



ԻՄԻՐ

8



Періодична таблиця хімічних елементів

Група	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Період																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
Лантаноїди																		
Актиноїди																		

Мідак Лілія, Кузишин Ольга,
Пахомов Юрій, Буждиган Христина

ХІМІЯ

Підручник для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Тернопіль
Астон
2025

УДК 546(075.3)
Х46

Авторський колектив:
Мідак Лілія, Кузишин Ольга, Пахомов Юрій, Буждиган Христина

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 21.02.2025 № 347)

У підручнику подано навчальний матеріал за модельною навчальною програмою «Хімія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (автор Григорович О. В.).

Електронний додаток можна
переглянути за QR-кодом або за
покликанням
<https://cutt.ly/Ge6cuH4P>



Х46 Хімія : підручник для 8 класу закладів загальної середньої освіти / Л. Я. Мідак, О. В. Кузишин, Ю. Д. Пахомов, Х. В. Буждиган. — Тернопіль : Астон, 2025. — 272 с.

Підручник створено відповідно до вимог Державного стандарту базової середньої освіти за модельною навчальною програмою О. Григоровича. Змістове наповнення підручника враховує вікові особливості учнівства 8-х класів та орієнтоване на реалізацію життєвих навичок, спрямованих на здоровий, безпечний і гармонійний розвиток. Пропонований навчальний матеріал сприятиме формуванню ключових і предметних компетентностей, досягненню очікуваних результатів навчання, передбачених модельною програмою.

УДК 546(075.3)

© Мідак Л., Кузишин О.,
Пахомов Ю., Буждиган Х., 2025
© ТзОВ «Видавництво Астон», 2025

Шановні восьмикласники та восьмикласниці!

Цього року ви продовжите формувати компетентність у галузі природничих наук засобами навчального предмета «Хімія». Він дуже цікавий і захопливий. Від рівня сформованості цієї компетентності залежить, чи будемо ми готовими до потреб життя, чи зможемо правильно харчуватися, безпечно використовувати речовини та матеріали в повсякденному житті, дбати про своє здоров'я та природу.

Ви вже мали можливість у 7 класі переконатися, що хімія, як природнича наука, відіграє важливу роль у розвитку інших наук. Найважливіші досягнення сучасних галузей промисловості також неможливі без використання нових матеріалів з особливими властивостями, розробляти які допомагає хімія.

Гортаючи сторінки підручника, ви помітите, що подекуди зустрічаєте знайому інформацію, яку вивчали в 5-7 класах. У восьмому класі ви розширите свої знання про будову речовин і їх властивості, удосконалите вміння та навички, здобуті в 7 класі на уроках хімії.

Зміст навчального предмета «Хімія. 8 клас», який ви вивчатимете, поділено на чотири теми, а теми — на параграфи.

У кожному параграфі виділено три основних рубрики, які зорієнтують вас за видами діяльності:

- **Опрацьовуємо інформацію** (у ній ви опрацюєте теоретичний матеріал до кожної теми).
- **Досліджуємо** (використовуючи матеріали цієї рубрики, ви навчитесь формулювати гіпотези, планувати хімічний експеримент, виконувати його, пояснювати одержані результати та робити висновки).
- **Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті** (виконуючи завдання цієї рубрики, ви зрозумієте значення хімії в нашому повсякденному житті).

Кожен параграф розпочинає виклад теоретичного матеріалу. У кінці посібника наведено словник зі спеціальними термінами, які ви вивчатимете протягом року. Параграфи містять додатковий матеріал, поданий під рубрикою «А чи знаєте ви...». Окремо виділено важливу інформацію, яку потрібно запам'ятати.

Вивчення теоретичного матеріалу супроводжуватиме виконання різноманітних завдань. Ви будете працювати в парі, у групі, виконувати експерименти, проєкти та презентувати результати власних досліджень. Свої знання зможете перевірити, відповівши

на запитання та виконавши завдання, уміщені наприкінці кожного параграфа та в рубриці «Перевірте себе». Цікаві задачі та задачі підвищеної складності позначені зірочкою. Для самоперевірки можете скористатися відповідями до них, поданими у кінці підручника.

Тож не гайте часу та вирушайте у світ речовин і їх перетворень! Успіхів вам!

Автори/авторки

У підручнику використано рубрики:

	Пригадайте інформацію, поміркуйте над запитанням
	Запам'ятайте
	Запитання
	Навчальний проєкт

Привіт, друзі та подруги!



Пам'ятаєте мене? Я кішка Селена. Дуже люблю хімію і минулого року почала ґрунтовно вивчати всі її секрети. Ви теж уже мали можливість переконатися, що хіміки та хімікині — справжні чародії! Вони здатні творити чудеса!

Пізнаючи закони хімії, я все більше переконуюся, що це не тільки дуже цікава наука, але й украй потрібна. Вона допоможе нам синтезувати нові речовини, потрібні для людини, правильно харчуватися та берегти нашу природу.

Цьогоріч я буду працювати в команді з вашими ровесниками Марком і Тамілою. Ви вже їх бачили на світлинах підручника з хімії минулого року. Це дуже наполегливі діти. Разом ми будемо мандрувати сторінками історії хімії, опрацьовувати цікаву інформацію, формулювати гіпотези, перевіряти їх і, звичайно ж, досліджувати. Це так цікаво! Знайомтеся!



Марко

Серйозний і надзвичайно допитливий. Любить в усьому точність.

Хоче знати усі закони Всесвіту. Вивчає не тільки природничі науки, а й англійську мову, багато читає. Дуже любить математику, вправно робить розрахунки та займається програмуванням.



Таміла

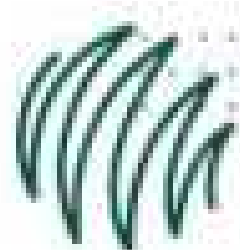
Працьовита й цілеспрямована. Переконана, що природничі науки – основа нашого майбутнього. Любить малювати, моделювати та активно відпочивати. Окрім хімії, ретельно вивчає історію, географію та англійську мову.

Ух, сильна у нас команда. Разом ми зможемо виконати будь-яке завдання! Приєднуйтеся до нас! Нумо навчатися!



ДІАГНОСТУВАННЯ УМІНЬ, НАБУТИХ У 7 КЛАСІ





§1. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕЧОВИНИ



У цьому параграфі ви повторите вивчене:

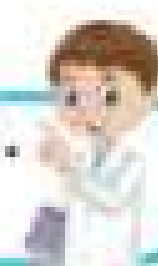
- про речовини з унікальними властивостями;
- про властивості матеріалів сучасного покоління.



Ну ось і закінчилися канікули! Сонячні, веселі й незабутні... Моїм найулюбленішим заняттям було ходити із друзями до річки, ніжитися під літніми променями сонечка та хлюпатися в теплій водичці. Якось я замислилась, чому під одним і тим самим сонцем земля на березі нагрівається так сильно, що іноді аж лапки пече, а вода в річці чи озері залишається прохолодною. Це напевно, може пояснити хімія! Потрібно пригадати вивчене в 7 класі.

Марку! Таміло! Допоможете мені?

Звичайно, Селено. А почнемо ми з найголовнішого. Пригадаємо, що вивчає хімія.



Я знаю. Хімія — це наука про речовини та їх перетворення. Селено, а ти пам'ятаєш, що таке речовина?



Що таке речовина? Які бувають речовини?



Робота в парі

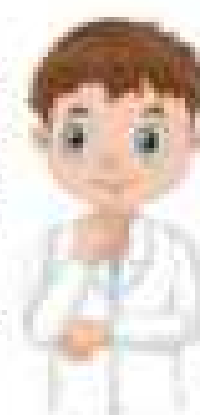
Розгляньте схему. Наведіть приклади речовин до кожної частини схеми.



Які властивості речовин можна назвати унікальними? Які речовини мають такі властивості?

Фізичні властивості речовин

Кожна речовина має свої властивості — фізичні та хімічні. Хімічні властивості деяких речовин ми розглянемо цього річ, а описати фізичні властивості ви вмієте ще з 7 класу. Пригадаймо, які саме властивості належать до фізичних.



Робота в парі

Розгляньте кроссенс і дайте йому назву. Використовуючи додаткові джерела інформації, назвіть речовини, які в ньому зображено. Опишіть їхні фізичні властивості.



Розгляньмо кожну властивість детальніше. Найперше, на що я звертаю увагу, — це агрегатний стан. Як ви пам'ятаєте, їх є три: твердий, рідкий і газуватий.

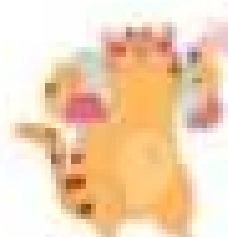


Робота в групах

Розгляньте схему. Які зміни агрегатного стану речовини вона ілюструє? Опишіть особливості розміщення та взаємодії структурних частинок у кожному агрегатному стані. Наведіть приклади таких перетворень.



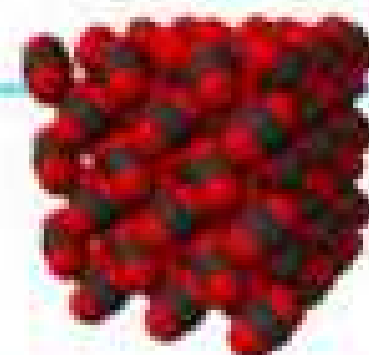
Мал. 1.1.
Зміни агрегатного стану речовини



Ого! Я й не чула слова «сублімація»... Де ми можемо побачити таке явище? Хіба не всі тверді тіла перетворюються в рідину під час нагрівання?



Таку властивість має йод, а ще — кофеїн. Також ми бачили сублімацію сухого льоду під час хімічного шоу: твердий вуглекислий газ (мал. 1.2) за кімнатної температури дуже швидко змінює свій агрегатний стан із твердого на газуватий.



Мал. 1.2.
Структура сухого льоду

А чи знаєте ви...

Існує ще один агрегатний стан речовини — плазма. Його можна досягти, якщо нагрівати гази до дуже високих температур (десятки, сотні тисяч

градусів Цельсія). У плазмі містяться заряджені частинки (електрони та йони). Сумарний електричний заряд плазми дорівнює нулю. Четвертий стан речовини у 1879 році відкрив англійський хімік Вільям Крукс, а назву «плазма» майже через 50 років запропонував американський хімік Ірвінг Ленгмюр.

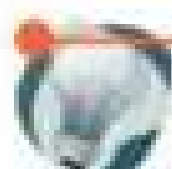
Деякі фізичні властивості ми можемо оцінити за допомогою органів чуття: колір, блиск, запах, смак. Якщо речовини не мають кольору, їх називають *безбарвними*.



Які безбарвні речовини вам відомі? Чи мають вони запах?



Я знову заплуталася... Хочу намалювати найяскравіший літній спогад — річечку. На моїх світлинах вода в річці блакитна. Але коли беру в лапки трохи тієї водички, вона не має кольору. Як так?



Чому вода у водоймах нам здається блакитною, синьою чи зеленою, якщо насправді вона є безбарвною?

Я пригадую, що воду вважають універсальним розчинником. У 7 класі ми досліджували ще одну властивість речовин — розчинність. За цією властивістю речовини бувають *розчинні, малорозчинні та нерозчинні*.



Також пам'ятаю, що визначальними властивостями для застосування матеріалів є твердість, пластичність, електропровідність і теплопровідність.



О, пригадую, що найтвердішою речовиною, яка трапляється в природі, є алмаз. Пластичність речовин визначають за здатністю зберігати надану їм форму під час деформації. Електропровідність — це здатність проводити електричний струм, а теплопровідність — це здатність передавати тепло.



Речовини з унікальними властивостями



Як нам уже відомо, одним з основних завдань сучасної хімічної науки є одержання речовин із заданими властивостями. Чому так важливо знати та вміти передбачити властивості речовин?



Залежно від того, у якій галузі та за яких умов мають намір використовувати речовину чи матеріал, потрібно

досягти певного рівня міцності, пластичності, крихкості, стійкості до температури чи дії інших речовин тощо.

Робота в парі

Розгадайте ребуси I, використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію, як перетворити речовину I у матеріал II. Порівняйте фізичні властивості речовини I та матеріалу II.



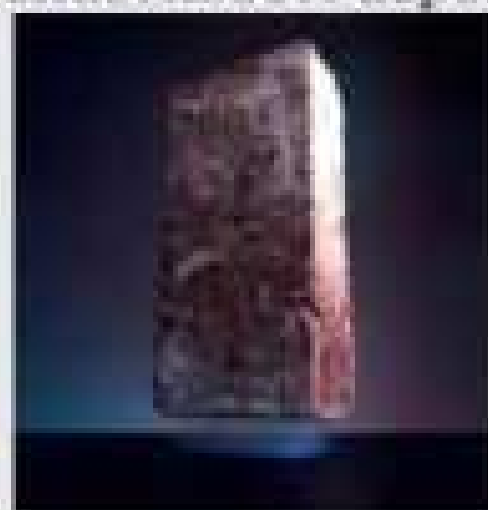
А чи чули ви про аерогелі? Це міцні й дуже легкі матеріали, які на 99% складаються з повітря. Найчастіше вони використовують для виготовлення захисних покриттів або теплоізоляторів.



Робота в парі

Розгляньте мал. 1.3 і, використовуючи додаткові джерела інформації, опишіть фізичні властивості аерогелю.

а)



б)



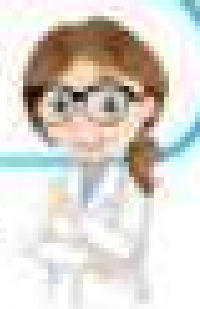
Мал. 1.3. Властивості аерогелю:

а) цеглина масою 2,5 кг стоїть на аерогелі масою 2,38 г

б) квітка захищена від вогню аерогелем.



Мені вже кортить виконати якийсь експеримент. Нумо досліджувати.



Але перед цим повторимо правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії.

Робота в парі

Гра «Морський бій». Перейдіть за QR-кодом або за покликанням <https://cutt.ly/sejAozaa2> і видрукуйте основи для гри «Морський бій». Перед початком гри уважно ознайомтеся



з її правилами.

Правила гри. Об'єднайтеся в групи. Роздрукуйте й розгляньте поле для гри, на якому кожен об'єкт чи завдання має свої координати (цифру та букву). Завдання учасника/учасниці однієї групи оголосити координати для іншої групи та обрати учасника/учасницю, який/яка виконуватиме обране завдання. Якщо обраний/-а учасник/учасниця не може виконати завдання, то право його виконання має учасник/учасниця з групи, яка його вибрала.

Визначтеся з оцінюванням і ймовірними штрафами. Продумайте стратегію гри. У кінці гри підбийте підсумки.

 Досліджуємо

1. Дослідження фізичних властивостей речовин.

Для роботи нам потрібно: зразки речовин (мідь, срібло, алюміній, залізо або інші метали та сплави; сірка, вугілля, графіт, йод; вода, кухонна сіль, цукор, сода, пісок, оцет, олія тощо).

1. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.

2. Серед запропонованих зразків оберіть три (метал або сплав, неметал і складну речовину) для дослідження фізичних властивостей. Сформулюйте гіпотезу, складіть план експерименту та спрогнозуйте його результати.

3. Підберіть посуд та обладнання для виконання експерименту й дослідіть фізичні властивості обраних зразків.

4. Заповніть таблицю. За потреби скористайтесь додатковими джерелами інформації.

Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу? Зробіть обґрунтовані висновки.

Таблиця 1.1

Фізичні властивості речовин

	Зразок I (назва)	Зразок II (назва)	Зразок III (назва)
Агрегатний стан			
Температура плавлення			
Температура кипіння			
Колір			
Блиск			
Запах			
Розчинність у воді			
Твердість			
Пластичність			
Електропровідність			
Теплопровідність			

2. Одержання кофеїну.

Для роботи нам потрібно: тигель, годинникове скло, палик, подрібнене листя чаю.

1. У невеличкий тигель внесіть приблизно 0,5-1 г подрібненого чайного листя та накрийте годинниковим склом.

2. Пригадайте правила користування нагрівними приладами, складіть установку для нагрівання та обережно нагрійте тигель із чайним листям. Через кілька хвилин на годинниковому склі утворяться крапельки води, а після цього — кристали кофеїну.

3. Поясніть причини явищ, які відбулися.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



- Закінчіть речення:
 - Властивості — це ...
 - Фізичні властивості описують ...
 - До фізичних властивостей речовин належать ...
 - Плавлення — це ...
 - Сублімація — це ...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Що означає описати фізичні властивості речовини?
 - Які фізичні властивості можна оцінити органами чуття?
 - Які фізичні властивості характерні для металів?
 - Які фізичні властивості характерні для неметалів?
 - У який спосіб можна змінити властивості речовин?
- Які речовини мають здатність намагнічуватися? Наведіть приклади. Як можна використати такі речовини?
- Які речовини мають запах? Наведіть приклади використання вами цих речовин у повсякденному житті.
- Порівняйте за фізичними властивостями метал і неметал (на ваш вибір). Назвіть властивості, за якими вони схожі та за якими їх розрізняють.
- Порівняйте електропровідність 5 металів або сплавів (на ваш вибір). Побудуйте діаграму питомої електропровідності цих речовин і матеріалів. Спрогнозуйте можливості їх використання за електропровідністю та іншими фізичними властивостями. За потреби використайте додаткові джерела інформації.
- Складіть ментальну карту «Фізичні властивості металів» або «Фізичні властивості неметалів».
- Прочитайте уважно текст.

Аерогель — це напівпрозорий матеріал, що є гелем, у якому



рідка фаза повністю заміщена газуватою. Такі матеріали мають надзвичайно низьку густину, а також комплекс унікальних властивостей: твердість, прозорість, жаростійкість тощо.

Аерогель здатний швидко повертати форму після стиснення, поглинати й утримувати речовини, що не розчиняються у воді, масою в 900 разів більшою, ніж власна маса. У це складно повірити, але за одну секунду аерогель масою 1 г поглинає органічні речовини масою до 68,8 г, що робить його корисним для використання в місцях розливу нафти.

На дотик аерогелі нагадують легку, але тверду піну, подібну на пінопласт. У разі сильного навантаження аерогель тріскає, але загалом це дуже міцний матеріал: зразок аерогелю може витримати навантаження у 2000 разів більше від власної ваги.

- 1) Випишіть усі властивості аерогелю, що зазначені в тексті.
 - 2) Пригадайте, чи знаєте ви ще якісь речовини зі схожими властивостями.
 - 3) Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про причини утворення нафтових плям і їх шкоду для живих організмів.
 - 4) Спрогнозуйте ефективність використання аерогелю для ліквідації наслідків розливу нафти.
 - 5) Проаналізуйте всі фізичні властивості аерогелю та запропонуйте сфери його використання. Як, на вашу думку, цей матеріал може змінити звичне для нас життя?
9. Активоване вугілля — це матеріал з дуже високою пористістю, завдяки якій воно здатне поглинати (адсорбувати) та утримувати різні забруднювачі. Опишіть властивості цієї речовини та запропонуйте галузі її застосування. Чи використовували ви цю речовину в повсякденному житті? Якщо так, то в яких випадках? Які речовини зі схожими властивостями ви використовували? Порівняйте ефективність дії активованого вугілля в організмі людини та речовин зі схожими властивостями, використовуючи додаткові джерела інформації.

Робота в групах

Гра «Най-най-най». Використовуючи додаткові джерела інформації, групи по черзі доповнюють запропоновані іншими групами твердження про унікальні властивості речовин.

Для початку можна скористатися запропонованими прикладами тверджень. Далі цей перелік можна продовжити.

Агрегатний стан Речовина, яку ви особисто бачили в трьох агрегатних станах — ...	Колір Найчорніший метал — ...	Блеск Метал, що виблискує різними кольорами — ...
Запах Речовина, що має найприємніший, на вашу думку, запах — ...	Смак Найгостріша речовина — ...	Розчинність у воді Речовина, що має найменшу розчинність — ...
Твердість Найм'якший метал, що можна різати ножем — ...	Пластичність/ковкість Речовина, яку можна розкатати в найтонший шар — ...	Температура плавлення Метал, що тоне на долоні — ...

Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pa4xcte324> і пригадайте фізичні властивості речовин і матеріалів, виконавши вправу. Якщо буде потреба, використайте додаткові джерела інформації.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Для металів характерні високі температури плавлення та кипіння.
 - 2) Фізичні властивості — це характеристики речовини, які пов'язані зі зміною її хімічного складу.



Ой, як цікаво! Марку! Таміло! Я вам так вдячна! Ми стільки всього повторили. Упевнена, що цього року наше навчання буде не менш цікавим і продуктивним.

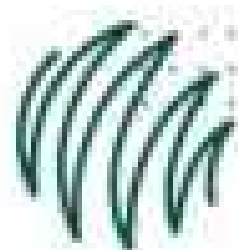
Пропоную також продовжити вивчати нові терміни англійською. Сьогодні я виписала такі слова:

твердість — hardness;

електропровідність — conductivity;

теплопровідність — thermal conductivity.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§2. ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ ЯВИЩА



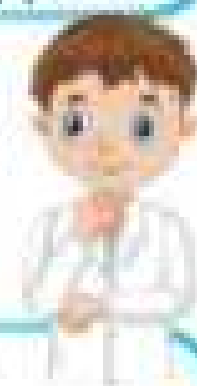
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- про причини природних явищ;
- як тлумачити народні прикмети;
- як спростувати міфи про фізичні та хімічні явища.



