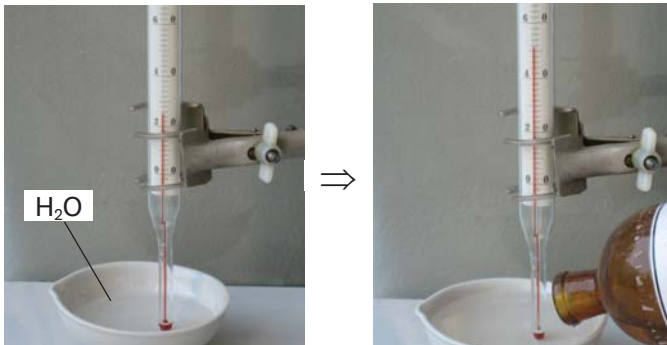
вигідною і відбувається з виділенням теплоти. Роз'єднання йонів або молекул речовини (друга стадія розчинення) потребує витрачання енергії, і теплота поглинається. Якщо на першій стадії розчинення виділяється більше теплоти, ніж поглинається на другій, то розчин розігрівається, а якщо навпаки — розчин 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 другій стадії розчинення цих речовин поглинається мало теплоти, оскільки притягання між молекулами спирту або кислоти є дуже слабким.



video



Мал. 58.

Підвищення температури розчину під час додавання сульфатної кислоти у воду

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 зворотню 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 пересиченого розчину (§ 19) натрій ацетату CH_3COONa на насичений роз-



Мал. 60.
Гіпотермічний пакет



Мал. 61.
Сольова грілка

чин 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 пересиченим.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

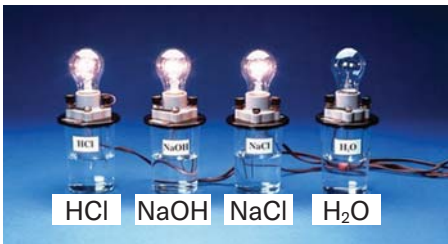
Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про утворення розчину як складний фізико-хімічний процес, енергетичний ефект розчинення речовини і його використання.*

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.

ВАШІ ДОСЯГНЕННЯ І ВІДКРИТТЯ

Перевірмо себе

1. Опишіть явища, які відбуваються під час розчинення речовини у воді.
2. Чим різняться процеси розчинення цукру у воді та магнію в хлоридній кислоті?
3. Прокоментуйте експеримент, зображений на малюнку 62.
4. У якому випадку розчинення речовини супроводжується:
 - а) виділенням теплоти;
 - б) поглинанням теплоти?



Мал. 62.
Дослідження електропровідності рідин

¹ Кристалогідрати розглянуто в наступному параграфі.

Аналізуймо

- *5. Чи має залежати тепловий ефект розчинення речовини від її агрегатного стану? Відповідь аргументуйте.
6. Чому прості речовини не розчиняються у воді або мають дуже малу розчинність¹?

Пояснюймо

7. Як пояснити те, що кальцій карбонат не розчиняється у воді, хоча складається з йонів?
8. Спробуйте пояснити, чому цукор або сіль швидше розчиняється у воді в разі перемішування.

Порівняймо

9. Який йон — Натрію чи Магнію — міцніше сполучається з молекулою води? Чому?

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

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

¹Галогени 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), нона- (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

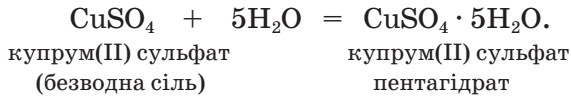


Мал. 63.
Взаємодія солі
 CuSO_4 з водою

¹ Префікс «нона» походить від латинської назви числівника.

цих речовин чи водний розчин купрум(II) сульфату. У сполучі на кожен 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.

**Кристало-
гідрат**
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

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 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.



Наведіть хімічні назви цих речовин.



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.

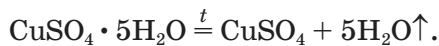
Кристалогідрати утворюють не лише солі, а й деякі луги та кислоти. Літій гідроксид виділяється з насиченого розчину у вигляді моногідрату $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, а щавлева кислота — у вигляді дигідрату $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Кристалогідратом є й лимонна 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.

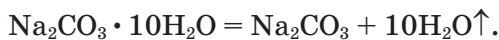


Мал. 66.
Кристалогідрати і безводні солі

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 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — проносний засіб.

Розв'язування задач. Кристалогідрати багатьох солей є реагентами; 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:

$$M(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \text{ (г/моль);}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M(\text{CuSO}_4) + 5M(\text{H}_2\text{O}) = \\ = 160 + 5 \cdot 18 = 160 + 90 = 250 \text{ (г/моль).}$$

2. Обчислюємо масу безводної солі в мідному купоросі масою 25 г складанням пропорції:

у 250 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ міститься 160 г CuSO_4 ,

у 25 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — x г CuSO_4 ;

$$x = m(\text{CuSO}_4) = 16 \text{ г.}$$

3. Обчислюємо масу кристалізаційної води:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CuSO}_4) = \\ = 25 - 16 = 9 \text{ (г).}$$

Відповідь: $m(\text{CuSO}_4) = 16 \text{ г;}$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ г.}$$



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 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. Чим різняться кристалогідрат і безводна сполука, кристалізаційна вода і «звичайна»?
2. Запишіть хімічні формули ферум(II) хлориду тетрагідрату і ферум(III) сульфату нонагідрату.
3. Складіть формулу кристалогідрату нікель(II) хлориду, якщо молекул води у сполуці вдвічі більше, ніж усіх йонів. Назвіть цей кристалогідрат.

Розв'язуймо задачу

4. Виконайте обчислення для кристалогідрату $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і заповніть таблицю:

$M(\text{CuCl}_2)$	$2M(\text{H}_2\text{O})$	$M(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$	$w(\text{CuCl}_2)$	$w(\text{H}_2\text{O})$

5. Обчисліть масу барій гідроксиду в його кристалогідраті масою 6,3 г. Візьміть до уваги, що у формулі цього кристалогідрату — вісім молекул води.
6. Обчисліть масу залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, яка містить безводну сіль масою 38 г.
7. Літій хлорид моногідрат унаслідок нагрівання розкладається на безводну сіль і пару. Обчисліть масу кристалогідрату, що розклався, якщо маса порції твердої речовини в результаті реакції зменшилася на 3,6 г.

- *8. 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).

Аналізуймо

- *9. 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

10. Запропонуйте гіпотезу стосовно того, чому кристалогідрат містить певну, а не довільну кількість води (про це свідчать хімічні формули кристалогідратів).

Шанс для творчості

11. Побудуйте діаграму кількісного складу гіпсу (формула цього кристалогідрату наведена в параграфі).

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

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



Мал. 67.

Пакет із бішофітом

§ 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 (нашпирний 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 латин-

¹Якщо розчинником є вода, то на етикетках зазвичай не вказують, що розчин водний.

ську 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.

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:

$$\begin{aligned} w(\text{р. р.}) &= \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р. р.}) + m(\text{р-ка})} = \\ &= \frac{6 \text{ г}}{(6+144) \text{ г}} = 0,04, \text{ або } 0,04 \cdot 100 \% = 4 \%. \end{aligned}$$

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:

$$w(\text{добрива}) = \frac{m(\text{добрива})}{m(\text{р-ну})};$$

$$\begin{aligned} m(\text{добрива}) &= w(\text{добрива}) \cdot m(\text{р-ну}) = \\ &= 0,005 \cdot 4000 \text{ г} = 20 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Обчислюємо масу води:

$$\begin{aligned} m(\text{води}) &= m(\text{р-ну}) - m(\text{добрива}) = \\ &= 4000 \text{ г} - 20 \text{ г} = 3980 \text{ г}. \end{aligned}$$

Відповідь: $m(\text{добрива}) = 20 \text{ г}$;
 $m(\text{води}) = 3980 \text{ г}$.

Задача 3.