Сьогодні я вирішила спекти смачненькі пампушки й пригостити ними Марка й Тамілу. Замісила дріжджове тісто та сховала його в холодильник, щоб ніхто не зурочив. Далі почекала годинку, як вказано в рецепті. Але... тісто зовсім «не підійшло», і пухкеньких пампушків не буде. Тепер сиджу й плачу... Хтось таки мені нашкодив...

Селено, тут не плакати, а міркувати треба. Ти уважно прочитала рецепт? Упевнена, що все зробила правильно? Чому ти вирішила поставити тісто в холодильник?



Я побачила відео в тіктоці. У ньому пояснили, що тісто потрібно покласти в таке місце, щоб ніхто не міг його побачити. А якщо хтось гляне злим голодним поглядом, тісто не підросте. Ось і сталося...

Селено, хіба ти не знаєш, що будь-яку інформацію потрібно аналізувати та перевіряти? Щоб твоє тісто підійшло, потрібно було його не в холодне, а в тепле місце класти.



Яку помилку під час приготування тіста зробила Селена? Яке явище не відбулось і чому?



Опрацьовуємо інформацію



Фізичні та хімічні явища



Розгляньте схему та пригадайте, що таке явища? Якими вони бувають?

Явище	
Фізичне	Хімічне
Це явище, під час перебігу якого не відбуваються зміни хімічного складу речовини.	Це явище, під час перебігу якого одні речовини перетворюються на інші.



Робота в парі

Розгляньте малюнок про літній спогад Таміли. Складіть коротку історію про її літній відпочинок із поясненням тих фізичних і хімічних явищ, які, на вашу думку, відбувалися.

Поділіться з однокласниками/однокласницями своїми спогадами про літо. Укажіть 3 фізичні та 3 хімічні явища, які ви спостерігали.



У давнину люди часто намагалися пояснити явища, які відбувалися навколо них. Не завжди пояснення було вдалим і правильним, тому звичні для нас речі оброста-ли міфами та легендами, які й сьогодні можна почути.

Робота в групах

Гра «Міфи та їх пояснення». Об'єднайтеся в групи. Пройдіть запропонованим маршрутом і, використовуючи додаткові джерела інформації, пояс-ніть явища природи за зразком на зупинці 1.

1. Зупинка «Вогняна».

Явище	Міф	Вид явища, наукове пояснення
Виникнен- ня вогню.	З грецької міфології відо- мо, що Прометей украв вогонь у богів і подарував його людям, за що був покараний Зевсом. Цей міф пояснював, як люди навчилися користуватись вогнем.	Хімічне явище
		Вогонь з'являється внаслідок нагрівання горючої речовини до температури, вищої за темпера- туру займання.
		Горіння — хімічна реакція взає- модії речовини із киснем з виді- ленням тепла і світла.

2. Зупинка «Іржава».

Явище	Міф	Вид явища, наукове пояснення
Іржавіння металів і сплавів.	У слов'янських народних повір'ях вважається, що іржа на металі є резуль- татом прокляття або злої магії.	

3. Зупинка «Магічна».

Явище	Міф	Вид явища, наукове пояснення
Гниття речовин.	У деяких культурах гниття вважали результатом впли- ву злих духів або проклят- тям, яке накладали на їжу або предмети.	

4. Зупинка «Блискавична».

Явище	Міф	Вид явища, наукове пояснення
Виникнення блискавки й грому.		Блискавка виникає внаслідок утворення електричного розряду в атмосфері, а грім є звуковою хвилею, утвореною внаслідок швидкого розширення нагрітого повітря.

5. Зупинка «Молочна».

Явище	Міф	Вид явища, наукове пояснення
Скисання молока.	У деяких культурах вважається, що молоко скисає, коли на нього падає злий погляд або воно перебуває під впливом злих духів.	

6. Зупинка «Водяна».

Явище	Міф	Вид явища, наукове пояснення
Опади.		Причиною є конденсація водяної пари в атмосфері. У процесі охолодження вологого повітря у верхніх шарах атмосфери утворюються хмари, з яких випадає дощ, сніг або інші форми опадів.

7. Зупинка «Рухлива».

Явище	Міф	Вид явища, наукове пояснення
Землетруси.		Причиною є рух тектонічних плит, що спричиняє раптові вивільнення енергії в земній корі, зумовлюючи сейсмічні хвилі.

8. Зупинка «Сонячна».

Явище	Міф	Вид явища, наукове пояснення
Червоний колір сонця під час заходу.		Причиною є розсіювання світла в атмосфері. Червоний колір сонячного спектра є найстійкішим до розсіювання. Саме його сприймають очі спостерігачів.

9. Зупинка «Кулінарна».

Явище	Міф	Вид явища, наукове пояснення
Тісто не підійшло.	Існує повір'я, що тісто не піднімається через те, що пекар має поганий настрій або не дотримується ритуалів, які забезпечують якість випічки.	



Вітаю переможців! Чудово! Тепер ми вміємо розвінчувати міфи. Виявляється, їх і справді було дуже багато! Недарма хіміків колись називали чаклунами. Люди їх навіть побоювалися, оскільки хімічні реакції можуть супроводжуватися фізичними явищами: зміною кольору, появою різкого й не завжди приємного запаху тощо. Такою реакцією є, наприклад, горіння сірки. Ми відчуваємо специфічний запах, коли запалюємо сірник. Ось схема цієї реакції:



Наведіть приклади фізичних явищ, які супроводжують хімічні.



Схема хімічної реакції. Хімічні рівняння



А чи пам'ятаєте ви, як перетворювати схеми реакції на рівняння? Пригадаймо й трішки потренуємося. Розшифруйте анаграму: ЦЮФІЄНТКЕ



Які є типи реакцій? Які реагенти беруть у них участь і які продукти утворюються?



Робота в парі

Перетворіть схеми хімічних реакцій на хімічні рівняння. Укажіть тип реакції.



Досліджуємо

Робота в групах. Об'єднайтеся в групи. Розробіть критерії оцінювання власної діяльності та діяльності ваших однокласників/однокласниць під час роботи в групах. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.

1. Ферментація дріжджів.



Для роботи нам потрібно: тепла вода, цукор, сухі дріжджі, широка посудина.

У широку посудину налейте 100 мл теплої води, додайте 1 чайну ложку цукру і 5-6 г сухих дріжджів. Суміш обережно перемішайте. Які зміни ви помітили зразу та через 10 хвилин?

Пригадайте з уроків біології 7 класу, що таке ферментація. За яких умов вона відбувається? Поясніть явища, які ви спостерігали.

2. Дослідження розпушувальної дії соди.

Для роботи нам потрібно: сода, лимонна кислота, розпушувач до тіста, хімічні склянки, палички з гумовими наконечниками, ваги, мірний циліндр.

1) Пригадайте, як готують розчини. Зробіть відповідні розрахунки та приготуйте розчини соди й лимонної кислоти масою по 20 г з масовою часткою розчиненої речовини 5%.

2) У хімічній склянці змішайте розчини соди й лимонної кислоти. Поясніть явище, яке ви спостерігаєте.

3) Поясніть, чому соду використовують у кулінарії як розпушувач до тіста.

4) Розгляньте зразок розпушувача до тіста. Прочитайте його склад і перевірте його дію. Сформулюйте гіпотезу, складіть план експерименту та спрогнозуйте результати.

5) Власноруч приготуйте сухий розпушувач із соди та лимонної кислоти. Складіть алгоритм його приготування і рекомендації для використання.

6) Зробіть рекламу отриманого вами продукту однокласникам/однокласницям. Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



1. Закінчіть речення:

- Хімічні явища можна відрізнити від фізичних за ...
- Хімічна реакція — це ...
- Умовний запис процесу перебігу хімічної реакції називають ...
- Усі хімічні реакції за кількістю реагентів і продуктів поділяють на чотири типи: ...
- Реагенти — це ...
- Продукти реакції — це ...

2. Дайте відповіді на запитання:

- Які зміни відбуваються під час фізичних явищ?



- Які зміни відбуваються під час хімічних явищ?
 - Як фізичні явища можуть супроводжувати хімічні?
 - Як визначити реагенти та продукти реакції в її схемі?
 - Що таке коефіцієнт?
 - Що таке хімічне рівняння?
 - Як дібрати коефіцієнти в рівнянні реакції?
3. Прочитайте українські прислів'я та поясніть, як ви їх розумієте. Про які фізичні й хімічні явища у них ідеться?

З дурнем каші не звариш.

Зі свічкою серед дня не знайдеш.

Робить, як мокре горить.

4. Використовуючи кольорові цукерки або різні види круп, складіть схеми реакцій:
- взаємодії соди з оцтом;
 - утворення іржі;
 - розкладу гідроген пероксиду.

Запишіть схеми реакцій і перетворіть їх на хімічні рівняння.

За потреби використайте додаткові джерела інформації.

5. Використовуючи додаткові джерела інформації, поясніть причини виникнення народних прикмет:

Якщо шпаки зволікають з відльотом, осінь буде сухою.

Якщо влітку на деревах рано жовтіє листя, то буде рання осінь.

Сонце або місяць червоного кольору — на сніг і похолодання.

Рясні зорі на небі — завтрашній день буде ясним і сонячним.

Обговоріть з однокласниками/однокласницями, якими прикметами ви користуєтеся в повсякденному житті.

6. Обговоріть з однокласниками/однокласницями, як ви розумієте вислів: «Наука в ліс не веде, а з лісу виводить».
7. Серед наведених укажіть реакції, у результаті яких
- 1) виділяється газ;
 - 2) утворюється нерозчинна речовина.
 - а) $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2 \uparrow$;
 - б) $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{KCl}$;
 - в) $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$;
 - г) $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow + \text{NaNO}_3$.

Перетворіть схеми хімічних реакцій на рівняння.

Робота в групах

Гра «Морський бій». Перейдіть за QR-кодом або за покликанням <https://cutt.ly/wejAoNsf> і видрукуйте основи для гри «Морський бій». Перед початком гри уважно ознайомтеся з її правилами.

Правила гри. Об'єднайтеся в групи. Роздрукуйте й розгляньте поле для



гри, на якому кожен об'єкт чи завдання має свої координати (цифру та букву). Завдання учасника/учасниці однієї групи оголосити координати для іншої групи та обрати учасника/учасницю, який/яка виконуватиме обране завдання. Якщо обраний/-а учасник/учасниця не може виконати завдання, то право його виконання має учасник/учасниця з групи, яка його вибрала.

Визначтеся з оцінюванням і ймовірними штрафами. Продумайте стратегію гри. У кінці гри підбийте підсумки.



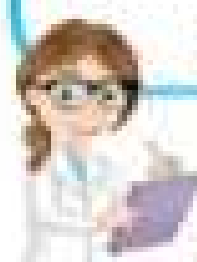
Усе, я втомилася. Зробімо перерву на смаколики. Зараз я поділюся з вами рецептом свого улюбленого десерту:

- 1 частина ягід свіжої ароматної малини;
- 2 частини вершкового морозива.

Думаю, десерту масою 600 г нам вистачить.



Гарна ідея! Тепер його треба приготувати. Скільки грамів кожного інгредієнта потрібно для приготування такої порції десерту? Обчисліть масову частку малини в десерті.



У мене є смачне морозиво в брикетах масою по 80 г. Скільки брикетів нам потрібно взяти для приготування десерту?



Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pbkqb5n5n24> та визначте вид явищ. Якщо буде потреба, використайте додаткові джерела інформації.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Зміна кольору, зміна агрегатного стану речовини — це хімічні явища, які супроводжують фізичні перетворення.
 - 2) Усі зміни, які відбуваються навколо нас, мають наукове пояснення.



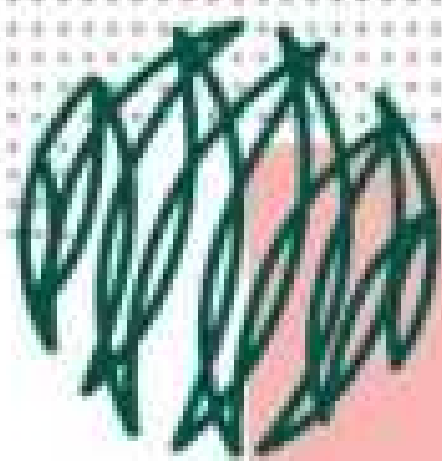
Дуже смачний був десерт! Сьогодні я зрозуміла, що всі явища, які відбуваються навколо нас, можна пояснити. І секрети кулінарії теж! Тепер мої пампушки будуть дуже смачними, бо я вже вмію місити ідеальне тісто. А ще, на майбутнє, я буду перевіряти всю інформацію з соцмереж: не всьому треба довіряти.

Сьогодні я виписала такі слова:

запах — smell;

хімічна реакція — chemical reaction.

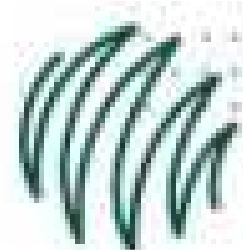
Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



ТЕМА 1.

ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ





§3. ПРИНЦИПИ СКЛАДАННЯ ФОРМУЛ І НАЗВ БІНАРНИХ СПОЛУК



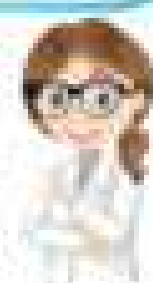
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- які сполуки називають бінарними;
- про принципи складання формул бінарних сполук;
- як складати назви бінарних сполук.

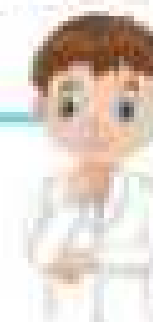


Ми повторили все, що вивчили раніше. Нумо працювати далі! Пропоную почати з питання, яке мене дуже турбує. Я вже написала так багато формул, навчилася перетворювати схеми реакції на рівняння, але досі не розумію, звідки ці формули брати. Чи, може, їх потрібно вивчити напам'ять? Ой лишенько, це ж скільки треба вчити!

Селено, ти, як завжди, перебільшуєш! Бачиш, що в хімії все взаємопов'язане та має якесь логічне пояснення. То, мабуть, і формули ми навчимося складати, і вчити напам'ять їх не будемо. А ще цікаво було б навчитися самостійно називати речовини, адже їх так багато, і правильна назва для кожної є вкрай важливою.

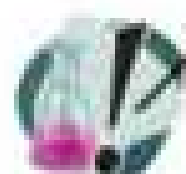


А ви помітили дивне слово в темі, яку ми вивчаємо? Які сполуки є бінарними? Що вам нагадує така назва? Знаю, що префікс бі- означає «два». Усі, мабуть, знаєте, що таке біцепс. Це двоголовий м'яз плеча. А ще велосипед англійською — bicycle (два колеса!). Може, число 2 має значення і для бінарних сполук? Два елементи! Може вони утворені двома хімічними елементами? То які ж у них будуть формули?



Як складати формули бінарних сполук?

Опрацьовуємо інформацію



Бінарні сполуки — це сполуки, утворені двома хімічними елементами.

На сьогодні відомо близько 10 тисяч бінарних сполук. Це сполуки елементів з Оксигеном, галогенами, Сульфуром, Нітрогеном, Фосфором, Карбоном, Силіцієм, Гідроґеном та інші.

Бінарні сполуки можуть мати молекулярну або немоллекулярну (йонну або атомну) будову.

Як утворюються такі сполуки?



Бінарні йонні сполуки. Їх формули та назви

Бінарні йонні сполуки складаються з йонів — заряджених частинок.



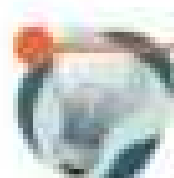
Пригадайте з уроків курсу «Пізнаємо природу» основні властивості заряду. Закінчіть речення.

- Існує два типи електричного заряду: ...
- Тіла, що мають заряди протилежних знаків, ...
- Електричний заряд не існує окремо ...

Атоми можуть перетворюватися у два види йонів:

Позитивний заряд $\oplus$ Позитивно заряджений йон — катіон

Негативний заряд $\ominus$ Негативно заряджений йон — аніон



Що таке атом? Чи є заряд в атома? Закінчіть речення.

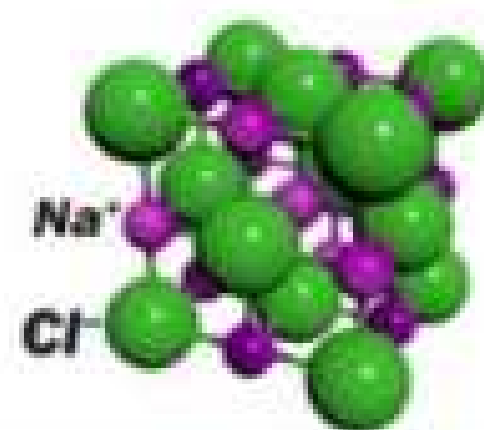
- Найменшою неподільною частиною речовини є ...
- Атом складається з ...
- Атом — електронейтральний, тобто ...

Оскільки атоми — електронейтральні, то утворення йонів, очевидно, пояснюють переміщенням заряджених частинок — електронів. Втрачаючи електрони, атом перетворюється на катіон. Таку здатність переважно мають атоми Гідрогену й металічних елементів. Отримуючи електрони, атом перетворюється в аніон. Таку здатність переважно мають атоми неметалічних елементів.

Причини цих процесів ви зрозумієте пізніше, коли детально вивчите будову атома. Величину та знак заряду записують угорі поруч із символом елемента (цифру 1 біля знака заряду не вказують).



Бінарні йонні сполуки є електронейтральними та мають складну будову. Формульні одиниці таких сполук показують тільки співвідношення різних йонів, а не їх кількість. Наприклад, відома нам формула кухонної солі NaCl вказує, що кількості йонів Натрію і Хлору — однакові (на мал. 3.1 показано фрагмент структури натрій хлориду).



Мал. 3.1. Фрагмент структури натрій хлориду



Робота в парі

Розгляньте табл. 3.1 із зарядами деяких йонів. Порівняйте цю таблицю із Періодичною таблицею. Які закономірності ви помітили? Що потрібно дописати в комірках першого стовпчика та першого рядка цієї таблиці?

Таблиця 3.1

Заряди деяких йонів

	H ⁺						H ⁺
	Li ⁺	Be ²⁺		C ⁴⁻	N ³⁻	O ²⁻	F ⁻
	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Si ⁴⁻	P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻
	K ⁺	Ca ²⁺					

Запишіть закономірності, які ви виявили. Спрогнозуйте заряди йонів Барію, Селену, Арсену та Брому.

Потрібно пам'ятати, що є атоми, які утворюють декілька йонів. Наприклад, атом Феруму утворює два йони Fe²⁺ і Fe³⁺, атом Купруму — два йони Cu⁺ і Cu²⁺ тощо.

Складаючи формулу для бінарної йонної сполуки, послідовно дотримуйтеся таких дій.

1. Запишіть символ і заряд катіона (першим) та аніона (другим).



2. Враховуючи, що сполука є електронейтральною, доберіть множники для зрівняння заряду катіонів й аніонів.

$x \cdot (3+) = y \cdot (2-)$

$2 \cdot (3+) = 3 \cdot (2-)$

$6+ = 6-$

3. Дібрані множники запишіть індексами біля символів відповідних елементів.



Можна скористатися *перехресним методом*.

1. Запишіть символ і заряд катіона (першим) та аніона (другим).



2. Запишіть величини зарядів йонів індексами навхрест.



3. Скоротіть індекси за потреби до найменшого співвідношення.



не скорочуємо



скорочуємо на 2

Отримані формули.



Робота в парі

1. Щоб назвати бінарні йонні сполуки, розгляньте табл. 3.2 із назвами йонів. Катіони називають за назвами хімічних елементів, а назви аніонів утворюють за допомогою суфікса -ид або -ід.

Таблиця 3.2

Назви йонів

Катіони	Назви	Аніони	Назви
H^+	йон Гідрогену	O^{2-}	оксид-йон
Li^+	йон Літію	Cl^-	хлорид-йон
Na^+	йон Натрію	F^-	флуорид-йон
K^+	йон Калію	Br^-	бромід-йон
Ca^{2+}	йон Кальцію	S^{2-}	сульфід-йон
Ba^{2+}	йон Барію	P^{3-}	фосфід-йон
Al^{3+}	йон Алюмінію	N^{3-}	нітрид-йон
Fe^{2+}	йон Феруму(II)	C^{4-}	карбід-йон
Fe^{3+}	йон Феруму(III)	Si^{4-}	силіцид-йон

Зверніть увагу, що для йонів, які мають змінні заряди, величину заряду обов'язково вказують у дужках. Назва бінарних йонних сполук складається з назви катіона, який стоїть у формулі на першому місці, і назви аніона.