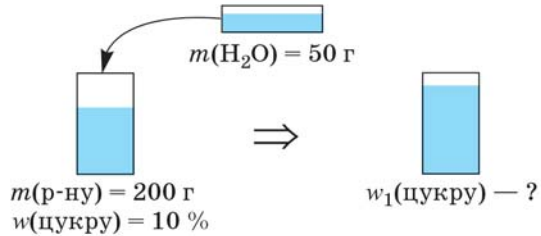
До водного розчину цукру масою 200 г із масовою часткою розчиненої речовини 10 % додали воду масою 50 г. Обчислити масову частку цукру в розчині, який утворився.

Дано:

$$\begin{aligned} m(\text{р-ну}) &= 200 \text{ г} \\ w(\text{цукру}) &= 10 \% , \\ &\text{або } 0,1 \\ m(\text{води}) &= 50 \text{ г} \\ \hline w_1(\text{цукру}) &= ? \end{aligned}$$

Розв'язання

Умову задачі проілюструємо малюнком:



1. Обчислюємо масу цукру в розчині масою 200 г:

$$\begin{aligned} m(\text{цукру}) &= w(\text{цукру}) \cdot m(\text{р-ну}) = \\ &= 0,1 \cdot 200 \text{ г} = 20 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Обчислюємо масу утвореного розчину:

$$\begin{aligned} m(\text{утв. р-ну}) &= m(\text{р-ну}) + m(\text{води}) = \\ &= 200 \text{ г} + 50 \text{ г} = 250 \text{ г}. \end{aligned}$$

3. Обчислюємо масову частку цукру в утвореному розчині за відповідною формулою:

$$\begin{aligned} w_1(\text{цукру}) &= \frac{m(\text{цукру})}{m(\text{утв. р-ну})} = \frac{20 \text{ г}}{250 \text{ г}} = \\ &= 0,08, \text{ або } 8 \% . \end{aligned}$$

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:

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 50 \text{ г}$$

$$V(\text{води}) = 1 \text{ л}$$

$$w(\text{FeSO}_4) \text{ — ?}$$

1. Обчислюємо масу води:

$$\begin{aligned} m(\text{води}) &= V(\text{води}) \cdot \rho(\text{води}) = \\ &= 1000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1000 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Обчислюємо масу розчину:

$$\begin{aligned} m(\text{р-ну}) &= m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) + m(\text{води}) = \\ &= 50 \text{ г} + 1000 \text{ г} = 1050 \text{ г}. \end{aligned}$$

3. Обчислюємо масу ферум(II) сульфату, яка міститься в 50 г кристалогідрату:

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

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 152 + 18 \cdot 7 = 278 \text{ (г/моль)}.$$

152 г FeSO_4 міститься в 278 г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,
 x г FeSO_4 — в 50 г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;

$$x = m(\text{FeSO}_4) = \frac{152 \text{ г} \cdot 50 \text{ г}}{278 \text{ г}} = 27,3 \text{ г}.$$

4. Обчислюємо масову частку ферум(II) сульфату в розчині:

$$\begin{aligned} w(\text{FeSO}_4) &= \frac{m(\text{FeSO}_4)}{m(\text{р-ну})} = \frac{27,3 \text{ г}}{1050 \text{ г}} = \\ &= 0,026, \text{ або } 2,6 \%. \end{aligned}$$

Відповідь: $w(\text{FeSO}_4) = 2,6 \%$.

ВИОКРЕМЛЮЄМО 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

1. Охарактеризуйте зміст терміна «кількісний склад розчину».
2. Наведіть означення масової частки розчиненої речовини в розчині. Чи має розмірність ця величина?

3. Цукор масою 50 г розчинили у воді масою 200 г. Обчисліть масову частку цукру в розчині. (Усно.)

Розв'язуймо задачу

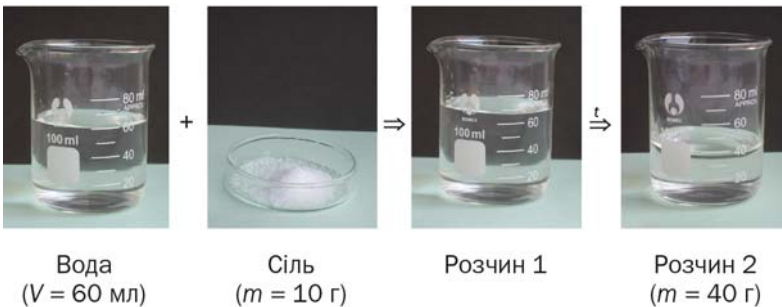
4. Обчисліть масу речовини, яка міститься в її розчині масою 300 г із масовою часткою цієї речовини 0,02. (Усно.)
5. Обчисліть масу води, у якій треба розчинити лимонну кислоту масою 6 г, щоб приготувати розчин з масовою часткою кислоти 0,05.
6. Зробіть відповідні обчислення (усно) й заповніть таблицю:

$m(\text{р-ну}), \text{г}$	$m(\text{р. р.}), \text{г}$	$m(\text{води}), \text{г}$	$w(\text{р. р.})$
400	8
500	...	460	...

7. 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.
8. 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.
- *9. 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.
10. 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

11. Складіть умову задачі відповідно до малюнків і розв'яжіть її.



Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

13. 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 I. Приготувати 40 г водного розчину сечовини¹ з масовою часткою цієї речовини 0,05.

Варіант II. Приготувати водний розчин сечовини з її масовою часткою 4 %, використавши 2 г цієї речовини.

Спочатку зробіть 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

1. Учень, виконуючи завдання варіанта I, замість розчину з масовою часткою сечовини 0,05 приготував 40 г 4 %-го розчину. Як йому

¹ Сечовина — азотне добриво. Виготовлений розчин сечовини після розведення в 10 разів можна використовувати для підживлення рослин.

виправити свою помилку, використавши цей розчин? Здійсніть необхідні обчислення.

2. 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 крупнокристалічної 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

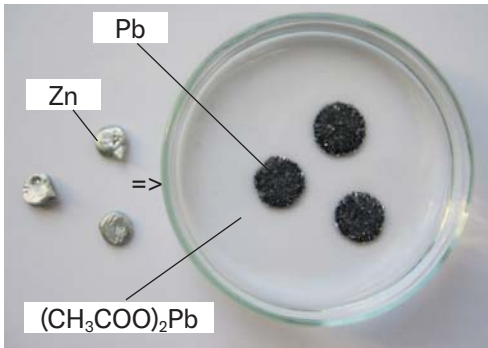
Вам уже відомо, що солі взаємодіють у розчинах з лугами, кислотами та іншими солями. Ще однією хімічною властивістю солей є здатність реагувати з металами. Іноді на уроках хімії демонструють «перетворення заліза на мідь». Якщо залізний цвях занурити в розчин мідного купоросу,

то поверхня цвяха швидко вкриється темно-червоним шаром міді. Про особливості таких хімічних реакцій ви дізнаєтеся з цього параграфу.

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?

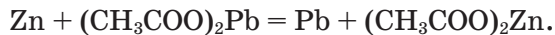
Солі реагують з металами в розчинах. Якщо, наприклад, плюмбум(II) ацетат $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ розчинити у воді і в отриманий розчин занурити гранули цинку, то на поверхні металу утворюватимуться темні блискучі кристалики (мал. 70). Це свинець.



Мал. 70.

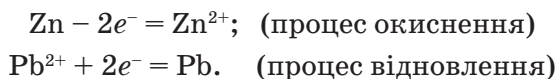
Гранули цинку до і після реакції з плюмбум(II) ацетатом у розчині

Відповідне хімічне рівняння:



Не кожна реакція між сіллю і металом відбувається. Метал-реагент 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 реагент — 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-реагенту приєднують електрони й перетворюються на атоми металу-продукту:



¹Тверда (кристалічна) сіль не взаємодіє з металом.



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 одній гранулі цинку. В одну пробірку налийте 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: $\text{Fe} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2$.



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. Цей процес має назву «оксидування». Оксидну плівку на металі також можна створити нагріванням металевого виробу в повітрі за певної температури.