2. Послідовно дотримуйтеся таких дій.

1. Запишіть за формулою послідовно назву йонів у називному відмінку.



2. Видаліть з утвореної назви слово «йон».

Йон Алюміній +
оксид-йон

Йон Ферум(III) +
хлорид-йон

3. Запишіть назву сполуки (назву катіона у сполуці пишуть з малої літери).

алюміній оксид

ферум(III) хлорид

Робота в парі

Складіть формули бінарних сполук з пар йонів і назвіть їх.

а) K^+ та S^{2-} ; б) Ca^{2+} та O^{2-} ; в) Na^+ та N^{3-} ; г) Al^{3+} та C^{4-} .

Молекулярні та атомні бінарні сполуки

Як ви вже зрозуміли, йонні сполуки утворюються за рахунок електростатичної взаємодії між протилежно зарядженими йонами. Природа утворення молекулярних та атомних бінарних сполук зовсім інша. Детальніше ви про це дізнаєтеся в наступних темах. Молекулярні й атомні бінарні сполуки утворюють атоми неметалічних елементів.

Досліджуємо

Робота в парі

1. Розгляньте моделі молекул. Скористайтесь мобільним додатком з доповненою реальністю Chem7 для відтворення молекул у 3D.



Як бачимо, різні атоми утворюють різну кількість зв'язків.

Валентність — це чисельна характеристика здатності атомів утворювати певну кількість зв'язків.

2. Порахуйте кількість зв'язків, які утворюють атоми в молекулах, і вкажіть валентності Оксигену, Гідрогену, Нітрогену, Сульфуру, Карбону в молекулярних бінарних сполуках.

3. Запишіть формули цих сполук, враховуючи кількості атомів.

Валентність позначають римськими цифрами над символом елемента. У табл 3.3 наведено значення валентностей деяких хімічних елементів.

Таблиця 3.3

Таблиця валентностей хімічних елементів

Валентність стала		Валентність змінна	
I	H, F	II, IV	Si, C
II	O	III, V	P, As
III	B	II, IV, VI	S
		III, IV	N
		I, III, V, VII	Cl, Br, I

Для запису формул молекулярних бінарних сполук послідовно дотримуйтеся таких дій, враховуючи послідовність запису двох неметалічних елементів, які утворюють бінарну сполуку:

C, P, N, H, S, I, Br, Cl, O, F.

1. Запишіть символи неметалічних елементів і вкажіть валентність.	2. Запишіть значення валентностей індексами найхрест.	3. Скоротіть індекси за потреби до найменшого співвідношення.	Отримані формули.
$\begin{matrix} \text{III} & \text{II} \\ \text{P} & \text{O} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{III} & \text{II} \\ \text{P} & \text{O} \end{matrix}$	P_2O_3	
P O	P_2O_3	не скорочуємо	P_2O_3
$\begin{matrix} \text{IV} & \text{II} \\ \text{C} & \text{O} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{IV} & \text{II} \\ \text{C} & \text{O} \end{matrix}$	C_2O_4	
C O	C_2O_4	скорочуємо на 2	CO_2

Назви молекулярних та атомних бінарних сполук утворюють так:

1) Якщо перший елемент має сталу валентність:

Назва першого елемента + корінь назви другого елемента + суфікс -ид або -ід

$\overset{\text{III}}{\text{B}} \overset{\text{II}}{\text{O}_2}$ — бор оксид;

$\overset{\text{I}}{\text{H}} \overset{\text{II}}{\text{S}}$ — гідроген сульфід.

2) Якщо перший елемент має змінну валентність:

Назва першого елемента (валентність) + корінь назви другого елемента + суфікс -ид або -ід

$\overset{\text{IV}}{\text{Si}} \overset{\text{II}}{\text{O}_2}$ — силіцій(IV) оксид;

$\overset{\text{III}}{\text{N}} \overset{\text{II}}{\text{O}_2}$ — нітроген(III) оксид.

А чи знаєте ви...

Деякі сполуки мають тривіальні (позасистемні) назви, які сформовані історично й пов'язані з методами одержання сполук, їх джерелами або певними властивостями. Наприклад:

NH_3 — амоніак;

FeS_2 — пірит;

PH_3 — фосфін;

NaCl — кухонна сіль;

CO_2 — вуглекислий газ;

SiO_2 — пісок/кварц.

Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:

- Бінарні сполуки — це ...
- Йон — це ...
- Молекулярні та атомні бінарні сполуки утворюють атоми ...
- Бінарні йонні сполуки складаються з ...

2. Дайте відповіді на запитання:

- Чому бінарні сполуки є електронейтральними?
- Що таке катіон?
- Що таке аніон?

3. Як атоми перетворюються на йони?

4. Складіть формули бінарних сполук із пар йонів і назвіть їх.

а) Na^+ та O^{2-} ; б) Al^{3+} та N^{3-} ; в) Cu^+ та Cl^- ; г) K^+ та P^{3-} .

5. Визначте заряди йонів у сполуках: NaBr , CaCl_2 , Mg_3N_2 , AlP , K_2S , LiF , MgS , CaH_2 .

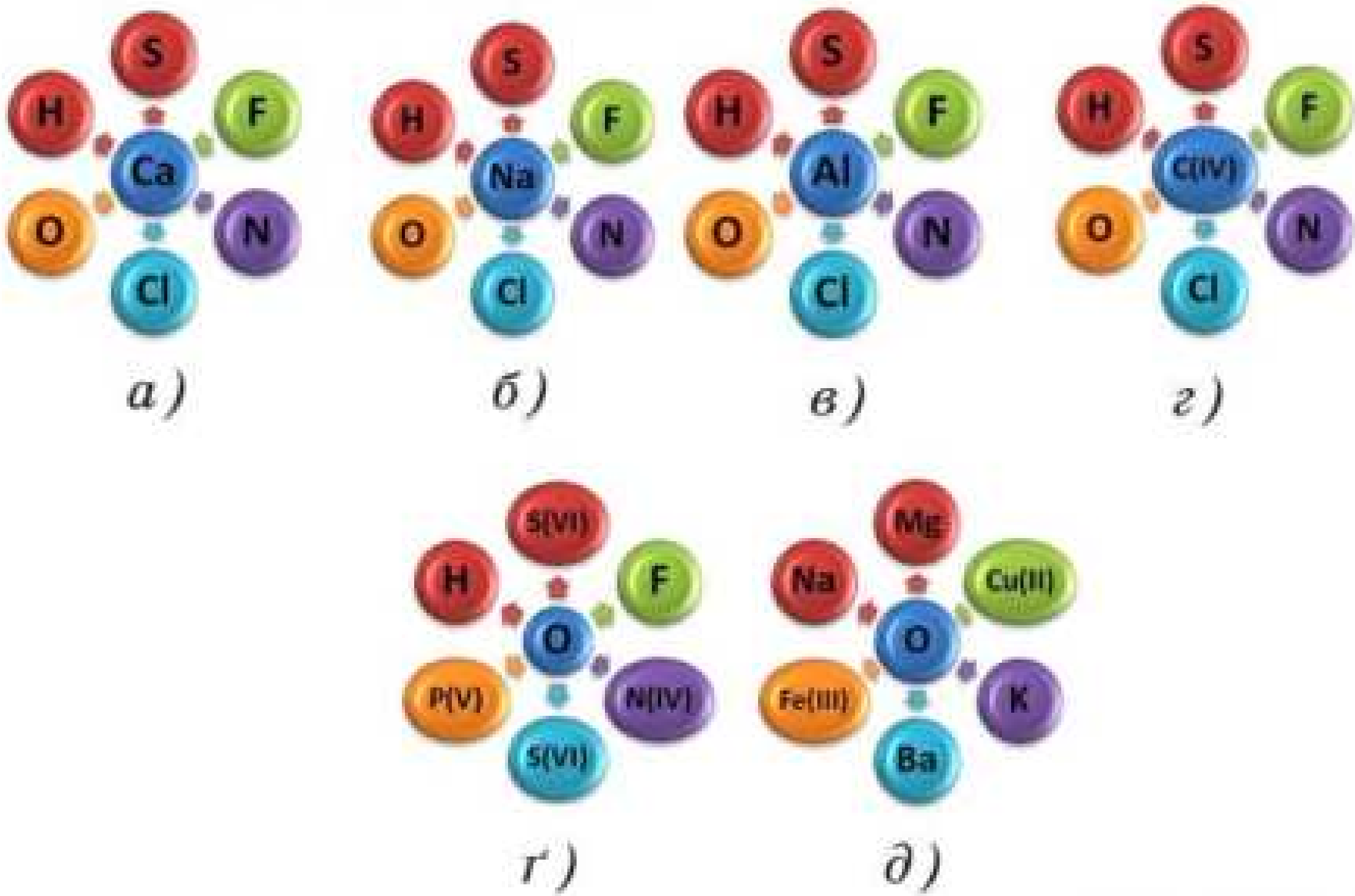
6. Селена складала формули молекулярних й атомних бінарних сполук, але не закінчила завдання. Допоможіть їй це зробити, використовуючи такі записи:

$\overset{\text{VI}}{\text{S}} \overset{\text{II}}{\text{O}}$, $\overset{\text{I}}{\text{C}} \overset{\text{IV}}{\text{S}}$, $\overset{\text{III}}{\text{P}} \overset{\text{IV}}{\text{N}}$, $\overset{\text{IV}}{\text{N}} \overset{\text{IV}}{\text{O}}$

7. Складіть формули та назвіть сполуки, утворені такими катіонами й аніонами:

катіон	аніон	катіон	аніон	катіон	аніон
Літій	хлорид	Кальцій	силіцид	Купрум(I)	фосфід
Натрій	сульфід	Алюміній	бромід	Ферум(III)	хлорид
Магній	карбід	Ферум(II)	хлорид	Калій	флуорид

8. Складіть формули бінарних сполук, використовуючи схеми. Підкресліть йонні сполуки.



9. Галіт — один із найпоширеніших мінералів у світі. Це бінарна йонна сполука, утворена елементами 3-го періоду 1 і 17 групи.



1) Заповніть таблицю.

Символи елементів	Порядкові номери	Йони	Формула	Назва сполуки

- 2) Наведіть приклади використання цього мінералу в повсякденному житті.
- 3) Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію, у яких галузях застосовують цей мінерал.
- 4) Складіть прислів'я з поданих слів та обговоріть їхній зміст з однокласниками/однокласницями:

долі Нема солі без.
доїсть не досолить Не.
сіть Добре хліб живуть жують



Робота в групах

Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про мінерали, які є бінарними сполуками та обговоріть її з однокласниками/однокурсницями у класі.



Перевірте себе

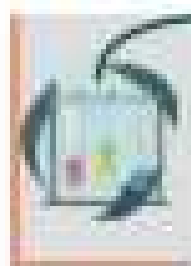
1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pmse2uz8n23> і виконайте вправу.
2. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=p62th807223> і виконайте вправу.



Нарешті я навчилася писати формули! І мої друзі Марко й Таміла мали рацію. Виявляється, це зовсім не складно. Особливо мене тішить те, що їх не потрібно вчити напам'ять. Якщо знаєш правила, завжди можна швиденько скласти потрібну формулу. Сьогодні я виписала такі слова:

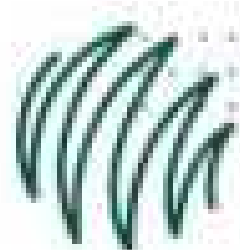
ion — йон

binary compound — бінарна сполука



Використовуючи додаткові джерела, підготуйте мініпроект «Йони в нашому організмі». Презентуйте результати свого дослідження в класі.





§4. ВІДНОСНІ АТОМНА Й МОЛЕКУЛЯРНА МАСИ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке відносна атомна маса;
- що таке відносна молекулярна маса;
- як розраховувати відносну молекулярну (формульну) масу речовин.



І знову головоломка! Коли ми вивчали Періодичну таблицю, побачила, що в кожній її клітинці містяться числа. Одне з них — ціле. Я вже добре знаю, що це порядковий номер елемента. А от інше — дробове. Його називають відносною атомною масою. Отже, це маса атома. Але атоми — дуже маленькі частинки, а маси в Періодичній таблиці дорівнюють 32, 137 і навіть 238 міліграмів, грамів чи кілограмів? У яких одиницях вимірюють відносну атомну масу? І чого вона відносна? Атом кудись треба віднести?

Не треба його нікуди нести, Селено. Ти правильно міркуєш, атоми дійсно дуже маленькі, а отже, і їхня маса дуже маленька. Для зручності її, мабуть, із чимось порівнюють. З якимось еталоном...



Що є еталоном для порівняння маси атомів хімічних елементів?



Опрацьовуємо інформацію



Розміри й маса атомів



Що таке атом? З чого складається атом? Які заряди мають складові атома? Які моделі атома ви знаєте?



Робота в парі

Складіть речення зі слів, написаних нижче, переставивши в них літери місцями:

ОМАТ — АМЕНШНАЙ НОМІХІЧ НАЛЬДІНЕПО КОЛЕТРЕРАЛЬІТ-НАНЕ ЧИНКАСТА.

Розгадайте ребуси.

Д



”””

Я,



”””К

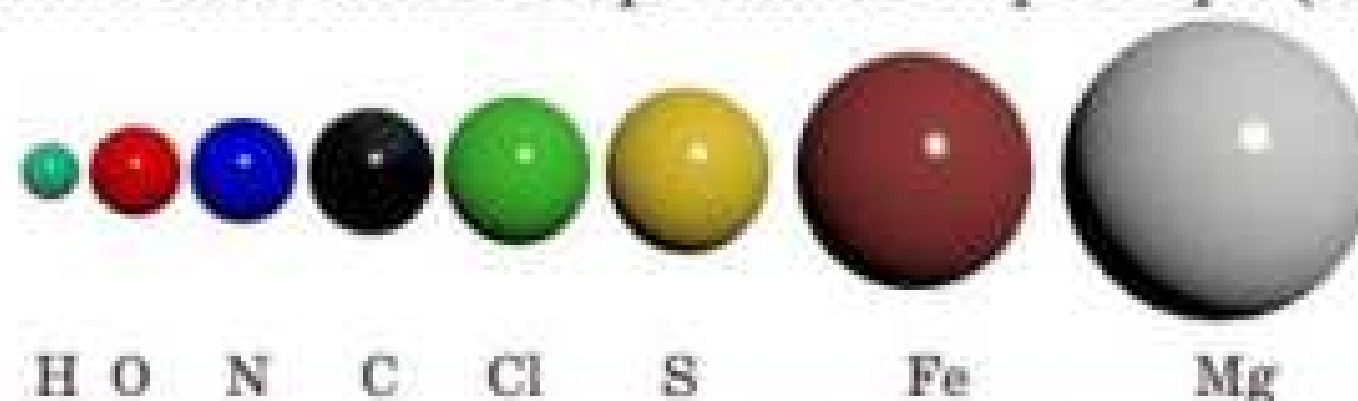


4 - Н



Атоми — це частинки, які мають мікроскопічні розміри. Атоми різних хімічних елементів розрізняються за розмірами, масою та будовою.

Розгляньте кульові моделі у багатократному збільшенні атомів деяких хімічних елементів і порівняйте їх розміри (мал. 4.1).



Мал. 4.1. Порівняння розмірів атомів різних елементів

Масу атома важко виражати у звичних одиницях — грамах або кілограмах:

- маса найлегшого атома — атома Гідрогену
 $0,000000000000000000000000167375 \text{ г}$ (або $1,67375 \cdot 10^{-24} \text{ г}$),
- маса атома Карбону $1,99268 \cdot 10^{-23} \text{ г}$,
- маса атома Оксигену $2,65681 \cdot 10^{-23} \text{ г}$.

Виконувати розрахунки з такими числами дуже незручно. Набагато зручніше порівнювати масу даного атома з якоюсь іншою дуже малою масою, прийнятою за одиницю.

Для вимірювання атомних мас була введена атомна одиниця маси (1 а.о.м.), також використовують 1 Да (Дальтон) або u (від англ. — unified atomic mass unit — універсальна атомна одиниця маси).

Атомна одиниця маси — це 1/12 маси атома Карбону-12 (маса атома Карбону дорівнює 12 а.о.м.) (мал. 4.2).

Величина атомної одиниці маси у грамах:

$$m_{\text{а.о.м.}} = 1,99268 \cdot 10^{-23} \text{ г} : 12 = 1,66057 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Науковці тривалий час не знали, яка маса одного атома хімічного елемента (у г або кг). Спочатку були спроби визначити, у скільки разів атоми одних хімічних елементів важчі, ніж атоми інших елементів. Учені намагалися зіставити маси атомів різних елементів.

Виявилося, що найлегший — атом Гідрогену, тому тривалий час його маса була прийнята за одиницю вимірювання (еталон). Маси інших атомів порівнювали з масою атома Гідрогену. Пізніше маси атомів порівнювали з 1/16 маси атома Оксигену, а з 1961 р. — з 1/12 маси атома Карбону-12.



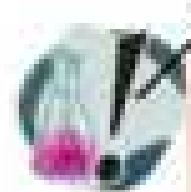
Мал. 4.2. Схематичне зображення 1/12 частини атома Карбону-12

Маси атомів елементів в а.о.м. можна обчислити так:
 $m_a(\text{H}) = 1,67375 \cdot 10^{-24} \text{ г} : 1,66057 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 1,0079 \text{ а.о.м.}$
 $m_a(\text{O}) = 2,65681 \cdot 10^{-23} \text{ г} : 1,66057 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 15,999 \text{ а.о.м.}$

Очевидно, що маси атомів також дуже малі. Ми виконали пошукову роботу й зрозуміли, як науковці намагались виміряти масу атома колись, і які відкриття вони зробили. А їхні портрети нам допоміг згенерувати штучний інтелект. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://cutt.ly/iejArmqz> та ознайомтеся з результатами нашого дослідження.



Відносна атомна маса



Відносна атомна маса — це відношення маси атома хімічного елемента до $1/12$ маси атома Карбону-12.

$$A_r(\text{E}) = \frac{m_a(\text{E})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{m_a(\text{E})}{1 \text{ а.о.м.}}$$

де $A_r(\text{E})$ — відносна атомна маса елемента;
 $m_a(\text{E})$ — маса атома елемента, г;
 $m_a(\text{C})$ — маса атома Карбону-12, г.

Відносну атомну масу позначають символом A_r (A — перша буква англійського слова *atomic* — атомна, r — перша буква англійського слова *relative* — «відносний»).

Відносна атомна маса показує, у скільки разів маса даного атома більша, ніж $1/12$ маси атома Карбону-12.

Наприклад,

- $A_r(\text{H}) = 1$, тобто один атом Гідрогену має таку ж масу, як $1/12$ маси атома Карбону-12.
- $A_r(\text{S}) = 32$, атом Сульфуру в 32 рази важчий, ніж $1/12$ атома Карбону-12.

Відносна атомна маса — величина безрозмірна. Значення відносної атомної маси кожного елемента наведено в Періодичній таблиці хімічних елементів.



Значення відносних атомних мас елементів зазвичай заокруглюють до цілих чисел.

Значення відносної атомної маси Хлору прийнято округлювати до десятих: $A_r(\text{Cl}) = 35,5$.

Атоми різних хімічних елементів відрізняються за масами не більше, ніж у 300 разів, тому відносні атомні маси — порівняно невеликі числа. Маса атома найважчого елемента, який існує на Землі, Урану U — майже в 238 разів більша, ніж маса атома Гідрогену.



Відносна молекулярна маса



Відносна молекулярна маса речовини — відношення маси молекули до $1/12$ маси атома Карбону-12 (1 а.о.м., 1 Да):

$$M_r(\text{реч.}) = \frac{m_m(\text{реч.})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{m_m(\text{реч.})}{1 \text{ а.о.м.}}$$

де $M_r(\text{реч.})$ — відносна молекулярна маса речовини;
 $m_m(\text{реч.})$ — маса молекули речовини, г;
 $m_a(\text{C})$ — маса атома Карбону, г.

Відносна молекулярна маса показує, у скільки разів маса молекули речовини більша від $1/12$ маси атома Карбону.

Відносна молекулярна маса — безрозмірна величина. Позначають M_r .

Відносна молекулярна маса речовини дорівнює сумі відносних атомних мас хімічних елементів, що входять до її складу, із урахуванням кількості атомів кожного елемента. У загальному вигляді формула для обчислення відносної молекулярної маси речовини складу C_xD_y :

$$M_r(C_xD_y) = A_r(C) \cdot x + A_r(D) \cdot y.$$

Наприклад,

$$M_r(P_2O_5) = A_r(P) \cdot 2 + A_r(O) \cdot 5 = 31 \cdot 2 + 16 \cdot 5 = 142.$$

Поняття «відносна молекулярна маса» коректно використовувати для сполук молекулярної будови.



Що таке формульна одиниця?

Відносна формульна маса — відносна маса формульної одиниці речовини.