ВІОКРЕМЛЮЄМО 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

1. Визначте можливість реакцій:
 - а) нікель(II) хлориду і цинк хлориду із залізом;
 - б) станум(II) хлориду із цинком і міддю.
 Запишіть відповідні хімічні рівняння.
2. 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.
3. Характеризуючи реакцію металу із сіллю, іноді кажуть, що один метал витісняє із солі інший, менш активний. У чому полягає некоректність такого висловлювання?

Порівняймо

4. Збільшуватиметься чи зменшуватиметься маса металевої пластинки, якщо:
- цинкову пластинку занурити в розчин солі Купруму(II);
 - олов'яну пластинку занурити в розчин солі Аргентуму(I)?
- Дайте відповіді, не вдаючись до математичних обчислень¹.

Аналізуймо

5. 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'яжуймо задачу

6. 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

7. Мідну дротинку можна покрити тонким шаром срібла. Обміркуйте план такого експерименту і запишіть його в зошиті.

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

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

§ 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 ор-

¹Утворюваний метал з пластинки не осипається.

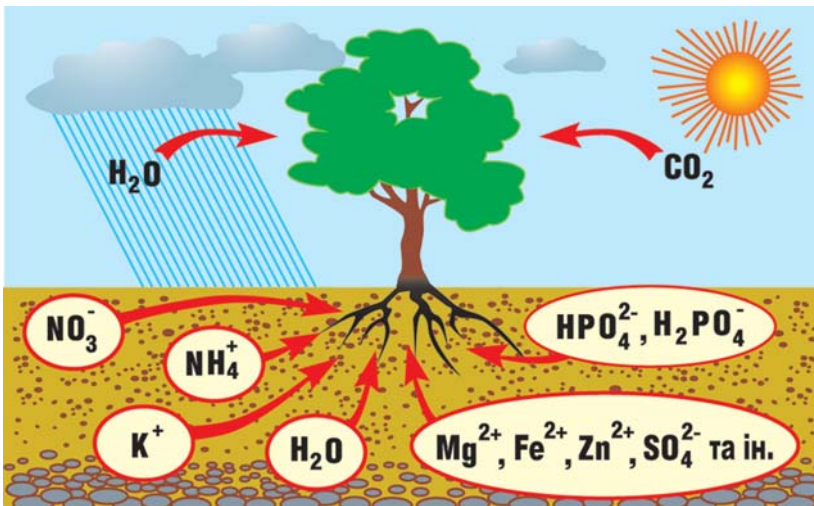
ганізм засвоює багато інших катіонів і аніонів. Рослинам теж необхідні йони, утворені певними хімічними елементами. Їх нестачу в ґрунтах компенсують внесенням добрив.

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 рідинях міститься багато розчинених солей, а отже, і йонів — катіонів і аніонів. Вони впливають на стан організму, функціонування в ньому різних систем, стійкість до хвороб.

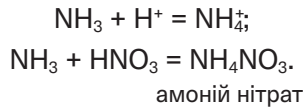
Йони та розвиток рослин. Ще в давнину помічено, що рослини краще розвиваються і дають вищі врожаї, якщо у ґрунт вносити гній, птишиний послід. Науковці / науковиці з'ясували, що рослинам для повноцінного розвитку необхідні певні хімічні елементи. У найбільшій кількості рослини засвоюють Карбон, Оксиген, 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 формі 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.



Мал. 71.
Живлення
рослини

Назва йона NH_4^+ — катіон амонію, а графічна формула — $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{N}^+-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$.

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 поліпшення 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).

¹Є ще й органічні добрива; серед них — торф і гній.

**Мал. 72.**

Мінеральні добрива: а — вапняно-аміачна селітра; б — комбіноване добриво; в — простий суперфосфат; г — пакет із нітроамофоскою

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 ¹	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
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)

¹Назва походить від латинського слова praecipitatio — скидання або англійського precipitation — осадження.

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 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 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-гемоглобіном. 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 рідинах 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 (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.

**Мал. 73.**

Йодована кухонна сіль

**Мал. 74.**

Упаковка зубної пасти з Флуором

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 рН (§ 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 і 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

ВИОКРЕМЛЮЄМО 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 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

- Оберіть правильні відповіді.
Добривом може бути:
 - нітроген(IV) оксид;
 - кальцій нітрат;
 - натрій гідрогенортофосфат;
 - калій гідрогенкарбонат;
 - калій оксид.
- Чому назва «азотні добрива» є невдалою з погляду хімії? Запропонуйте коректну назву цих добрив.
- 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

- 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.
- За відомостями з інтернету з'ясуйте, який металічний елемент міститься у вітаміні B_{12} .

Шанс для творчості

6. 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'язуймо задачу

7. Виконавши обчислення, з'ясуйте, в аміачній селітрі чи сечовині (табл. 5) масова частка Нітрогену більша й у скільки разів.
8. 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^+ .
9. Обчисліть масову частку Йоду в аніоні сполуки KIO_3 , яку використовують у виготовленні йодованої солі.
10. Масова частка Кальцію в організмі молодого людини становить 1,5 %. Обчисліть масу і кількість речовини цього хімічного елемента у вашому організмі.

Формуймо словничок

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

Оцінюймо свої знання

12. 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.**

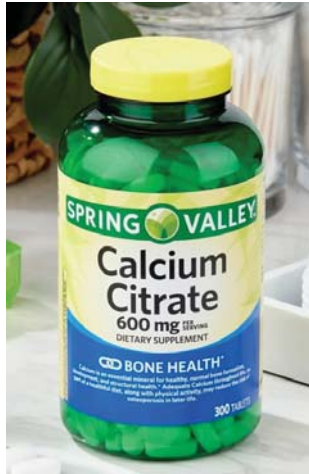
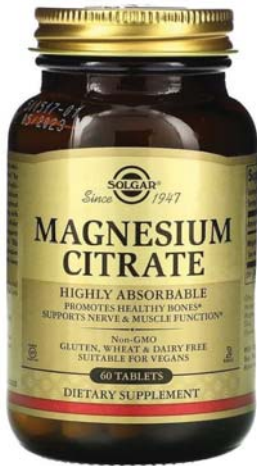
Шліфовані шматочки малахіту



За матеріалами з інтернету з'ясуйте, 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. Соди Na_2CO_3 і NaHCO_3 ми використовуємо вдома; середню сіль як мийний засіб, а кислоту — як розпушувач тіста. На основі штучно добутої 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), $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ (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 . Виокремте сфери, у яких ця сіль є реагентом.

Використання розчинів солей. Розчини багатьох солей у дистильованій воді є медичними препаратами. Серед послаблювальних засобів — розчин 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.

¹Нині цю фарбу не використовують через токсичність сполук Плюмбуму.



а



б

Мал. 80.

Медичні препарати — розчини хлоридів Натрію (а) і Кальцію (б)

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.

ВИОКРЕМЛЮЄМО ОСНОВНЕ

Проаналізувавши матеріал, викладений у параграфі, запишіть у зошиті висновки *про використання солей та їх водних розчинів*.



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

1. Назвіть переваги у використанні: а) природних солей; б) штучно одержаних солей.
2. Напишіть формули кислих солей, які є добривами.
3. Які солі ми використовуємо в побуті у кристалічному стані, а які — розчинені у воді?

Поміркуймо

4. У яких випадках доцільно, на вашу думку, використовувати водний розчин добрива, а в яких — добриво у твердому стані?

Виконуймо вправу

- *5. 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:
- магній сульфат, натрій сульфат і натрій хлорид;
 - магній хлорид, магній сульфат і натрій сульфат;
 - магній хлорид, натрій хлорид і натрій сульфат.

Розв'язуймо задачу

- 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.
- 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

- 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?

Шанс для творчості

- Використавши інформацію з інтернету про види кухонної солі, зробіть презентацію на тему «Сіль — важлива харчова добавка».

Формуймо словничок

- Випишіть ключові слова і словосполучення з тексту параграфа для укладання двомовного словничка.
- Складіть двомовний словничок із ключових слів і словосполучень, виписаних вами з параграфів 19—25. Отримаєте словничок до розділу 2 підручника.