Обчислення проводять аналогічно до обчислень відносної молекулярної маси:

$$M_r(KNO_3) = A_r(K) + A_r(N) + A_r(O) \cdot 3 = 39 + 14 + 16 \cdot 3 = 101.$$

Відносні формульні маси простих речовин немолекулярної будови (а також сірки та фосфору) чисельно дорівнюють їх відносним атомним масам:



$$M_r(\text{Fe}) = A_r(\text{Fe}) = 56; \quad M_r(\text{S}) = A_r(\text{S}) = 32.$$



Приклади розв'язування задач

Приклад 1. Обчисліть відносну молекулярну масу сульфур(IV) оксиду SO_2 .

Відомо:	Розв'язання:
SO_2	1. Користуючись Періодичною таблицею, виписуємо відносні атомні маси елементів, із яких складається речовина:
$M_r(\text{SO}_2) = ?$	$A_r(\text{S}) = 32; A_r(\text{O}) = 16.$
	2. Складаємо формулу для обчислення відносної молекулярної маси, розглядаючи M_r як суму добутків A_r елементів на число атомів кожного з них:
	$M_r(\text{SO}_2) = A_r(\text{S}) \cdot 1 + A_r(\text{O}) \cdot 2$
	3. Обчислюємо M_r речовини за складеною формулою:
	$M_r(\text{SO}_2) = 32 \cdot 1 + 16 \cdot 2 = 64$
	Відповідь: відносна молекулярна маса сульфур(IV) оксиду SO_2 дорівнює 64 ($M_r(\text{SO}_2) = 64$).

Приклад 2. Обчисліть відносну формульну масу барій ортофосфату $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$.

Відомо:	Розв'язання:
$\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$	1. Користуючись Періодичною таблицею, виписуємо відносні атомні маси елементів, із яких складається речовина:
$M_r(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) = ?$	$A_r(\text{Ba}) = 137; A_r(\text{P}) = 31; A_r(\text{O}) = 16.$
	2. Складаємо формулу для обчислення відносної формульної маси:
	$M_r(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) = A_r(\text{Ba}) \cdot 3 + (A_r(\text{P}) + A_r(\text{O}) \cdot 4) \cdot 2$
	3. Обчислюємо M_r речовини за складеною формулою:
	$M_r(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) = 137 \cdot 3 + (31 + 16 \cdot 4) \cdot 2 = 601$
	Відповідь: відносна формульна маса барій ортофосфату $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ дорівнює 601 ($M_r(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) = 601$).

Приклад 3. Обчисліть відносну формульну масу мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Відомо:	Розв'язання:
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Формульна одиниця мідного купоросу — $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Крапка в записі формули означає те, що на кожну формульну одиницю купрум(II) сульфату CuSO_4 припадає п'ять молекул води
$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = ?$	

H_2O . Загальна відносна формульна маса мідного купоросу складається з відносної формульної маси купрум(II) сульфату CuSO_4 і п'яти відносних молекулярних мас води H_2O :

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M_r(\text{CuSO}_4) + M_r(\text{H}_2\text{O}) \cdot 5$$

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 64 + 32 + 16 \cdot 4 + (1 \cdot 2 + 16) \cdot 5$$

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250.$$

Відповідь: відносна формульна маса мідного купоросу становить 250.

Приклад 4. Обчисліть масові співвідношення хімічних елементів у сірчастому газі SO_2 .

Відомо:	Розв'язання:
SO_2	1. Для молекули SO_2 записуємо значення відносних атомних мас елементів S та O:
$m(\text{S}) : m(\text{O}) = ?$	$A_r(\text{S}) = 32; A_r(\text{O}) = 16.$
	2. Обчислюємо співвідношення мас елементів:
	$m(\text{S}) : m(\text{O}) = 32 : (16 \cdot 2) = 32 : 32 = 1 : 1.$
	Відповідь: $m(\text{S}) : m(\text{O}) = 1 : 1.$

Приклад 5. Обчисліть масу (кг) атома Феруму.

Відомо:	Розв'язання:
Fe	1. Записуємо формулу для обчислення відносної атомної маси елемента:
$m_a(\text{Fe}) = ?$	$A_r(\text{E}) = \frac{m_a(\text{E})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{m_a(\text{E})}{1 \text{ а.о.м.}}$
	2. З формули для обчислення відносної атомної маси визначаємо масу атома елемента:
	$A_r(\text{E}) = \frac{m_a(\text{E})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{m_a(\text{E})}{1 \text{ а.о.м.}} \quad m_a(\text{E}) = A_r(\text{E}) \cdot 1 \text{ а.о.м.}$
	3. Користуючись Періодичною таблицею, виписуємо відносну атомну масу Феруму: $A_r(\text{Fe}) = 56$
	4. Обчислюємо масу атома Феруму:
	$m_a(\text{Fe}) = A_r(\text{Fe}) \cdot 1 \text{ а.о.м} = 56 \cdot 1,662 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 93,072 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 9,3072 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$
	Відповідь: маса атома Феруму становить $9,3072 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ ($m_a(\text{Fe}) = 9,3072 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$).

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/eeXsoBWG> або за QR-кодом та перегляньте інші приклади розв'язування задач.





Робота в групах

Яку інформацію приховує хімічна формула?

Хімічна формула містить важливу інформацію про речовину. Наприклад, формула CO_2 містить таку інформацію:

1. Конкретна речовина — вуглекислий газ.
2. Якісний склад — складається з двох елементів: Карбону та Оксигену.
3. Тип речовини — складна речовина.
4. Кількісний склад — молекула містить 1 атом Карбону і 2 атоми Оксигену.
5. Відносна молекулярна маса — $M_r(\text{CO}_2) = 12 + 16 \cdot 2 = 44$.
6. Відношення мас елементів у цій речовині $m(\text{C}) : m(\text{O}) = 12 : 32 = 3 : 8$ або $1 : 2,67$.

Дослідіть, яку інформацію можна одержати із хімічної формули на прикладі речовин: гідроген пероксиду H_2O_2 , нітритної кислоти HNO_2 , кальцій хлориду CaCl_2 .



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:
 - Відносна атомна маса елемента — ...
 - Відносна молекулярна (формульна) маса речовини — ...
 - Запис $m_r(\text{O}) = 16$ а.о.м. означає...
 - Запис $A_r(\text{H}) = 1,008 \approx 1$ означає...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Як обчислити відносну атомну масу елемента?
 - Як обчислити масу атома елемента?
 - Як обчислити відносну молекулярну (формульну) масу речовини?
 - Як обчислити масу молекули (формульної одиниці) речовини?
3. Поміркуйте, для чого потрібно знати масу атомів хімічних елементів, масу молекул (формульних одиниць) речовин, відносну атомну масу хімічних елементів, відносну молекулярну (формульну) масу речовин.
4. Використовуючи Періодичну таблицю хімічних елементів,
 - а) відшукайте значення відносної атомної маси елементів з порядковими номерами 8, 11, 15, 24, 32, 44. Запишіть символи та назви цих елементів.
 - б) запишіть назви хімічних елементів, символи яких: Si, K, N, Al, Mn. Для кожного елемента вкажіть значення відносної атомної маси.

5. Відшукайте в Періодичній таблиці:
- а) елемент, відносна атомна маса якого дорівнює порядковому номеру Кобальту;
 - б) елемент, відносна атомна маса якого дорівнює відносній молекулярній масі кисню O_2 ;
 - в) елемент, відносна атомна маса якого дорівнює відносній молекулярній масі чадного газу CO .
6. Завершіть обчислення відносної молекулярної маси глюкози:
 $M_r(C_6H_{12}O_6) = A_r(C) \cdot 6 + A_r(H) \cdot 12 + A_r(O) \cdot 6 = \dots$
7. Обчисліть відносні молекулярні маси речовин, хімічні формули яких: C_6H_{12} , SO_3 , NO_2 , HCl , SF_6 , H_2SO_4 .
8. Обчисліть відносні молекулярні (формульні) маси простих речовин: водню, кисню, міді, графіту (вуглецю). Пригадайте, які з них складаються з двоатомних молекул, а які мають атомну будову.
9. Елементи 16 групи Періодичної системи O , S , Se утворюють гідрогеновмісні сполуки типу H_2E (де E — O , S або Se). Розмістіть формули цих речовин за зменшенням їхньої відносної молекулярної маси. Чи потрібно обчислювати відносні молекулярні маси цих сполук для того, щоб виконати це завдання?
10. Яке твердження є правильним для речовин CO_2 і C_2H_4O ?
1) $M_r(CO_2) < M_r(C_2H_4O)$; 2) $M_r(CO_2) > M_r(C_2H_4O)$;
3) $M_r(CO_2) = M_r(C_2H_4O)$.
11. Обчисліть масу (г, кг) молекули амоніаку, метану.
- 12*. Цукроза (сахароза) — це звичайний цукор, який використовують у харчовій промисловості. Він став ключовим продуктом торгівлі в колоніальні часи, коли цукрові плантації в Карибському басейні мали величезне значення для економіки. Цукор не лише додає солодкого смаку улюбленим стравам, але і є консервантом для варення та джемів. Відомо, що відносна молекулярна маса цукрози дорівнює 342. Ця сполука складається з трьох хімічних елементів: Карбону, Гідрогену та Оксигену. Також відомо, що молекула цукрози містить 12 атомів Карбону та 22 атоми Гідрогену. Визначте, скільки атомів Оксигену міститься в молекулі цукрози.
- 13*. Вітамін С необхідний для підтримки здоров'я імунної системи. Його дефіцит викликає цингу, яка була великою проблемою для мореплавців до XVIII століття. Під час великих морських експедицій, як-от подорожі Джеймса Кука, виявилось, що включення в раціон квашеної капусти, багатой на вітамін

C, допомогло запобігти цій хворобі й дозволило здійснювати тривалі подорожі. Відомо, що відносна молекулярна маса вітаміну C становить 176. Ця сполука складається з трьох хімічних елементів: Карбону, Гідрогену та Оксигену. Також відомо, що в її молекулі міститься 8 атомів Гідрогену та 6 атомів Оксигену. Визначте, скільки атомів Карбону міститься в молекулі вітаміну C.



Перевірте себе

1. Заповніть пропущені в таблиці місця:

Назва елемента	Барій			Станум		
Символ елемента		P			As	
Відносна атомна маса			40			27

2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:

- 1) M_r дорівнює сумі відносних атомних мас елементів із урахуванням їх кількості.
- 2) M_r показує, у скільки разів маса молекули (формульної одиниці) речовини більша, ніж $1/12$ маси атома Карбону-12.
- 3) Величина M_r завжди менша за 1.
- 4) M_r має розмірність — кг.
- 5) M_r дорівнює сумі порядкових номерів елементів.



Ось тобі й на! Історія розвитку атомно-молекулярного вчення майже детективна. Так довго науковці шукали отой еталон маси. Добре, що нарешті його знайшли. Тепер легко можна визначити відносну атомну масу будь-якого елемента, а, знаючи хімічну формулу, і розрахувати відносну молекулярну масу речовини. Тільки складно буде ці всі відносні атомні маси вивчити напам'ять. Їх так багато...

Їх не треба вчити, Селено. Ти завжди можеш скористатися Періодичною таблицею, у якій є ця інформація.



Дуже добре! Іду підберу собі найкращу Періодичну таблицю, бо вона тепер мені потрібна буде на кожному уроці. Сьогодні я виписала нові фрази:

relative atomic mass — відносна атомна маса;

relative molecular mass — відносна молекулярна маса.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§5. МАСОВА ЧАСТКА ХІМІЧНОГО ЕЛЕМЕНТА В РЕЧОВИНІ

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке масова частка елемента в речовині;
- як розраховувати масову частку елементів у речовині;
- як розраховувати масу окремого елемента в речовині.



А чи знаєте ви, що я маю багато кімнатних рослин. Дуже люблю між ними гуляти. Так затишно себе почуваю... Але нещодавно побачила, що мої вазони захворіли. Листя жовкне й опадає. Що сталося? Я пошукала причину в інтернеті й прочитала, що рослини треба підгодовувати особливими речовинами. Це правда? Потрібно перевірити цю інформацію.



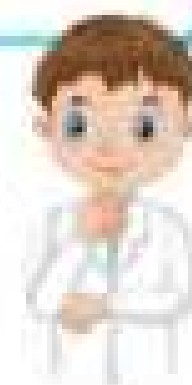
Так, Селено. Для того, щоб кімнатні рослини активно росли й розвивалися, тривалий час тішили нас рясним цвітінням чи буйством гарної соковитої зелені, за ними потрібен догляд: правильне розташування, своєчасний полив і підживлення. Речовини для підживлення називають добривами.



А де їх узяти? Відерко добрив мені вистачить?



Пам'ятай, Селено, що для кожної рослини потрібно підібрати оптимальне добриво. Фахівці радять урахувати так звану формулу NPK, яка показує вміст Нітрогену (N), Фосфору (P) і Калію (K) у добриві.



Як обчислювати вміст Нітрогену, Фосфору й Калію в добривах?



Опрацьовуємо інформацію



Масова частка елемента в речовині



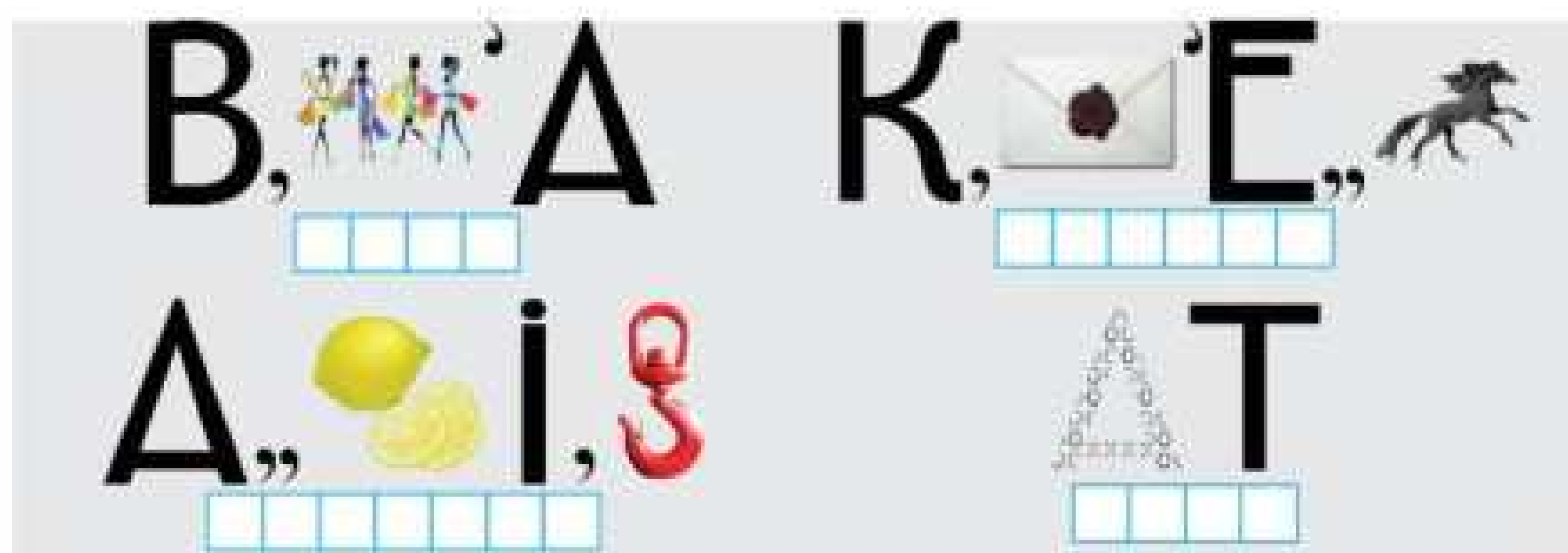
Що таке прості та складні речовини? Яку інформацію містить хімічна формула?



Робота в парі

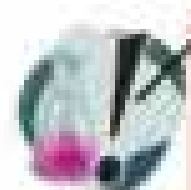
Розгадайте ребуси та виберіть назви складних речовин.





Ви вже знаєте, що хімічні формули містять інформацію про якісний і кількісний склад речовин.

Хімічні формули можна використовувати для обчислення масових часток елементів у речовинах.



Масова частка елемента — відношення маси елемента, який міститься в даній масі речовини, до маси речовини:

$$w(E) = \frac{m_{\text{елемента}}}{m_{\text{речовини}}},$$

де $w(E)$ — масова частка елемента;

$m_{\text{елемента}}$ — маса елемента в даній масі речовини;

$m_{\text{речовини}}$ — маса речовини.

Масова частка елемента $w(E)$ показує, яку частину становить маса даного елемента від усієї маси речовини.

Формула для обчислення масової частки елемента у відсотках:

$$w(E) = \frac{m_{\text{елемента}}}{m_{\text{речовини}}} \cdot 100\%.$$

Якщо масу елемента в даній речовині та масу речовини виразити через відносні атомну та молекулярну (формульну) маси, одержимо формулу:

$$w(E) = \frac{n \cdot A_r(E)}{M_r(\text{речовини})},$$

де $w(E)$ — масова частка елемента в речовині;

n — кількість атомів даного елемента в молекулі або формульній одиниці речовини;

$A_r(E)$ — відносна атомна маса елемента;

$M_r(\text{речовини})$ — відносна молекулярна (формульна) маса речовини.

Масову частку елемента в речовині виражають у частках (долях) від одиниці (0,1; 0,25) або у відсотках (10%, 25%).

Формула для обчислення масової частки елемента в речовині у відсотках:

$$w(E) = \frac{n \cdot Ar(E)}{M_r(\text{речовини})} \cdot 100\%.$$

Сума всіх значень масових часток елементів у речовині повинна складати 100% (якщо масові частки виражені у відсотках) або 1 (якщо вони виражені в частках від одиниці).

100% = Масова частка елемента 1 + Масова частка елемента 2		
Речовина	Елемент 1	Елемент 2
Cl ₂ O	Cl	O
100%	Масова частка елемента X	Масова частка елемента Y
100%	81,6%	18,4%

1 = Масова частка елемента 1 + Масова частка елемента 2 + + Масова частка елемента 3			
Речовина	Елемент 1	Елемент 2	Елемент 3
CaCO ₃	Ca	C	O
1	Масова частка елемента X	Масова частка елемента Y	Масова частка елемента Z
1	0,4	0,12	0,48

 Робота в парі

У якому рядку таблиці допущено помилку?

Речовина	Масова частка елемента X	Масова частка елемента Y
100%	87%	13%
1	0,7	0,25
100%	75%	25%

 Розрахунок маси речовини, маси елементів і відносної молекулярної (формульної) маси за масовими частками елементів

За відомими масою речовини та масовою часткою елемента можна обчислити масу цього елемента в речовині:

$$m_{\text{елемента}} = w(E) \cdot m_{\text{речовини}} \quad \text{або} \quad m_{\text{елемента}} = \frac{w(E) \cdot m_{\text{речовини}}}{100\%}$$

За формулою для масової частки елемента в речовині можна здійснювати розрахунки маси речовини, якщо відома маса якогось елемента у складі цієї речовини.

$$m_{\text{речовини}} = \frac{m_{\text{елемента}}}{w(E)} \quad \text{або} \quad m_{\text{речовини}} = \frac{m_{\text{елемента}}}{w(E)} \cdot 100\%$$

За відомими відотною молекулярною (формульною) масою речовини та масовою часткою елемента можна обчислити масу цього

го елемента в речовині:

$$m_{\text{елемента}} = w(E) \cdot M_r(\text{речовини}) \quad \text{або} \quad m_{\text{елемента}} = \frac{w(E) \cdot M_r(\text{речовини})}{100\%}$$

За відомою масовою часткою елемента в речовині можна обчислити відносну молекулярну (формульну) масу речовини:

$$M_r(\text{речовини}) = \frac{n \cdot A_r(E)}{w(E)} \quad \text{або} \quad M_r(\text{речовини}) = \frac{n \cdot A_r(E)}{w(E)} \cdot 100\%$$

Досліджуємо



Робота в групах

- Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся, що є предметом дослідження агрохімії.
 - Складіть таблицю «Мінеральні добрива».
- | Назва | Хімічна формула | Використання |
|-------|-----------------|--------------|
| | | |
- Обчисліть масову частку Нітрогену, Фосфору або Калію у трьох добривах (на вибір групи).
 - Підготуйте повідомлення про виробництво мінеральних добрив в Україні.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

- Закінчіть речення:
 - Масову частку елемента в речовині використовують для ...
 - Масова частка елемента в речовині – це ...
 - Масові частки елементів у речовині виражають у ...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Як обчислити масову частку елемента в речовині?
 - Як обчислити масу елемента за відомою масовою часткою?
 - Як обчислити масу речовини за відомою масою елемента та його масовою часткою?
 - Як обчислити відносну молекулярну (формульну) масу речовини за відомою масовою часткою елемента в речовині?
- Поміркуйте, для чого потрібно знати масову частку елементів у речовині. Наведіть приклади з вашого повсякденного життя, коли ці знання вам знадобилися.
- Заповніть таблицю:

Формула	$A_r(E_1)$	$A_r(E_2)$	M_r	$w(E_1)$	$w(E_2)$
H_2S					
MgO					
$ZnCl_2$					

Формула	$A_r(E_1)$	$A_r(E_2)$	$A_r(E_3)$	M_r	$w(E_1)$	$w(E_2)$	$w(E_3)$
Na_3PO_4							
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$							

5. Упорядкуйте формули речовин за збільшенням у них масової частки Оксигену: SO_3 , CrO_3 , WO_3 , TeO_3 , XeO_3 . Спробуйте спочатку визначити це усно, а потім підтвердьте свою відповідь розрахунками.
6. Установіть відповідність між речовиною та масовою часткою Мангану в ній:
- | | |
|-----------------------------|--------|
| 1) MnO_2 | А 27,9 |
| 2) Mn_2O_7 | Б 50,0 |
| 3) K_2MnO_4 | В 49,5 |
| 4) KMnO_4 | Г 63,2 |
| | Д 34,8 |
7. Нітроген — один з основних біогенних елементів, який входить до складу білкових речовин і багатьох інших природних життєво важливих для рослин органічних сполук. У сільському господарстві як джерело Нітрогену для рослин застосовують селітри. Найбільш розповсюдженим нітратним (мінеральним) добривом є амонійна селітра. Обчисліть масову частку Нітрогену в мінеральних добривах:
- а) натрієва селітра NaNO_3
 б) кальцієва селітра $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 в) калієва селітра KNO_3
 г) амонійна селітра NH_4NO_3
- Яке з цих добрив є найбільш ефективним?

- 8*. Золота пектораль — нагрудна прикраса скіфського правителя IV століття до н.е. Пектораль було виявлено під час археологічних досліджень центрального поховання в кургані скіфського періоду Товста Могила.



Маса прикраси — 1148 г, діаметр — 30,6 см, зроблена із золота 958 проби. У 2003 році Національний банк України викарбував золоту монету «Пектораль» із серії «Духовні скарби України». Загальна маса монети 34,56 г. Виготовлена із металу 900 проби. Використовуючи додаткові джерела, обчисліть масу чистого золота в Золотій пекторалі та в одній монеті. Яка кількість золотих монет відповідає вмісту чистого золота в Пекторалі?



Серед усіх кімнатних рослин я найбільше люблю орхідеї. Хочу, щоб вони були здоровими й красивими. Тепер знаю, що їх потрібно підживлювати. Я прочитала багато інформації й трохи розгубилася... Добрив є дуже багато. Потрібно все систематизувати. Для початку обчислюю масові частки елементів у добривах і заповню таблицю. Але Марко, подивившись на мої результати, зробив висновок, що я помилилася. Як таке може бути? Він навіть не бачив моїх розрахунків! Я ще не закінчила обчислення! Допоможіть знайти помилки та поясніть, звідки Марко дізнався, що вони є в моїх розрахунках.

Формула	$w(E_1)$	$w(E_2)$	$w(E_3)$
KNO_3	29%	14%	48%
NH_4NO_3	49%		56%
$Ca_3(PO_4)_2$			102%



Перевірте себе

1. У кожній трійці оберіть правильно записану формулу:

1) $m_{\text{елемента}} = \frac{w(E)}{m_{\text{речовини}}} \cdot 100\%$

2) $w = \frac{m_{\text{елемента}}}{m_{\text{речовини}}} \cdot 100\%$

3) $m_{\text{речовини}} = m_{\text{елемента}} - w(E)$

1) $w(E) = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{елемента}}} \cdot 100\%$

2) $m_{\text{елемента}} = w(E) \cdot m_{\text{речовини}}$

3) $m_{\text{елемента}} = \frac{w(E)}{m_{\text{речовини}}}$

2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:

- 1) Сума масових часток елементів у речовині може бути менша або більша за 1 (100%).
- 2) Масова частка елемента в речовині — це відношення маси речовини до маси елемента.



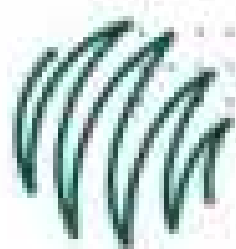
І хто б міг подумати, що для догляду за кімнатними рослинами також знадобляться вміння, здобуті на уроках хімії! Добре, що я вже навчилася обчислювати масову частку елементів. Спробую підібрати добрива для моїх рослин!

Сьогодні виписала такі слова:

масова частка елемента — mass fraction of an element;

добриво — fertilizer.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§6. МАСОВА ЧАСТКА ХІМІЧНОГО ЕЛЕМЕНТА В РЕЧОВИНІ. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- як розраховувати масові частки елементів у речовині;
- як розраховувати маси елементів у речовині за відомими масовими частками;
- як розраховувати масу речовини за відомою масовою часткою елемента;
- як розраховувати відносну молекулярну (формульну) масу речовини за відомою масовою часткою елемента.



Я вже вмію обчислювати масові частки елементів у речовині, і навіть гарно підживила кімнатні рослини. Добрива моїм кімнатним рослинам дуже сподобалися.

Бачиш, як добре все робити обдумано, а не навмання. Ось і в мене нове завдання. Виявив у себе вдома плісняву. Штучний інтелект підказав, що для боротьби з нею використовують водний розчин, приготований із мідного купоросу ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Бачу, що в хімічній формулі цієї речовини вже є вода. Її, мабуть, треба буде якось урахувати під час приготування розчину.



Як обчислити масову частку води в мідному купоросі $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$?



Опрацьовуємо інформацію



Давайте для початку пригадаємо, що таке масова частка елемента в речовині? Як її обчислювати?

Приклад 1. Маса сполуки Сульфору з Оксигеном 240 г. Маса Сульфору в ній дорівнює 96 г. Обчисліть масові частки (%) елементів у речовині.

Відомо:

$$\begin{aligned} m_{\text{речовини}} &= 240 \text{ г} \\ m_{\text{Сульфору}} &= 96 \text{ г} \end{aligned}$$

$$w(\text{S}) = ?$$

$$w(\text{O}) = ?$$

Розв'язання:

1. Записуємо розрахункову формулу для обчислення масової частки елемента в речовині:

$$w(\text{E}) = \frac{m_{\text{елемента}}}{m_{\text{речовини}}} \cdot 100\%$$



2. Обчислюємо масову частку Сульфуру:

$$w(S) = \frac{96}{240} \cdot 100\% = 40\%.$$

3. Обчислюємо масову частку Оксигену:

$$w(O) = \frac{114}{240} \cdot 100\% = 60\%.$$

Перевірка: сума масових часток усіх елементів у речовині дорівнює:

$$w(S) + w(O) = 40\% + 60\% = 100\%.$$

Відповідь: масові частки елементів становлять: Сульфуру — 40% , Оксигену — 60% .

Приклад 2. Органічна речовина лимонна кислота $C_6H_8O_7$ зустрічається в природі у вільному стані як складовий компонент багатьох ягід, плодів цитрусових, хвої та листя тютюну. Обчисліть масову частку (%) кожного елемента в лимонній кислоті.

Відомо:



$$w(C) = ? \quad w(H) = ?$$

$$w(O) = ?$$

Розв'язання:

1. Записуємо розрахункову формулу для обчислення масової частки елемента в речовині:

$$w(E) = \frac{n \cdot A_r(E)}{M_r(\text{речовини})} \cdot 100\%$$

2. Обчислюємо відносну молекулярну масу лимонної кислоти:

$$M_r(C_6H_8O_7) = A_r(C) \cdot 6 + A_r(H) \cdot 8 + A_r(O) \cdot 7$$

$$M_r(C_6H_8O_7) = 12 \cdot 6 + 1 \cdot 8 + 16 \cdot 7 = 192$$

3. Обчислюємо масові частки елементів у лимонній кислоті:

$$w(C) = \frac{6 \cdot 12}{192} \cdot 100\% = 37,5\%, \quad w(H) = \frac{8 \cdot 1}{192} \cdot 100\% = 4,17\%,$$

$$w(O) = \frac{7 \cdot 16}{192} \cdot 100\% = 58,33\%.$$

Перевірка: сума масових часток усіх елементів у речовині дорівнює:

$$w(C) + w(H) + w(O) = 37,5\% + 4,17\% + 58,33\% = 100\%.$$

Відповідь: масові частки елементів у лимонній кислоті становлять: Карбону — 37,5% , Гідрогену — 4,17% , Оксигену — 58,33% .

Приклад 3. Обчисліть масову частку води (%) у мідному купоросі $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

Відомо:



$$w(H_2O) = ?$$

Розв'язання:

1. Записуємо розрахункову формулу для обчислення масової частки елемента в речовині:

$$w(E) = \frac{n \cdot A_r(E)}{M_r(\text{речовини})} \cdot 100\%$$

Обчислюємо відносну формульну масу мідного купоросу.

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M_r(\text{CuSO}_4) + M_r(\text{H}_2\text{O}) \cdot 5$$

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 64 + 32 + 16 \cdot 4 + (1 \cdot 2 + 16) \cdot 5$$

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250.$$

3. У даному випадку у формулі для обчислення масової частки елемента $m_{\text{елемента}}$ — маса води (кількість молекул води помножена на відносну молекулярну масу), а $m_{\text{речовини}}$ — відносна формульна маса всієї речовини $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

4. Обчислюємо масову частку води в мідному купоросі:

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{5 \cdot M_r(\text{H}_2\text{O})}{M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} \cdot 100\% = \frac{5 \cdot 18}{250} \cdot 100\% , w(\text{H}_2\text{O}) = 36\% .$$

Відповідь: масова частка води у мідному купоросі становить 36%.

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/SeXspdEQ> або за QR-кодом та перегляньте інші приклади розв'язування задач.



Досліджуємо



Робота в групах

1. Установіть правильну послідовність букв у зашифрованих словах. Яке слово їх об'єднує?

ритіп

кпавня

рундко

тисофорф

2. Використовуючи додаткові джерела інформації, запишіть формули цих мінералів і гірських порід.

3. Обчисліть маси основних компонентів одного з наведених матеріалів (на вибір групи) у зразку масою 100 г.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:

- Для обчислення масової частки елементів у речовині ...
- Маса елемента в даній речовині — ...
- Сума масових часток усіх елементів речовини — ...

2. Дайте відповіді на запитання:

- За якою формулою обчислюють масову частку елемента в речовині?
- За якою формулою обчислюють масу елемента за відомою масовою часткою?
- Як можна обчислити масу речовини? Що для цього потрібно знати? Як обчислити кількість атомів елемента в речовині?

3. У якому мінеральному добриві — суперфосфаті

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4$ чи преципітаті $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — масова



частка Фосфору більша? У скільки разів?

4. У якому калійному добриві — калій карбонаті K_2CO_3 чи калій хлориді KCl — масова частка Калію більша? На скільки відсотків?

5. Обчисліть масову частку (%) води у сполуках:

а) $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ б) $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ в) $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

6. Установіть відповідність між речовиною та масовою часткою Нітрогену в ній:

1) NH_3	А 43,75%
2) NH_4NO_2	Б 0,941
3) N_2H_4	В 0,824
4) HNO_3	Г 87,50%
	Д 0,222

7. Запишіть формули речовин за зменшенням у них масової частки Хлору: $KClO_3$, $NaClO$, $Ba(ClO_4)_2$, $CaOCl_2$.

8. Обчисліть масову частку (%) Феруму в мінералах:

а) гематит Fe_2O_3	б) сидерит $FeCO_3$
в) магнетит Fe_3O_4	г) пірит FeS_2

Як ви вважаєте, який із цих мінералів є найкращою сировиною для виробництва чавуну та сталі?

9. Мідь — метал, який використовують ще з бронзової доби. В Україні виявлені старі Картамиські мідні копальні, які датуються XVI ст. до н.е. Мінеральний склад руд цієї копальні: халькозин Cu_2S , борніт Cu_5FeS_4 , халькопірит $CuFeS_2$, малахіт $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ й азурит $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$. Обчисліть масову частку (%) Купруму в цих мінералах.



10. Практично 99% організму людини — це сполуки, до складу яких входять 6 хімічних елементів: Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген, Фосфор, Кальцій. Обчисліть масу (г) кожного елемента в організмі людини масою 70 кг, якщо їх масові частки відповідно дорівнюють: 18,5%; 10%; 65%; 3%; 1%; 1,5%.

11. Розчин ферум(II) сульфату ($FeSO_4$) — використовують для боротьби з хворобами рослин (фунгіцидний засіб). Обчисліть масу (г) Феруму, що міститься в зразку ферум(II) сульфату масою 760 г.

12. У магній сульфаті $MgSO_4$ масова частка Магнію дорівнює 20%. Обчисліть масу (г) Магнію в цій речовині масою 50 г.

13.* Під час взаємодії натрій пероксиду Na_2O_2 та калій надпе-

роксида KO_2 з вуглекислим газом утворюється кисень за схемою реакції:



На цій реакції ґрунтується застосування натрій пероксиду та калій надпероксиду для регенерації кисню в ізольованих приміщеннях (підводних човнах, космічних кораблях), у різних приладах, які використовують пожежники й водолази (протигази, акваланги). Обчисліть масову частку (%) Оксигену у натрій пероксиді і калій надпероксиді та масу (г) Оксигену, що міститься в зразках цих двох речовин масою по 5 кг.

- 14.* Ментол (від лат. *Mentha* – м'ята) $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$ — органічна речовина, добре відома через свій фізіологічний ефект створення відчуття холоду. Ментол є складовою частиною багатьох ефірних олій. Найбільша кількість ментолу міститься в м'ятній олії. Широко використовують як ароматизатор для харчових продуктів, косметики, жувальної гумки, зубної пасти, прохолодних напоїв, у складі лікарських засобів, засобів для освіження подиху.

Обчисліть маси (г) Карбону, Оксигену та Гідроґену в ментолі, який міститься в аптечній упаковці масою 40 г (2% розчин ментолу в етанолі).

- 15.* Одоранти — речовини, які додають до природного газу, щоб надати йому сильного специфічного запаху (для попередження або для визначення місця витоків). В Україні для одоризації вуглеводневих газів використовують етилмеркаптан ($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$) — безбарвну прозору рідину, Сульфурвмісну органічну сполуку, яка має різкий неприємний запах. Обчисліть масу (г) Сульфуру, що міститься в етилмеркаптані масою 310 г.

- 16.* Амофос (суміш $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (90%) та $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (10%)) — складне висококонцентроване азотно-фосфорне гранульоване добриво. Які маси (кг) Нітроґену та Фосфору потрапили в ґрунт на ділянці площею 100 га, де було внесено це добриво масою 200 кг.

- 17.* Відомо, що вміст Сульфуру в організмі людини приблизно 0,16%. Дізнайтеся свою масу й обчисліть масу (г) Сульфуру у вашому організмі.

- 18.* У середньому ласунки кладуть 2 чайні ложки цукру (сахарози $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) на чашку чаю. Враховуючи, що одна чайна ложка вміщує 5 г цукру (без гірки), обчисліть масу (г) Карбону, який міститься в сахарозі для одної такої чашки чаю. Яка

масова частка (%) сахарози в розчині, якщо об'єм чашки 200 мл (густина розчину 1 г/мл).

19.* Кальцій — необхідний елемент в організмі людини. Середньодобова потреба Кальцію для підлітка становить приблизно 1,3 г. У молоці масою 100 г міститься Кальцій масою приблизно 125 мг, а в сирі пармезан масою 100 г — 1109 мг. Яку масу (г) молока або сиру потрібно спожити підлітку для забезпечення добової потреби в Кальцію? Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте, які ще харчові продукти багаті на Кальцій, і обчисліть їхню масу (г) для забезпечення добової потреби цього елемента для підлітка.

20.* Необхідним мікроелементом для нормальної роботи всіх органів і систем організму, а найбільше — щитоподібної залози, є Йод. Добова потреба в Йоді для дітей віком 11-17 років становить 150 мкг. Щоб уникнути йододефіциту, необхідно регулярно ї збалансовано харчуватися, вживати збагачену Йодом їжу: йодовану сіль, морську рибу, морепродукти, сир, коров'яче молоко, яйця. Найзручнішим варіантом забезпечити себе Йодом є використання йодованої солі під час приготування їжі. Йодована сіль масою 1,5 г (1/4 чайної ложки) містить Йод масою 65 мкг. Обчисліть масу Йоду (мкг), яка міститься в одній чайній ложці. Обчисліть масу (г) йодованої кухонної солі, яку має вживати дитина за добу для забезпечення надходження Йоду.

Робота в групах

1. Сечовину (карбамід) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ використовують в сільському господарстві як висококонцентроване нітратне добриво і як добавку до корму жуйних тварин. Установіть, яку інформацію приховує хімічна формула $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$?

2. Обчисліть масову частку (%) кожного елемента в добриві.

3. Побудуйте діаграму з масовими частками елементів у сечовині.

4. Яка маса (г) Нітрогену потрапила в ґрунт на ділянці, де було внесено це добриво масою 5 кг?

Перевірте себе

1. Заповніть пропущені в таблиці місця:

№ задачі	Формула речовини	Відносна молекулярна (формульна) маса	w(P), %	w(O), %
1	P_2O_3			
2	P_2O_5			
3	$\text{H}_3\text{P}_2\text{O}_4$			

2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
- 1) Масова частка елемента в речовині — це добуток маси цього елемента на відносну молекулярну (формульну) масу.
 - 2) За відомими масою речовини та масовою часткою елемента можна обчислити масу цього елемента в речовині.



Використовуючи інформацію з додаткових джерел, підготуйте проєкт на одну з тем і презентуйте його в класі: «Кольорова металургія України: минуле і сучасність», «Харчові потреби мого організму».



А чи знаєте ви...



Руда — це не просто шматок гірської породи, а сировина для видобування цінних металів.

Україна славиться покладами:

- залізної руди (Криворізький басейн, Кременчуцький район, Білозерський район)
- марганцевої руди (Нікопольський басейн)
- титанових руд (Іршанське та Малишівське родовища)
- уранової руди (Кіровоградщина)

Хто ж вирішує, чи варто розробляти родовище? Цінність руди визначають *геологи та гірничі інженери*. Вони досліджують склад порід, визначають вміст корисних компонентів і підраховують, чи економічно вигідно їх видобувати. Для цього використовують складні фізико-хімічні методи аналізу, а також виконують розрахунки.

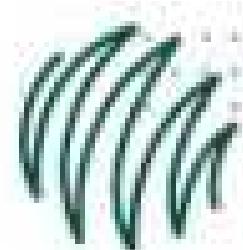


Так захопливо! Як багато всього стало зрозумілим після вивчення цієї теми. Ми вже знаємо, що таке добриво, як боротися з пліснявою, що є сировиною для видобутку металів, як побудований наш організм. Бачите, у нашому житті немає нічого випадкового. Усе ґрунтується на розрахунках і має своє наукове пояснення! А хімія допомагає нам пізнати всі закономірності. Фантастика!

Сьогодні я виписала такі слова:

сировина — raw staff; руда — ore.

Чи все вам сьогодні вдалося? Унесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§7. УСТАНОВЛЕННЯ ХІМІЧНИХ ФОРМУЛ БІНАРНИХ СПОЛУК ЗА ДАНИМИ ПРО ЇХНІЙ СКЛАД



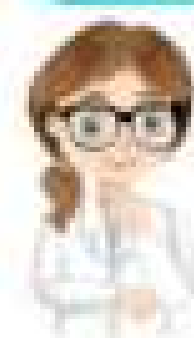
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке співвідношення структурних одиниць;
- як вивести формулу бінарної сполуки за даними про її склад.



Нещодавно Марко й Таміла були на неймовірно цікавій екскурсії «Золота Підкова Львівщини». Я теж подорожувала з ними. Ми відвідали Олеський, Підгорецький і Золочівський замки, відчули велич і красу минулого. Найбільше мене вразив Підгорецький замок, тому що там я побачила кімнату, присвячену науці, зокрема й моїй улюбленій хімії. У власника замку було дуже багато книг про речовини та їх властивості. Я вже знаю чимало формул і хотіла прочитати щось нове й цікаве. Та от халепа, зрозумілим для мене був тільки опис складу сполуки. Чи можемо ми відновити формулу цієї речовини? Може, це секрет філософського каменя?

Дійсно, інформація про те, що один із власників замку Северин Жевуський був алхіміком, дуже нас зацікавила. Пам'ятаєте, що було в тих записах?



Пригадую, що мова йшла про якусь бінарну сполуку, яка є складовою порцеляни, утворену елементами 2 і 3 періоду 16 і 14 групи. Масова частка елемента, який породжує кислоту, дорівнює 53,3%.



Як установити формулу бінарної сполуки за відомою масовою часткою одного з елементів?



Опрацьовуємо інформацію



Що таке бінарна сполука? Що таке масова частка елемента в сполуці? У яких одиницях її виражають?

Ви вже знаєте, що за відомою хімічною формулою можна:

- визначити: тип речовини (проста чи складна), якісний і кількісний склад речовини (з яких елементів складається речовина, кількість атомів у молекулі або їх співвідношення у формульній одиниці);
- обчислити відносну молекулярну (формульну масу), відношення мас елементів, масову частку елементів у сполуці.