Оцінюймо свої знання

- Створіть у зошиті таблицю оцінювання ваших знань і заповніть її.
- Виконайте розміщені за QR-кодом або покликанням (<https://learningapps.org/display?v=pkv8ip4jn25>) тестові завдання за матеріалом розділу 2.



test

ВІДПОВІДІ ТА ПОРАДИ ДО ЗАДАЧ І ВПРАВ

- § 2. № 7. $\varphi(\text{O}_2) = 33,3 \%$.
№ 8. $V(\text{O}_3) = 18$ мл.
- § 3. № 6. В амоніаку вдвічі більше молекул.
№ 9. $m(\text{CO}_2) = 440$ кг.
№ 11. Галій.
- § 5. № 4. в.
№ 5. У кальцій гідроксиді.
№ 7. $\text{Sr}(\text{OH})_2$.
№ 8. б) $w(\text{O}) = 34,4 \%$.
№ 9. $m(\text{Li}_2\text{O}) = 3$ г.
№ 10. Порівняйте міцність йонного зв'язку у сполуках.
- § 6. № 5. Візьміть до уваги розчинність хлороводню у воді.
- § 7. № 5. Можна, якщо хоча б один із оксидів реагує з водою.
№ 7. Формула кислоти — HClO .
- § 8. № 4. $\alpha = 25 \%$.
№ 5. Порівняйте полярність ковалентних зв'язків H-O і O-N .
№ 6. а) HA — слабка кислота; б) HA — сильна кислота.
№ 7. $\alpha = 90 \%$.
№ 8. $N(\text{молекул}) = 499$.
- § 9. № 1. 1Бв; 2Аб; 3Ва; 4Аб.
№ 3. Візьміть до уваги наявність у повітрі вуглекислого газу.
№ 6. г.
№ 7. $\alpha(\text{води}) = 1,8 \cdot 10^{-7} \%$.
- § 10. № 3. Можливими є шість реакцій.
№ 4. а.
№ 5. $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 10,6$ г.
№ 6. Нерозчинність гідроксидів і силікатної кислоти, карбонатна кислота є слабкою.
№ 7. Луг (кислота) має бути доступною і дешевою речовиною.
- § 11. № 5. $\text{Ti}(\text{OH})_4$.
№ 6. Гідроксид розклався неповністю.
№ 7. $m(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 24,4$ г.
- § 12. № 5. $(\text{PbOH})_2\text{CO}_3$.
№ 7. Літій фторид.
№ 8. $m(\text{Al}^{3+}) = 1,08$ г.
№ 9. $(\text{BeOH})\text{NO}_3$.

- § 13. № 7. $m(\text{Fe}) = 14$ г.
 № 8. $w(\text{Ag}) = 92,5$ %.
- § 14. № 3. Можливі 2 реакції.
 № 4. Можливі 3 реакції.
 № 7. $n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 0,05$ моль.
 № 8. $m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 2,25$ г.
- § 15. № 2. Ні; з води видаляються лише йони Mg^{2+} , а частина йонів Ca^{2+} у ній залишається: $\text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + \text{CaSO}_4$ (малорозчинна сіль).
 № 5. в.
 № 6. $m(\text{Mg}^{2+}) = 12$ мг.
 № 7. Гідрокарбонат-іони наявні в надлишку щодо катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} ; $m(\text{осаду}) = 167$ мг.
- § 16. № 6. $m(\text{Na}^+) = 345$ мг.
- § 17. № 11. Сірчистий газ важчий в 1,45 рази.
- § 18. № 7. Перетворення «сіль А → сіль В» можливе за надлишку одного з реагентів.
 № 8. $V(\text{H}_2\text{S}) = 0,56$ л.
- § 19. № 5. У розчині можна розчинити ще 6 г K_2CO_3 .
 № 6. а) $m(\text{води}) = 42$ г; б) $m(\text{KNO}_3) = 88$ г.
 № 7. $m(\text{NaCl}) = 5,6$ г.
 № 8. а) $m(\text{KCl}) = 14$ г; б) $m(\text{KCl}) = 7$ г.
- § 20. № 5. Так.
 № 9. Йон Магнію; його заряд удвічі більший, радіус менший.
- § 21. № 5. $m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 3,42$ г.
 № 6. $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 69,5$ г.
 № 7. $m(\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}) = 12,1$ г.
 № 8. $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- § 22. № 5. $m(\text{H}_2\text{O}) = 114$ г.
 № 7. $m(\text{солі}) = 18$ г; $V(\text{H}_2\text{O}) = 1982$ мл.
 № 8. $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2,75$ %.
 № 9. $w(\text{речовини}) = 0,24$.
 № 10. $m(\text{гліцерину}) = 8,8$ г.
- § 23. № 6. $m(\text{Cu}) = 1,6$ г.
- § 24. № 1. Правильних відповідей — 3.
 № 7. Масова частка Нітрогену більша в сечовині в 1,33 рази.
 № 8. На 10 йонів Na^+ припадає приблизно 16 йонів K^+ .
 № 9. $w(\text{I}) = 72,6$ %.
- § 25. № 5. а.
 № 6. $w(\text{NaCl}) = 0,9$ %.
 № 7. $w(\text{BaCl}_2) = 6,3$ %.

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	22
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо водні розчини кислоти і лугу індикаторами	27
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Досліджуємо чай	29
<i>Експериментуємо на дозвіллі</i>	
Виявляємо індикатори в ягодах, овочах, квітах	29
§ 5. Луги. Основи	30
§ 6. Кислоти	36
§ 7. Одержання кислот. Кислотні опади	41
§ 8. Йони у водних розчинах кислот	47
§ 9. Водневий показник	53
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Визначаємо приблизні значення рН води, розчинів кислоти і лугу за допомогою універсального індикатора	55

	<i>Експериментуємо вдома</i>	
	Визначаємо рН харчової та косметичної продукції ...	58
§ 10.	Реакції основ з кислотами	59
	<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
	Здійснюємо реакцію нейтралізації	59
	Досліджуємо взаємодію кислоти з нерозчинними основами	61
§ 11.	Амфотерні сполуки	63
	<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
	Досліджуємо хімічні властивості амфотерного гідроксиду	64
§ 12.	Солі	67
§ 13.	Реакції кислот з металами	73
	<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
	Досліджуємо реакції хлоридної кислоти з металами.....	74
§ 14.	Властивості солей	78
	<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
	Досліджуємо реакцію солі з лугом у розчині	80
	Досліджуємо реакцію солі з кислотою в розчині.....	81
	Досліджуємо реакцію між солями в розчині	82
	Розпізнаємо солі та їх розчини.....	84
§ 15.	Твердість води	86
	<i>Експериментуємо вдома</i>	
	Досліджуємо властивості мийних засобів у воді різної твердості.....	87
	Видаляємо накип.....	91
§ 16.	Очищення води йонним обміном	92
§ 17.	Оксиди	95
	<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
	Досліджуємо реакцію купрум(II) оксиду із хлоридною кислотою.....	99
§ 18.	Хімічні перетворення неорганічних речовин	102
	<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
	Досліджуємо хімічні перетворення речовин	107

Розділ 2.

ДОСЛІДЖУЄМО ВОДНІ РОЗЧИНИ СОЛЕЙ

§ 19. Розчинність речовин у воді.....	109
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Порівнюємо розчинність речовин у воді	110
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Досліджуємо вплив температури	
на розчинність речовини.....	112
<i>Експериментуємо після уроків</i>	
Вирощуємо кристали мідного купоросу	116
§ 20. Утворення розчину. Енергетичний ефект	
розчинення речовини	117
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Виявляємо тепловий ефект розчинення речовини ...	121
§ 21. Кристалогідрати.....	124
§ 22. Кількісний склад розчину.....	129
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Виготовляємо водний розчин	
з певною масовою часткою розчиненої речовини	136
<i>Експериментуємо вдома</i>	
Виготовляємо водний розчин кухонної солі.....	137
§ 23. Реакції солей з металами	137
<i>Експериментуємо в хімічному кабінеті / лабораторії</i>	
Виявляємо можливість реакцій солей із цинком	139
§ 24. Йони в життєдіяльності організмів	141
§ 25. Застосування солей	148
Відповіді та поради до задач і вправ	153