Якщо хімічна формула речовини не відома, то потрібно розв'язати обернену задачу. Знаючи масові частки елементів або масове співвідношення елементів у сполуці, визначте кількість атомів у молекулі або формульній одиниці (індекси).

Співвідношення значень індексів у формулі сполуки дорівнює співвідношенню кількості структурних одиниць у сполуці.

Отже, для фосфор(V) оксиду P_2O_5 можна записати таке співвідношення атомів:

$$n(P) : n(O) = 2 : 5$$

Тоді для бінарної сполуки A_xB_y можна записати:

$$x : y = n(A) : n(B)$$



Але як знайти x та y для невідомої речовини? Пригадаймо формулу для обчислення масової частки елемента:

$$w(E) = \frac{n \cdot A_r(E)}{M_r(\text{речовини})}$$

Якщо задача має бути оберненою, тоді шукаємо n

$$n = \frac{w(E) \cdot M_r(\text{речовини})}{A_r(E)}$$

А для бінарної сполуки A_xB_y

$$n(A) = \frac{w(A) \cdot M_r(\text{речовини})}{A_r(A)}$$

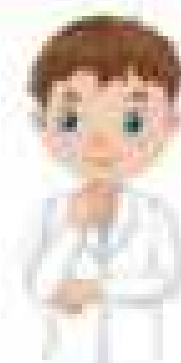
$$n(B) = \frac{w(B) \cdot M_r(\text{речовини})}{A_r(B)}$$

Отже,

$$x : y = n(A) : n(B) = \frac{w(A) \cdot M_r(\text{речовини})}{A_r(A)} : \frac{w(B) \cdot M_r(\text{речовини})}{A_r(B)}$$

$$x : y = \frac{w(A)}{A_r(A)} : \frac{w(B)}{A_r(B)}$$

Треба пам'ятати, що за масовими частками або масовими відношеннями можна вивести тільки найпростішу формулу сполуки. Але вона може не співпадати з істинною формулою.



Приклади розв'язування задач

Приклад 1. Масові частки Карбону та Гідрогену в речовині відповідно 75% і 25%. Відносна молекулярна маса цієї речовини 16. Знайдіть молекулярну формулу речовини.

Відомо:
C_xH_y
$w(C) = 75\%$
$w(H) = 25\%$
$M_r(C_xH_y) = 16$
$x = ?$
$y = ?$

Розв'язання:

1. Записуємо розрахункову формулу для обчислення масової частки елемента в речовині:

$$w(E) = \frac{n \cdot A_r(E)}{M_r(\text{речовини})} \cdot 100\%.$$

2. З формули для обчислення масової частки елемента в речовині визначасмо кількість атомів елемента:

$$n = \frac{w(E) \cdot M_r(\text{речовини})}{A_r(E) \cdot 100\%}$$

3. Обчислюємо кількість атомів Карбону та Гідрогену в речовині:

$$n(C) = \frac{75\% \cdot 16}{12 \cdot 100\%} = 1, \quad n(H) = \frac{25\% \cdot 1}{1 \cdot 100\%} = 4.$$

$$CH_4$$

Відповідь: молекулярна формула речовини CH_4 .

Приклад 2. У техніці магній оксид використовують для виробництва вогнетривких матеріалів, а в медицині як засіб для зняття печії та лікування шлункових розладів. Установіть формульну одиницю сполуки, якщо відомо, що вона містить Магній масою 4,8 г і Оксиген масою 3,2 г.

Відомо:
Mg_xO_y
$m(Mg) = 4,8 \text{ г}$
$m(O) = 3,2 \text{ г}$
$x = ?$
$y = ?$

Розв'язання:

1. Записуємо розрахункову формулу для обчислення масової частки елемента в речовині:

$$w(E) = \frac{m_{\text{елемента}}}{m_{\text{речовини}}} \cdot 100\%$$

2. Обчислюємо масу сполуки Mg_xO_y :

$$m(Mg_xO_y) = m(Mg) + m(O) = 4,8 \text{ г} + 3,2 = 8 \text{ г}$$

3. Обчислюємо масову частку Магнію:

$$w(Mg) = \frac{4,8}{8} \cdot 100\% = 60\%.$$

4. Обчислюємо масову частку Оксигену:

$$w(O) = \frac{3,2}{8} \cdot 100\% = 40\%.$$

5. З формули для обчислення масової частки елемента в речовині записуємо формулу для визначення кількості атомів елемента:

$$n = \frac{w(E) \cdot M_r(\text{речовини})}{A_r(E) \cdot 100\%}$$

$$n(Mg) = \frac{w(Mg)}{A_r(Mg)}, \quad n(O) = \frac{w(O)}{A_r(O)}$$

6. Обчислюємо співвідношення кількості атомів у сполуці:

$$x : y = n(\text{Mg}) : n(\text{O}) = \frac{60}{24} : \frac{40}{16} = 2,5 : 2,5 = 1 : 1.$$

MgO

Відповідь: формульна одиниця сполуки MgO.

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/YeXspSbj> або за QR-кодом та перегляньте інші приклади розв'язування задач.



Досліджуємо



Робота в групах

Розробіть критерії оцінювання власної діяльності та діяльності ваших однокласників/однокласниць під час роботи в групах.

1. Допоможіть Селені встановити формулу невідомої бінарної сполуки. Складіть алгоритм і виконайте обчислення.

2. Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся компоненти порцеляни та перевірте одержані вами результати.

3. Проаналізуйте, яку інформацію приховує формула цієї сполуки.

4. Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про використання сполуки, формулу якої ви встановили, і презентуйте її однокласникам/однокласницям.

5. Самостійно в групі сформулюйте завдання для іншої групи: оберіть бінарну сполуку, проаналізуйте її склад і придумайте завдання для встановлення формули.

6. Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:

- Масова частка елемента в речовині — це ...
- Індекс — це ...
- Якісний склад сполуки
- Кількісний склад

2. Дайте відповіді на запитання:

- Що таке відносна атомна маса?
- Що таке відносна молекулярна (формульна) маса?
- Як обчислити відносну молекулярну (формульну) масу?

3. Поміркуйте, для чого потрібно встановлювати формулу сполуки? Яку інформацію можна отримати за формулою?

4. Проаналізуйте, яку інформацію приховує хімічна формула B_2O_3 ?

5. Визначте формулу бінарної сполуки, утвореної елементами з порядковими номерами 1 і 6. Масові частки елементів відпо-

відно дорівнюють 14,29% і 85,71%, а відносна молекулярна маса – 28.

- 6.* Гідразин використовують як компонент ракетного палива у двигунах космічних апаратів. Визначте хімічну формулу цієї сполуки, якщо її відносна молекулярна маса дорівнює 32, а співвідношення мас Нітрогену і Гідрогену 7 : 1.
- 7.* Червоний залізняк є основною рудою для отримання заліза, яке використовують для виробництва сталі та чавуну. Визначте формульну одиницю сполуки, якщо відомо, що вона містить 70% Феруму й 30% Оксигену.
8. Одна зі сполук Сульфуру – це газ із характерним запахом тухлих яєць. Він є токсичним і може викликати головний біль, нудоту, подразнення очей і дихальних шляхів. Визначте найпростішу формулу сполуки, якщо відомо, що вона містить 5,9% Гідрогену і 94,1% Сульфуру.
9. Визначте найпростішу формулу бінарної сполуки, утвореної Нітрогеном і Гідрогеном. Масова частка першого елемента Періодичної таблиці дорівнює 17,65%.
- 10.* Визначте молекулярну формулу вуглеводню (сполука, що містить атоми Карбону й Гідрогену), який входить до складу природного газу, якщо масова частка Карбону в ньому становить 81,82%.
11. Визначте найпростішу формулу речовини, до складу якої входять Фосфор і Гідроген. Відомо, що масова частка Фосфору 91%.
- 12.* Масова частка Оксигену в оксиді невідомого елемента становить 74,07%. Визначте невідомий елемент, якщо загальна формула оксиду E_2O_5 .
- 13.* Відомо, що в сполуці Феруму з Оксигеном масова частка неметалічного елемента становить 27,59%. Установіть формульну одиницю сполуки.
14. Визначте найпростішу формулу бінарної сполуки, утвореної елементами 2 і 3 періоду Періодичної таблиці. Порядковий номер першого елемента 16, а його масова частка у сполуці дорівнює 40%. Відомо, що ці елементи знаходяться в одній групі Періодичної таблиці.
15. Оксид елемента з порядковим номером 6 бере участь у фотосинтезі рослин, під час якого утворюються речовини необхідні для росту та розвитку живих організмів. Визначте найпростішу формулу сполуки, якщо відомо, що в оксиді масою 8,80 г міститься Оксиген масою 6,40 г.

- 16.* Оксиди Хлору мають широке використання в різних галузях промисловості й господарства. Визначте хімічну формулу одного з оксидів, якщо відомо, що в сполуці масою 3,66 г міститься Хлор масою 1,42 г.



Робота в групах

Об'єднайтеся в групи. Перейдіть за QR-кодом або за покликанням <https://cutt.ly/He17DkOG> або з та зіграйте гру «Хто швидше?».



Перевірте себе

- Оберіть правильну відповідь.
 - Масова частка Карбону в карбон(II) оксиді (чадному газі) становить
а) 43% б) 57% в) 12% г) 28%
 - Відносна молекулярна маса натрій нітриду дорівнює
а) 65 б) 37 в) 83 г) 51
 - Співвідношення мас Карбону й Оксигену у вуглекислому газі становить
а) 7 : 3 б) 3 : 8 в) 4 : 8 г) 3 : 7
- Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - Масова частка Барію в барій хлориді становить 65,87%.
 - За відомою хімічною формулою не можна обчислити відносну молекулярну (формульну) масу речовини.



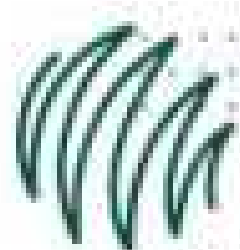
Подумати тільки! Ми самостійно можемо встановлювати формули речовин. Для цього лише потрібно мати інформацію про їх склад. А ви встановили формулу речовини, яку досліджували алхіміки? Секрет філософського каменя Северин Жевуський, мабуть, не знайшов. Але було дуже цікаво зазирнути в минуле... Обов'язково ще колись відвідаю замок у Підгірцях. Може, відкрию ще якусь таємницю минулого.



Сьогодні я виписала нове слово:

співвідношення — interrelation

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.

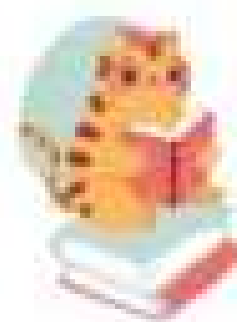


§8. КІЛЬКІСТЬ РЕЧОВИНИ

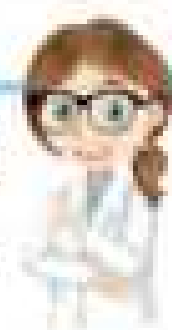


У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке кількість речовини;
- як обчислити кількість речовини;
- що таке стала Авогадро;
- як розраховувати число частинок у певній кількості речовини.



Вивчаючи хімію протягом минулого року, я зрозуміла, що експеримент не можна виконувати абияк. Для вдалого експерименту всі речовини беруть у певних кількостях. Але от як ці кількості визначити? Як дізнатися, яку порцію речовини потрібно взяти для реакції? Чи достатньо її буде? Чи вся речовина прореагує?



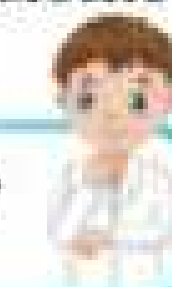
У різних методиках указані маси речовин, які необхідно взяти для реакції. Тому, гадаю, можна зважувати речовини перед початком експерименту.



Так. Але я зважив по 1 г свинцю, цинку, міді, алюмінію, порошку магнію, сірки, глюкози й мідного купоросу. І ось, погляньте, які в мене результати. Та й не всі речовини легко можна зважити.



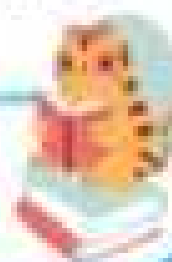
Марку, ти, певно, помилився. Видно ж, що сірки набагато більше, ніж свинцю або цинку. Як таке може бути?



Очевидно, має бути якась інша величина, яка дає можливість виміряти кількості всіх речовин.



Може, потрібно порахувати частинки речовини (молекули, атоми, йони) й дізнатися, скільки частинок має прореагувати?



І як ви порахуєте, наприклад, молекули? Навіть я вже знаю, що це неможливо. Ми ж їх не бачимо!!!



Як розрахувати кількість структурних частинок речовини?



Кількість речовини



З чого складаються речовини? Як класифікують речовини? Наведіть приклади простих і складних речовин. Які ви знаєте речовини молекулярної, атомної, йонної будови?

Робота в групах

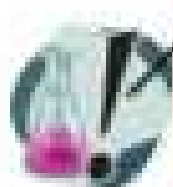
- 1) Дайте відповіді на запитання:
 - Які фізичні величини ви вивчали на уроках у 5-7 класах?
 - Які їх одиниці вимірювання?
 - Чи використовуємо ми ці величини в побуті?
 - Які міри довжини, ваги, площі ви знаєте?
 - З якими мірами об'єму для рідин ви зустрічалися?
 - Використовуючи додаткові джерела інформації, з'ясуйте, що таке аптекарські й трійські міри?

2) Розгадайте ребуси:



3) Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію, які одиниці вимірювання маси, об'єму, довжини використовують в інших країнах.

Для вимірювання кількості речовини була обрана особлива одиниця, у якій ніби об'єдналися число молекул і маса речовини.



Кількість речовини — це фізична величина, яка визначає кількість частинок (молекул, атомів, електронів, йонів, йонних угруповань — асоціатів) у певній її порції.

Позначають грецькою буквою ν («ню») або латинською буквою n («ен»). Кількість речовини пропорційна кількості частинок, які входять до її складу та становлять певну її порцію.

Робота в групах

Обчисліть кількість атомів Карбону-12, які містяться у вуглеці масою 12 г, якщо маса атома Карбону-12 становить $1,99268 \cdot 10^{-23}$ г:

$$N(C) = 12 \text{ г} : 1,99268 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 6,02 \cdot 10^{23}.$$

602 000 000 000 000 000 000 000!

Це число Авогадро — кількість атомів Карбону-12, які містяться у вуглеці масою 12 г.

Моль. Стала Авогадро

Одиницею вимірювання кількості речовини є моль.



Моль — це порція речовини, яка містить $6,02 \cdot 10^{23}$ її структурних одиниць.

$6,02 \cdot 10^{23}$ структурних
одиниць речовини



1 моль
речовини

Моль — це така кількість речовини, у якій міститься стільки структурних одиниць (атомів, молекул, йонів, формульних одиниць тощо), скільки атомів Карбону-12 міститься у 12 г вуглецю (від лат. *moles* — кількість; на письмі не відмінюють, якщо стоїть після числа: 2 моль, 0,25 моль).



1 моль будь-якої речовини містить однакову кількість структурних одиниць.

Це число — стала Авогадро (N_A) — на честь італійського хіміка.

Стала Авогадро виражає співвідношення одиниць, які використовуються для вимірювання мас мікро- та макрооб'єктів:

$$N_A = \frac{1}{1 \text{ а.о.м.}} = \frac{1 \text{ г}}{1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = 6,02 \cdot 10^{23}.$$

Стала Авогадро — величина, яка зв'язує число Авогадро з кількістю речовини 1 моль.

Кількість речовини n і кількість структурних частинок (атомів, молекул, йонів, електронів) N пов'язані виразом:

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



Скільки це — моль?



А чи знаєте ви...

$6,02 \cdot 10^{23}$ — це дуже велике число.

- Це число більше, ніж кількість стаканів води у Світовому океані;
- $6,02 \cdot 10^{23}$ зерен пшениці мали б масу $2 \cdot 10^{16}$ тонн; для збору такого урожаю знадобилося б більше 2 млн років.
- У пустелі Сахара міститься менше, ніж 3 моль найдрібніших піщинок.
- 1 моль грошових купюр укріє всі материки Землі шаром висотою 2 км.



Досліджуємо



Робота в парі

1. Заповніть таблицю за зразком. Доповніть



її власними прикладами речовин.

Таблиця 8.1

Приклади речовин з різною будовою

Будова речовини	Структурна одиниця	Приклад	Якісний і кількісний склад	Кількість частинок в 1 моль речовини
молекулярна	молекула	O_2	1 молекула кисню містить 2 атоми Оксигену	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул кисню; $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,2 \cdot 10^{24}$ атомів Оксигену
		NH_3	1 молекула амоніаку містить 1 атом Нітрогену 3 атоми Гідрогену	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул амоніаку; $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів Нітрогену; $3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,806 \cdot 10^{24}$ атомів Гідрогену
атомна	атом	SiC		
		Cu		
йонна	йони (сукупність йонів)	KI		
		$FeCl_3$		

2. Обчисліть кількість речовини та кількості атомів Хлору й Оксигену, якщо кількість молекул хлор(VII) оксиду дорівнює $6,02 \cdot 10^{24}$.

$N(Cl_2O_7)$	$n(Cl_2O_7)$	$N(Cl)$	$n(Cl)$	$N(O)$	$n(O)$
$6,02 \cdot 10^{24}$					

3. Населення Землі станом на липень 2024 року — близько $8,12 \cdot 10^9$ людей.

- Обчисліть, яку кількість речовини (моль) становить $8,12 \cdot 10^9$ її структурних частинок.
- Скільки планет потрібно для розселення $6,02 \cdot 10^{23}$ людей (кількість, що дорівнює числу Авогадро).

 Приклади розв'язування задач

Приклад 1. Обчисліть кількість речовини атомів Оксигену (моль), що міститься в сульфур(VI) оксиді кількістю речовини 4 моль.

Відомо:
$n(SO_3) = 4$ моль
$n(O) = ?$

Розв'язання:

1. Молекула сульфур(VI) оксиду SO_3 містить один атом Сульфуру та 3 атоми Оксигену. Тому 1 моль SO_3 містить 1 моль атомів Сульфуру та 3 моль атомів Оксигену.

2. Складаємо схему для обчислення кількості речовини атомів Оксигену:



3. Складаємо пропорцію й обчислюємо кількість речовини атомів Оксигену:

$$\frac{4 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = \frac{x \text{ моль}}{3 \text{ моль}}$$

$$x = 12 \text{ моль.}$$

Відповідь: кількість речовини атомів Оксигену 12 моль ($n(\text{O}) = 12 \text{ моль}$).

Приклад 2. Обчисліть, яку кількість речовини становить $2,408 \cdot 10^{23}$ атомів Фосфору.

Відомо:

$$N(\text{P}) = 2,408 \cdot 10^{23} \text{ атомів}$$

$$n(\text{P}) = ?$$

Розв'язання:

1. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини:

$$n(\text{P}) = \frac{N(\text{P})}{N_A}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

2. Підставляємо дані з умови задачі та відоме значення сталої Авогадро у формулу. Обчислюємо кількість речовини атомів Фосфору:

$$n(\text{P}) = \frac{2,408 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,4 \text{ моль.}$$

Відповідь: кількість речовини Фосфору становить 0,4 моль ($n(\text{P}) = 0,4 \text{ моль}$).

Приклад 3. Обчисліть кількість речовини, що становить $3,612 \cdot 10^{23}$ молекул амоніаку.

Відомо:

$$N(\text{NH}_3) = 3,612 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

$$n(\text{NH}_3) = ?$$

Розв'язання:

1. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{N(\text{NH}_3)}{N_A}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

2. Підставляємо дані з умови задачі та відоме значення сталої Авогадро у формулу. Обчислюємо кількість речовини молекул амоніаку NH_3 :

$$n(\text{NH}_3) = \frac{3,612 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,6 \text{ моль.}$$

Відповідь: кількість речовини амоніаку становить 0,6 моль ($n(\text{NH}_3) = 0,6 \text{ моль}$).

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/KeXsp75H> або за QR-кодом та перегляньте інші приклади розв'язування задач.





1. Закінчіть речення:
 - Маса вимірюють у ...
 - Об'єм вимірюють у ...
 - Кількість речовини — це
 - Кількість речовини вимірюють у
 - Стала Авогадро — це ...
 - Одиниця вимірювання кількості речовини — ...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Як обчислити кількість речовини за відомою кількістю молекул (формульних одиниць)?
 - Як обчислити кількість атомів (молекул, формульних одиниць) за відомою кількістю речовини?
3. Поміркуйте, для чого потрібно знати кількість речовини, кількість структурних одиниць (атомів, молекул, йонів) у певній порції речовини.
4. Обчисліть кількість речовини кисню, яка містить $3,01 \cdot 10^{25}$ молекул.
5. Обчисліть кількість речовини азоту, яка містить $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів Нітрогену.
6. Обчисліть кількість атомів елементів, що містяться в метані CH_4 кількістю речовини 5 моль.
7. Установіть відповідність між числом частинок і кількістю речовини

1) $3,01 \cdot 10^{23}$	А 2,5 моль
2) $6,02 \cdot 10^{23}$	Б 0,25 моль
3) $1,505 \cdot 10^{23}$	В 1 моль
	Г 0,5 моль
8. Установіть відповідність між кількістю речовини H_2 та числом атомів Гідрогену

1) 0,4 моль	А $9,632 \cdot 10^{23}$
2) 0,8 моль	Б $1,4448 \cdot 10^{24}$
3) 12 моль	В $1,4448 \cdot 10^{25}$
4) 1,2 моль	Г $4,816 \cdot 10^{23}$
	Д $4,816 \cdot 10^{24}$
9. У зразку магній нітрату $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ міститься $6,01 \cdot 10^{22}$ атомів Нітрогену. Обчисліть кількість речовини (моль) магній нітрату в цьому зразку. Скільки йонів Магнію міститься в цьому зразку?
10. Складіть формули бінарних сполук за наведеною схемою та дайте їм назви. Обчисліть для кожної сполуки кількість

хлорид-іонів: а) у 4 моль речовини; б) у 0,25 моль речовини.

- 11.* Порівняйте кількості катіонів й аніонів у сумішах. Зробіть усно припущення й перевірте розрахунками. Чи підтвердилися ваші припущення?

- а) суміші барій оксиду і калій оксиду кількістю речовини 0,1 моль й 0,2 моль відповідно та суміші барій оксиду і калій оксиду кількістю речовини 0,2 моль й 0,1 моль відповідно;
б) суміші алюміній броміду і кальцій броміду кількістю речовини 0,1 моль й 0,3 моль відповідно та суміші алюміній броміду і кальцій броміду кількістю речовини по 0,2 моль.



схема завдання 10

Перевірте себе

1. Оберіть правильну відповідь:

- 1) Укажіть формулу для обчислення кількості речовини

а) $N = n \cdot N_A$ б) $n = \frac{N}{N_A}$ в) $N_A = \frac{N}{n}$ г) $n = \frac{N_A}{N}$

- 2) Укажіть число молекул, які містяться в азоті кількістю речовини 0,5 моль.

а) $3,01 \cdot 10^{24}$ б) $1,204 \cdot 10^{23}$ в) $3,01 \cdot 10^{23}$ г) $6,02 \cdot 10^{24}$

- 3) Число атомів Оксигену в озоні кількістю речовини 2,5 моль становить

а) $3,01 \cdot 10^{24}$ б) $1,204 \cdot 10^{23}$ в) $1,806 \cdot 10^{23}$ г) $4,515 \cdot 10^{24}$

2. Проаналізуйте твердження. Чи є поміж них правильні?

I. Моль — одиниця вимірювання кількості речовини.

II. Число $6,02 \cdot 10^{23}$ — стала Авогадро.



Я відчуваю, що стаю всемогутньою! Можу порахувати кількість структурних частинок, навіть якщо я їх не бачу! Це справжня магія! І яка цікава назва одиниці кількості речовини — моль. А ви знали, що є свято — День моля (Mole Day)? Виявляється, це неофіційне свято для хіміків і хімікинь, яке святкують 23 жовтня з 6:02 ранку до 6:02 вечора (за американським стилем написання дат дата 6:02 10/23). Якщо ви помітили, то час і дата походять від сталої Авогадро. Символом цього свята є кріт (*mole* — англійською «кріт»).

А ще моль є однією із семи базових одиниць вимірювання у Міжнародній системі одиниць (SI).

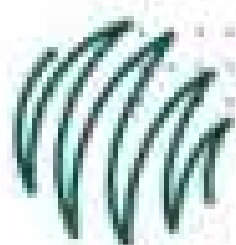
Сьогодні я виписала такі слова:

моль — mole;

кількість речовини — amount of substance; number of moles.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.





§9. МОЛЯРНА МАСА

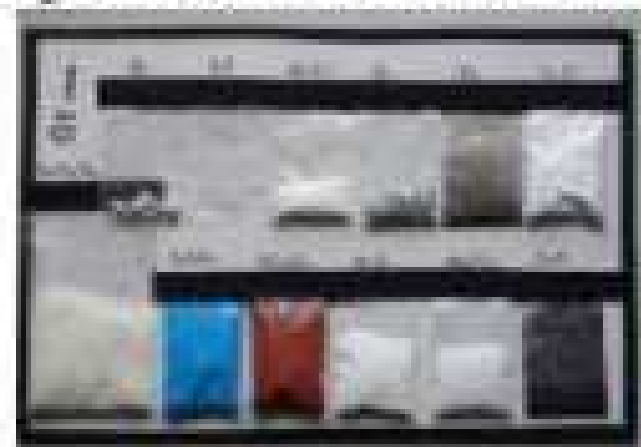


У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке молярна маса;
- як розраховувати молярну масу речовин;
- як обчислювати масу речовин за відомою кількістю речовини та числом частинок;
- як обчислювати кількість частинок за відомою масою речовини.



Прекрасно, ми вже знаємо, що таке моль. Але як це нам допоможе підготуватися до вдалого експерименту? Ми не виміряємо кількість речовини на вагах! Он Таміла з Марком досліджували 0,1 моль різних речовин. Погляньте на їхні результати. Мені вони дуже підозрілі. Може вони помилилися? На вигляд це різні кількості й різні маси! А кажуть, що це 0,1 моль. Треба якось перевірити.



Чи є зв'язок між кількістю речовини та її масою?



Опрацьовуємо інформацію



Що таке відносна атомна маса, відносна молекулярна (формульна) маса? Як розраховувати відносну молекулярну (формульну) масу речовин?



Взаємозв'язок між масою та кількістю речовини

До цього часу ми вивчали будову індивідуальних атомів чи молекул, а також їхню масу або відносну атомну чи молекулярну (формульну) масу. На практиці хіміки/хімікині мають справу не з окремими частинками, їм доводиться зважувати речовини у грамах (кілограмах). Величина, яка пов'язує кількість речовини з масою, називається *молярна маса*.



Молярна маса — це фізична величина, яка чисельно дорівнює відношенню маси речовини до кількості речовини:

$$M = \frac{m}{n} \left[\frac{\text{г}}{\text{моль}} \right]$$

Молярна маса — маса речовини кількістю 1 моль.

Молярну масу позначають M і виражають у г/моль або кг/моль .





Визначення молярної маси та маси речовини

Числове значення молярної маси дорівнює значенню відносної молекулярної (формульної) маси (для речовин атомної будови — відносної атомної маси).

$$A_r(\text{S}) = 32$$

$$M(\text{S}) = 32 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{HNO}_3) = 63$$

$$M(\text{HNO}_3) 63 \text{ г/моль}$$



Ми вже говорили про те, що моль — це кількість структурних одиниць, яка дорівнює кількості атомів Карбону-12, що міститься у 12 г вуглецю. Перевірмо.

$A_r(\text{C}) = 12$, тоді молярна маса вуглецю $M(\text{C}) = 12 \text{ г/моль}$.

$$N_A = \frac{M(\text{C})}{m_a(\text{C})} = \frac{12 \text{ г/моль}}{1,99268 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1},$$

де $1,99268 \cdot 10^{-23} \text{ г}$ — маса одного атома Карбону-12.

Ми одержали сталу Авогадро. Також з цих розрахунків видно, що молярну масу можна обчислити:

$$M(\text{C}) = 1,99268 \cdot 10^{-23} \text{ г} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 12 \text{ г/моль}.$$

Отже, для обчислення молярної маси можна використовувати формули:

$$M = m_a \cdot N_A$$

$$M = m_{\text{мол.}} \cdot N_A$$



Робота в парі

Заповніть таблицю за зразком. Доповніть її двома завданнями для однокласника/однокласниці та перевірте, чи правильно виконані завдання.

Елемент	Символ	Відносна атомна маса, A_r	Молярна маса, M [г/моль]
Ферум	Fe	56	56
	P		
Сполука	Формула	Відносна молекулярна маса, M_r	Молярна маса, M [г/моль]
Метан	CH_4	$12 \cdot 1 + 1 \cdot 4 = 16$	16
	NH_3		



А я вивела формули для обчислення кількості речовини й маси. Розгляньте таблицю та перевірте мої міркування.

Формула для обчислення кількості речовини за відомими масою зразка речовини та молярною масою речовини:

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

Формула для обчислення маси речовини за відомою кількістю речовини:

$$m = n \cdot M$$

де n — кількість речовини даного зразка, моль;
 m — маса даного зразка речовини, г;
 M — молярна маса речовини, г/моль.

Якщо в задачі дано масу речовини в кілограмах (кг), то і кількість речовини в обчисленнях варто вимірювати в кіломолях (кмоль), молярну масу — у кілограмах на кіломоль (кг/кмоль).

 Робота в парі

Розгляньте табл. 9.1. Які зв'язки між величинами ви помітили? Наведіть свої приклади таких взаємозв'язків.

Таблиця 9.1

Величини, які характеризують різні частинки речовини				
Формула речовини	C	H ₂ O	N ₂	K ⁺
n , моль	1	1	1	1
Структурна одиниця	атом	молекула	молекула	йон
N	$6,02 \cdot 10^{23}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	$6,02 \cdot 10^{23}$
A_r/M_r	12	18	28	39
M , г/моль	12	18	28	39
m , г	12	18	28	39

 Приклади розв'язування задач

Приклад 1. Обчисліть кількість речовини (моль) алюмінію масою 108 г.

Відомо:	Розв'язання:
$m(\text{Al}) = 108 \text{ г}$	1. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини:
$n(\text{Al}) = ?$	ни: $n = \frac{m}{M}$

2. Користуючись Періодичною таблицею, виписуємо відносну атомну масу Алюмінію:

$A_r(\text{Al}) = 27$

3. Молярна маса простих речовин атомної будови чисельно дорівнює відносній атомній масі елемента:

$M(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль}$

4. Обчислюємо кількість речовини алюмінію:

$n(\text{Al}) = \frac{m}{M} = \frac{108}{27} = 4 \text{ моль.}$

Відповідь: кількість речовини алюмінію дорівнює 4 моль ($n(\text{Al}) = 4 \text{ моль}$).

Приклад 2. Обчисліть молярну масу (г/моль) вуглекислого газу CO₂.

Відомо:	Розв'язання:
CO ₂	1. Користуючись Періодичною таблицею, виписуємо відносні атомні маси елементів, з яких складається речовина:
$M(\text{CO}_2) = ?$	$A_r(\text{C}) = 12$; $A_r(\text{O}) = 16$.

2. Складаємо формулу для обчислення відносної молекулярної маси, розглядаючи M_r як суму добутків A_r елементів на число атомів кожного з них:

$$M_r(\text{CO}_2) = A_r(\text{C}) \cdot 1 + A_r(\text{O}) \cdot 2$$

3. Обчислюємо M_r речовини за складеною формулою:

$$M_r(\text{CO}_2) = 12 \cdot 1 + 16 \cdot 2 = 44$$

4. Молярна маса чисельно дорівнює відносній молекулярній масі

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$$

Зазвичай обчислення відносної молекулярної (формульної) маси опускають. Відразу обчислюють молярну масу:

$$M(\text{CO}_2) = 12 \cdot 1 + 16 \cdot 2 = 44 \text{ г/моль}$$

Відповідь: молярна маса вуглекислого газу CO_2 дорівнює 44 г/моль ($M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$).

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/seXsahMO> або за QR-кодом та перегляньте інші приклади розв'язування задач.



Досліджуємо

1. Досліджуємо метали.

Для роботи нам потрібно: зразки металів (гранули цинку, алюмінію, міді тощо), ваги, мірний циліндр, вода.

1. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
2. Оцініть, який метал найважчий. Зважте по 3 гранули кожного з металів і перевірте своє припущення.
3. Поміркуйте, як визначити густину металів. Сформулюйте гіпотезу та виконайте експеримент.
4. Побудуйте діаграму густин досліджених металів. Використовуючи додаткові джерела, порівняйте отримані вами результати з довідниковими даними.
5. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу?
6. Обчисліть кількість атомів у зразках цих металів масою 1 г.
7. Обчисліть кількість атомів у зразках цих металів об'ємом 100 см^3 .

Робота в групах

Гра «Хто більше?». Узгодьте критерії оцінювання власної діяльності та діяльності ваших однокласників/однокласниць під час роботи в групах.

Сформулюйте гіпотезу, щоб дати відповіді на запитання:

- Скільки крапель води в чайній ложці?
- Скільки молекул води міститься в одній краплі? В одній столовій ложці?
- Як обчислити масу 1 молекули води?

Поміркуйте, як перевірити вашу гіпотезу розрахунками. Виконайте обчислення. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу? Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



1. Закінчіть речення:
 - Масу вимірюють у грамах, ..., ...
 - Молярна маса — це ...
 - Молярна маса чисельно дорівнює ...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Як обчислити молярну масу речовини?
 - Як позначають молярну масу? У яких одиницях вимірюють?
 - Як обчислити кількість речовини за відомою масою речовини?
3. Поміркуйте, для чого потрібно знати молярну масу речовин, масу речовин.
4. Завершіть обчислення молярної маси сахарози:

$$M(C_{12}H_{22}O_{11}) = M_r(C_{12}H_{22}O_{11})$$

$$M_r(C_{12}H_{22}O_{11}) = A_r(C) \cdot 12 + A_r(H) \cdot 22 + A_r(O) \cdot 11 = \dots$$
5. Обчисліть молярні маси речовин, хімічні формули яких: C_3H_8 , P_2S_3 , Cl_2O_7 , $NaNO_2$, OF_2 , K_2MnO_4 .
6. Елементи 1 групи Періодичної таблиці Li, Na, K утворюють оксиди типу E_2O (де E — Li, Na або K). Розмістіть формули цих речовин за збільшенням їхньої молярної маси. Відповідь підтвердьте розрахунками.
7. Яке твердження є правильним для речовин $CaBr_2$ і Cr_2S_3 ?
 - 1) $M(Cr_2S_3) < M(CaBr_2)$;
 - 2) $M(Cr_2S_3) > M(CaBr_2)$;
 - 3) $M(Cr_2S_3) = M(CaBr_2)$.
8. Обчисліть кількість речовини, що відповідає масі залізного цвяха 5,6 г.
9. Обчисліть масу (г) водню кількістю речовини 3 моль.
- 10.* Обчисліть число молекул у цукрі ($C_{12}H_{22}O_{11}$) масою 855 г.
- 11.* Обчисліть масу (г) $1,204 \cdot 10^{24}$ молекул хлору Cl_2 .
12. Розмістіть речовини, наведені в таблиці, за зменшенням кількості речовини, яка міститься зразку кожної з них масою 40 г. Упорядкуйте букви, що розміщені ліворуч кожної формули в аналогічній послідовності. Яке слово ви отримали?

L	FeO	M	MgO	O	CuO	E	CaCO ₃
---	-----	---	-----	---	-----	---	-------------------
- 13.* Для характеристики дорогоцінних металів використовують спеціальні одиниці вимірювання — унції. Обчисліть кількість речовини (моль) срібла у злитку масою 4 унції (1 унція —

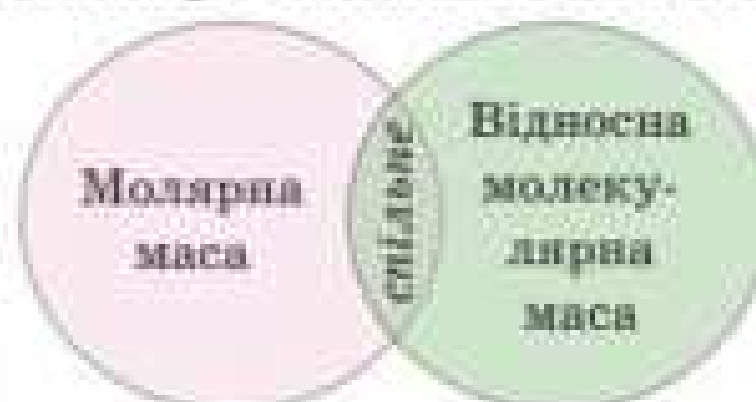
31,1 г). Яке число атомів Аргентуму міститься у такому злитку срібла?

14.* Обчисліть масу (г) озону O_3 , в якій міститься стільки молекул, скільки їх міститься в кисні O_2 масою 48 г.

15.* Де міститься більше атомів: а) в зразку міді чи вуглецю масою 1 г; б) в зразку міді чи заліза кількістю речовини 1 моль?

Робота в групах

Складіть діаграму Венна та обговоріть з однокласниками/однокласницями. У колах укажіть відмінні риси між молярною й відносною молекулярною масою, а на перетині кіл — спільні.



Перевірте себе

1. Оберіть правильну відповідь:

1) Укажіть формули для обчислення маси речовини

1) $n = \frac{m}{M}$ 2) $M = \frac{m}{n}$ 3) $m = n \cdot M$ 4) $n = N \cdot N_A$ 5) $m = \rho \cdot V$

а) 1,2 б) 2,3 в) 1,4 г) 3,5

2) Кількість речовини кальцій карбонату $CaCO_3$ масою 20 г

а) 0,1 моль б) 0,2 моль в) 0,4 моль г) 0,5 моль

3) Маса магній оксиду кількістю речовини 0,2 моль дорівнює

а) 40 г б) 20 г в) 10 г г) 8 г

2. Проаналізуйте твердження. Чи є поміж них правильні?

I. Моль — одиниця вимірювання кількості речовини.

II. Молярна маса кисню становить 16 г/моль.



Подумати тільки! Марко з Тамілою виконали все правильно. Хоча, на перший погляд, їхня таблиця на цій світлині виглядає дивно. Тепер я зрозуміла, як обчислити масу речовин, і можу готуватися до виконання експериментів.

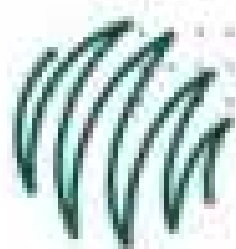


Сьогодні виписала такі слова:

молярна маса — molar mass; molecular weight;

стала Авоґадро — Avogadro number.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§10. ВИЗНАЧЕННЯ МАСИ ПРОДУКТУ РЕАКЦІЇ ЗА ВІДОМОЮ МАСОЮ ОДНОГО З РЕАГЕНТІВ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- як обчислити кількість речовини за відомою кількістю іншої речовини;
- як за рівнянням реакції обчислити маси речовин;
- як визначити масу продукту реакції за відомою масою одного з реагентів.

Зранку Селена поводить себе дуже підозріло. Переглянула реактиви в лабораторії. Особливо її зацікавили метали. Зараз уважно розглядає хімічний посуд. Що вона робить?



Як що? Я готуюся виконувати хімічний експеримент. Так довго чекала цього. Навчилася писати хімічні формули й рівняння, умію обчислювати кількість речовини. Зараз буду одержувати оксиди. Хочу оновити колір стін у моїй оселі. Вирішила пофарбувати їх в улюблений помаранчевий. Дизайнерка підказала, що цей колір гарно поєднається з білим. Уявляю, як затишно буде в моїй оселі! З інтернет-джерел я довідалася, що помаранчевий пігмент містить ферум(III) оксид, а білий – цинк оксид. І ось сьогодні буду їх одержувати. Мені потрібно приблизно по 8 г кожного оксиду. Я вже зважила метали: маю 6,5 г цинку і 5,6 г заліза. Залишилося виконати експеримент.

Постривай, Селено. А ти впевнена, що одержиш ту кількість оксидів, яка тобі потрібна? Давай спочатку запишемо схеми реакцій і зробимо відповідні розрахунки. Чи вистачить цієї кількості металів для одержання 8 г кожного оксиду?



Як за рівнянням реакції визначити масу реагентів і продуктів реакції?



Опрацьовуємо інформацію



Робота в парі

Які ви знаєте способи характеристики (опису) порції речовини?



Вода H_2O		Метанол CH_3OH
$m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г}$	маса	$m(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ г}$
$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$	густина	$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 0,79 \text{ г/см}^3$
$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{\rho} = \frac{18 \text{ г}}{1 \text{ г/см}^3} = 18 \text{ см}^3$	об'єм	$V(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{m}{\rho} = \frac{32 \text{ г}}{0,79 \text{ г/см}^3} = 40,5 \text{ см}^3$
$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{18 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль}$	кількість речовини	$n(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{m}{M} = \frac{32 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль}$
$N(\text{H}_2\text{O}) = n \cdot N_A = 1 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,02 \cdot 10^{23}$	число частинок	$N(\text{CH}_3\text{OH}) = n \cdot N_A = 1 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,02 \cdot 10^{23}$

Робота в групах

«Бліц-опитування». Дайте відповіді на запитання:

- Що таке хімічні реакції?
- Які ознаки хімічних реакцій?
- Які типи реакцій ви знаєте?
- Як записувати схему (рівняння) реакції?
- Що таке реагенти?
- Що таке продукти реакції?
- Наведіть приклади та укажіть ознаки хімічних реакцій.
- Наведіть приклади хімічних реакцій із повсякденного життя. Назвіть реагенти та продукти цих реакцій.
- Що таке кількість речовини та молярна маса?
- Як обчислити (визначити) кількість речовини та молярну масу?
- Що таке коефіцієнт?
- Що таке хімічне рівняння?
- Як дібрати коефіцієнти в рівнянні реакції?
- Яке формулювання закону збереження маси речовини?

Розрахунки за рівняннями реакцій



Пригадайте правила добору коефіцієнтів для перетворення схеми реакції на рівняння.

У 7 класі ми вже розглядали особливості хімічної мови – мови хімічних символів, формул і рівнянь. Тепер навчимося їх правильно трактувати.

Наприклад, за рівнянням реакції



можна одержати таку інформацію:

- 1) якісний склад реагентів (Fe , O_2)
- 2) якісний склад продуктів (Fe_2O_3)

3) співвідношення коефіцієнтів перед формулами



4) співвідношення мас речовин

$$m(\text{Fe}) : m(\text{O}_2) : m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = (56 \cdot 4) : (32 \cdot 3) : (160 \cdot 2) = 224 : 96 : 320 = 7 : 3 : 10$$

Рівняння реакції мають важливе значення для розрахунків. За рівняннями реакцій можна визначити, у яких кількісних співвідношеннях реагують речовини і яка кількість продуктів під час цього утворюється. За хімічними рівняннями можна обчислити кількість речовини, масу, об'єм реагентів, а також продуктів реакції. Задачі такого типу в шкільному курсі хімії трапляються найчастіше.

Розрахунки кількості речовин, їхньої маси, об'єму, числа частинок (атомів, молекул, формульних одиниць), які беруть участь у хімічних реакціях, називають **стехіометричними**.

Стехіометрія — розділ хімії, що вивчає масові та об'ємні співвідношення між реагентами.

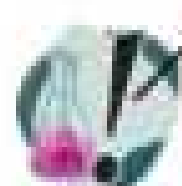
Пригадаємо, рівняння реакції утворення води з водню та кисню



Його можна прочитати двома способами.

Перший спосіб	Другий спосіб
Дві молекули водню реагують з однією молекулою кисню, утворюючи дві молекули води.	2 моль водню реагує з 1 моль кисню з утворенням 2 моль води.

У першому випадку ідеться про одиничний акт хімічної реакції, який відповідає мікростану, а хіміки/хімікині мають справу з макростаном, тому більш коректним буде другий спосіб.



Речовини беруть участь у реакції в кількостях, що пропорційні їх стехіометричним коефіцієнтам.

Під час розв'язування задач за рівняннями реакцій слід враховувати:

1. Коефіцієнти, що стоять перед формулою речовини, показують число моль даної речовини, яка бере участь у реакції. Коефіцієнт «1» перед формулою в рівнянні не пишуть.

2. Для всіх речовин, що беруть участь у реакції, відношення кількості речовини до коефіцієнту, що стоїть перед формулою речовини, однакове.

У загальному вигляді для реакції



справджується рівність:

$$\frac{n(A)}{a} = \frac{n(B)}{b} = \frac{n(D)}{d}$$

$$\frac{m(A)}{M(A) \cdot a} = \frac{m(B)}{M(B) \cdot b} = \frac{m(D)}{M(D) \cdot d}$$

Цю властивість використовують для складання пропорцій під час розв'язування задач.

Під час розв'язування задач з використанням рівнянь хімічних реакцій доцільно використовувати алгоритм.

1. Уважно прочитати умову задачі та коротко її записати.
2. Записати рівняння хімічної реакції (скласти рівняння за схемою, дібрати коефіцієнти).
3. У рівнянні однією рисою підкреслити хімічні формули речовин, кількості яких вказані в умові задачі, двома рисками — формули тих речовин, кількості яких потрібно обчислити.
4. За рівнянням хімічної реакції (відповідно до коефіцієнтів перед речовинами) записати кількості речовин під формулами цих речовин у рівнянні.
5. Дані з умови задачі та шукані величини (x) записати над формулами цих речовин.
6. Скласти пропорцію та знайти невідому величину (x).
7. Записати відповідь.



Приклади розв'язування задач

Обчислення за рівняннями реакцій кількості речовини реагентів і продуктів реакції

Приклад 1. Обчисліть кількість речовини (моль) кальцій оксиду CaO , який одержують за рівнянням реакції: $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$, якщо в реакції окиснення бере участь кальцій кількістю речовини 5 моль.

Відомо:	
$n(\text{Ca}) = 5$ моль	
$n(\text{CaO}) = ?$	

Розв'язання:

1. Записуємо рівняння реакції:

$$2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$$
2. Коефіцієнти в цьому рівнянні показують співвідношення кількості речовин реагентів і продуктів реакції:
з 2 моль кальцію реагує 1 моль кисню, у результаті чого утворюється 2 моль кальцій оксиду.

3. У рівнянні однією рисою підкреслюємо хімічні формули речовин, кількості яких вказані в умові задачі, двома рисками – формули тих речовин, кількості яких потрібно обчислити:



4. За рівнянням хімічної реакції (відповідно до коефіцієнтів перед речовинами) записуємо кількості речовин під формулами цих речовин у рівнянні.



5. Дані з умови задачі та шукані величини (x) записуємо над формулами цих речовин.



6. Складаємо пропорцію та знаходимо невідому величину (x).

$$\frac{5 \text{ моль (Ca)}}{2 \text{ моль (Ca)}} = \frac{x \text{ моль (CaO)}}{2 \text{ моль (CaO)}}$$

$$\text{Звідси } x = \frac{5 \cdot 2}{2} = 5 \text{ моль (CaO)}$$

Відповідь: кількість речовини утвореного кальцій оксиду (CaO) становить 5 моль ($n(\text{CaO}) = 5 \text{ моль}$).

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/qeXssw50> або за QR-кодом та перегляньте інші приклади розв'язування задач.



Як обчислити масу, якщо відома кількість речовини і навпаки?



Досліджуємо



Робота в парі

Визначення маси продукту реакції / реагенту за хімічним рівнянням.

Складіть алгоритм і розв'яжіть задачі Селени:

1. Яку масу (г) цинк оксиду можна одержати під час взаємодії цинку масою 6,5 г з киснем?
2. Яку масу (г) ферум(III) оксиду можна одержати під час взаємодії заліза масою 5,6 г з киснем?



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:

- Реагент — це ...
- Продукт реакції — це ...
- Коефіцієнти, що стоять у рівнянні реакції перед формулою



речовини, показують ...

2. Дайте відповіді на запитання:

- Яку інформацію про речовини можна одержати за рівнянням реакції?
- Як співвідносяться кількості речовин реагентів та продуктів реакції в рівнянні?
- На основі якого закону складають хімічні рівняння реакцій?

3. За рівнянням реакції:



обчисліть, яка кількість речовини (моль) кисню витрачається під час горіння пентану кількістю речовини 6 моль C_5H_{12} .

4. Доберіть коефіцієнти та складіть рівняння реакції за схемою:



Обчисліть, яка кількість речовини (моль) води утворюється, якщо реагує амоніаку кількістю речовини 3 моль.

5. Обчисліть кількість речовини (моль) кисню, який необхідний для взаємодії з воднем щоб одержати воду кількістю речовини 55 моль.

6. Яка кількість речовини (моль) амоніаку утворюється під час взаємодії водню кількістю речовини 4,2 моль з азотом?

7. У схемі реакції



доберіть коефіцієнти та обчисліть, яка маса (г) сульфур(VI) оксиду реагує з Fe_2O_3 кількістю речовини 3 моль.

8. Яка кількість речовини (моль) аргентум(I) нітрату реагує з алюміній хлоридом масою 213,6 г за схемою:



9. Яка кількість речовини (моль) алюміній оксиду утворюється під час розкладу $\text{Al}(\text{OH})_3$, якщо виділяється 23,4 г води. Схема реакції:



10.* Обчисліть масу (г) алюміній сульфід, яку можна одержати під час взаємодії алюмінію кількістю речовини 5 моль і сірки.

11.* Яка кількість речовини (моль) кисню необхідна для одержання води масою 144 г із кисню та водню.

12. Метан реагує з хлором з утворенням тетрахлорометану CCl_4 за схемою:



Обчисліть масу (г) утвореного гідроген хлориду, якщо прореагував метан масою 100 г.

- 13.* Складіть рівняння реакції розкладу аргентум(I) нітрату AgNO_3 , якщо продуктами реакції є срібло, нітроген(IV) оксид та кисень. Обчисліть число молекул кисню та число атомів Оксигену, які утворюються під час розкладу аргентум(I) нітрату кількістю речовини 0,35 моль.
14. Амоній нітрат NH_4NO_3 під час нагрівання розкладається на нітроген(I) оксид та воду за схемою:
$$\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}.$$
Обчисліть маси (г) утворених продуктів реакції, якщо розклали амоній нітрат масою 44 г.
- 15.* Нітратна кислота HNO_3 розкладається на світлі або під час нагрівання. Складіть рівняння реакції розкладу нітратної кислоти, якщо продукти реакції: вода, кисень та нітроген(IV) оксид. Обчисліть масу (г) нітратної кислоти, яка розкладається з утворенням води масою 90 г.
- 16.* Магній сульфід одержують під час нагрівання магнію та сірки. Яка кількість атомів Сульфуру реагує з металом, маса якого становить 18 г?
- 17.* Під час взаємодії алюмінію з азотом утворюється алюміній нітрид. Складіть рівняння реакції утворення алюміній нітриду з простих речовин та обчисліть кількість молекул азоту, які реагують з алюмінієм масою 2,7 кг.
- 18.* Натрій енергійно реагує з хлором (самозаймається в атмосфері хлору) з утворенням натрій хлориду. Складіть рівняння реакції та обчисліть кількість формульних одиниць одержаного натрій хлориду, якщо прореагував натрій масою 230 г.
- 19.* Фосфор взаємодіє з хлором з утворенням фосфор(V) хлориду. Складіть рівняння реакції та обчисліть масу (г) одержаного продукту реакції, якщо з фосфором прореагувало $3,01 \cdot 10^{24}$ атомів Хлору.
- 20.* Під час нагрівання малахіт $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ розкладається з утворенням купрум(II) оксиду, вуглекислого газу та води. Складіть рівняння реакції та обчисліть кількість речовини купрум(II) оксиду, масу води (г) і число молекул води, які утворилися в результаті повного розкладу малахіту масою 333 г.
- 21.* Обчисліть число молекул водню, яка необхідна для взаємодії з ферум(III) оксидом масою 240 кг. Обчисліть, яка кількість речовини (моль) води, маса (кг) заліза та число атомів Феруму при цьому утворюється.
- 22.* Обчисліть об'єм (м^3) етанолу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, який можна одержати

під час бродіння глюкози масою 45 кг за схемою:



(густина етанолу — 0,79 г/мл).



Перевірте себе

1. Оберіть правильну відповідь.

- 1) Укажіть кількість речовини хлору, яка необхідна для взаємодії з воднем кількістю речовини 5 моль за схемою реакції



а) 1 моль б) 2 моль в) 2,5 моль г) 5 моль

- 2) Під час прожарювання купрум(II) оксиду масою 360 г з вуглецем утворюється мідь і виділяється вуглекислий газ, кількість речовини якого становить:

а) 1 моль б) 2,5 моль в) 2,25 моль г) 2 моль

- 3) Маса купрум(II) сульфід, який одержали під час взаємодії міді масою 19,2 г з сіркою, становить

а) 14,4 г б) 28,8 г в) 24,4 г г) 48 г

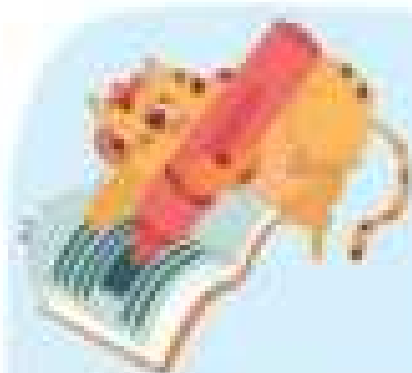
- 4) Число атомів Магнію, які реагують із хлоридною кислотою кількістю речовини 4 моль, за схемою реакції



а) $1,204 \cdot 10^{24}$ б) $1,204 \cdot 10^{23}$ в) $3,01 \cdot 10^{24}$ г) $6,02 \cdot 10^{23}$

2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:

- 1) За хімічними рівняннями можна обчислити кількість речовини, масу лише продуктів реакції.
2) Речовини беруть участь у реакції в кількостях, що пропорційні їх стехіометричним коефіцієнтам.

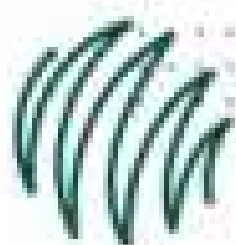


Ну що ж, ми все перевірили декілька разів. Експеримент виконано. Я одержала два оксиди: білий цинк оксид (ZnO) і бурий ферум(III) оксид (Fe_2O_3). Залишилося зважити отримані продукти й переко-
натися, що ми все зробили правильно.

Сьогодні я виписала слово:

стехіометрія — stoichiometry.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§11. ВІДНОСНИЙ ВИХІД ПРОДУКТУ РЕАКЦІЇ



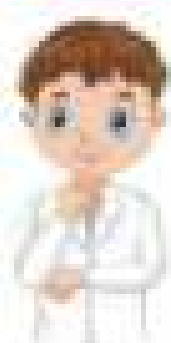
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- про відносний вихід продукту реакції;
- як обчислити відносний вихід продукту реакції.



От біда! Як тільки відчула себе справжньою експериментаторкою, відразу спіткала невдача. Зважила я одержані вчора оксиди, й виявилось, що я отримала 7,29 г цинк оксиду і 6,4 г ферум(III) оксиду. А мені потрібно по 8 г кожної речовини. І що тепер? Я змушена відкласти ремонт оселі. Але чому так сталося? Ми ж усе обчислили правильно. Акуратно виконали всі операції. Що робити? Потрібно все повторювати...

Не засмучуйся, Селено. Має ж бути якесь логічне пояснення. Можливо, ми щось не врахували. За законом збереження маси речовина не могла просто зникнути. Треба ще раз усе перевірити.



Мабуть, відбувалися ще якісь перетворення, про які ми не знаємо. Ось і виникли такі втрати. Але як врахувати їх у наших розрахунках? Як дізнатися, яка кількість речовини або маса металів прореагувала?



Як обчислити масу реагентів, якщо відома маса практично одержаної речовини?



Опрацьовуємо інформацію



Робота в групах

Гра «Вивчаємо хімічну мову».

Об'єднайтеся в групи по 7 осіб (бажано).

Узгодьте критерії оцінювання власної діяльності та діяльності ваших однокласників/однокласниць під час роботи в групах.

Одна група пропонує завдання для іншої групи: обирає певну схему реакції. Завдання іншої групи — перетворити схему на рівняння й дати характеристику за пелюстками ромашки.

Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.





Вихід продукту хімічної реакції.

У РЕАЛЬНИХ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЯХ МАСА ПРОДУКТУ ЗАВЖДИ ВІЯВЛЯЄТЬСЯ МЕНШОЮ, НІЖ ОБЧИСЛЕНА. ЧОМУ?



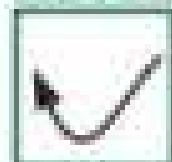
Багато реакцій оборотні та не відбуваються до кінця.



Під час взаємодії органічних речовин часто утворюються побічні продукти.



Речовини у різних агрегатних станах погано перемішуються, і частина просто не реагує.

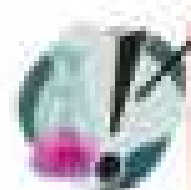


Частина газових речовин може випаровуватися.



Під час одержання осадів частина речовини може залишитися в розчині.

Важливим показником ефективності хімічного процесу є вихід продукту. У реальних умовах вихід будь-якого продукту завжди менший, ніж теоретичний. На його основі в реальному виробничому процесі роблять висновок про повноту перетворення сировини, затрати енергії.



Вихід продукту хімічної реакції — це відношення фактично одержаної кількості (маси, об'єму) речовини до максимально можливої, обчисленої за рівнянням реакції.

Відносний вихід продукту реакції позначають грецькою літерою η (ета). Виражають у долях (частках) від одиниці або відсотках.

Відносний вихід продукту можна обчислити за кількістю речовини або масою.

Для розрахунку відносного виходу продукту реакції використовують формули:

$$\eta = \frac{n_{\text{практ.}}}{n_{\text{теор.}}}, \quad \eta = \frac{m_{\text{практ.}}}{m_{\text{теор.}}},$$

де η — відносний вихід продукту реакції;

$n_{\text{практ.}}$, $m_{\text{практ.}}$ — кількість речовини, маса продукту реакції, фактично отримані;

$n_{\text{теор.}}$, $m_{\text{теор.}}$ — кількість речовини, маса продукту реакції, обчислені за рівнянням реакції.

Формули для обчислення відносного виходу продукту реакції у відсотках:

$$\eta = \frac{n_{\text{практ.}}}{n_{\text{теор.}}} \cdot 100\%,$$

$$\eta = \frac{m_{\text{практ.}}}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\%.$$



Приклади розв'язування задач.

Приклад 1. Під час розкладу кальцій карбонату CaCO_3 кількістю речовини 2 моль одержано кальцій оксид кількістю речовини 1,75 моль. Обчисліть відносний вихід (%) кальцій оксиду.

Відомо:

$$n(\text{CaCO}_3) = 2 \text{ моль}$$

$$n_{\text{практ.}}(\text{CaO}) = 1,75 \text{ моль}$$

$$\eta(\text{CaO}) = ?$$

Розв'язання:

1. Складаємо хімічне рівняння реакції розкладу кальцій карбонату:



2. Наведена в умові задачі кількість речовини кальцій оксиду — це кількість речовини

практично одержаного продукту. Отже, щоб обчислити відносний вихід продукту, спочатку необхідно обчислити теоретичну кількість речовини за рівнянням реакції:



$$\frac{2}{1} = \frac{x}{1}; \quad x = \frac{2 \cdot 1}{1} = 2 \text{ моль } (n_{\text{теор.}}(\text{CaO}))$$

3. Відносний вихід продукту реакції дорівнює:

$$\eta = \frac{n_{\text{практ.}}}{n_{\text{теор.}}} \cdot 100\%, \quad \eta = \frac{1,75}{2} \cdot 100\% = 87,5\%.$$

Відповідь: відносний вихід кальцій оксиду становить 87,5% ($\eta(\text{CaO}) = 87,5\%$).

Приклад 2. Калій хлорат KClO_3 кількістю речовини 2,5 моль під час нагрівання розклали на калій хлорид і кисень. Обчисліть кількість речовини (моль) одержаного кисню, якщо його відносний вихід становить 80%.

Відомо:

$$n(\text{KClO}_3) = 2,5 \text{ моль}$$

$$\eta(\text{O}_2) = 80\%$$

$$n_{\text{практ.}}(\text{O}_2) = ?$$

Розв'язання:

1. Складаємо схему реакції:



2. Добираємо коефіцієнти та перетворюємо схему на рівняння реакції:



3. У задачі йдеться про кількість речовини кисню, що можна одержати реально, тобто практичну кількість речовини. Записуємо формулу для обчислення відносного виходу продукту реакції:

$$\eta = \frac{n_{\text{практ.}}}{n_{\text{теор.}}} \cdot 100\%.$$

4. З формули для обчислення відносного виходу продукту реакції визначаємо практичну кількість речовини:

$$n_{\text{практ.}} = \frac{\eta \cdot n_{\text{теор.}}}{100\%}$$

5. За рівнянням реакції обчислюємо теоретичну кількість речовини кисню:



$$\frac{2,5}{2} = \frac{x}{3}; \quad x = \frac{2,5 \cdot 3}{2} = 3,75 \text{ моль } (n_{\text{теор.}}(\text{O}_2)).$$

Ця кількість речовини кисню утворилася б, якби не було побічних процесів.

5. Обчислюємо практично одержану кількість речовини кисню з урахуванням відносного виходу продукту реакції:

$$n_{\text{практ.}}(\text{O}_2) = \frac{80 \cdot 3,75}{100\%} = 3 \text{ моль}$$

Відповідь: кількість речовини практично одержаного кисню становить 3 моль ($n_{\text{практ.}}(\text{O}_2) = 3 \text{ моль}$).

Приклад 3. Один зі способів одержання метану CH_4 — взаємодія вуглецю з надлишком водню. Яка кількість речовини (моль) вуглецю потрібна для одержання метану кількістю речовини 4,5 моль, якщо відносний вихід продукту дорівнює 90%.

Відомо:

$$n_{\text{практ.}}(\text{CH}_4) = 4,5 \text{ моль}$$

$$\eta(\text{CH}_4) = 90\%$$

$$n(\text{C}) = ?$$

Розв'язання:

1. Складаємо схему реакції:



2. Добираємо коефіцієнти та перетворюємо схему на рівняння реакції:



3. З умови задачі кількість речовини метану – практична кількість речовини продукту реакції. Її реально треба одержати. З урахуванням відносного виходу продукту реакції теоретично, мало б утворитися більше метану.

Записуємо формулу для обчислення відносного виходу продукту реакції:

$$\eta = \frac{n_{\text{практ.}}}{n_{\text{теор.}}} \cdot 100\%.$$

4. З формули для обчислення відносного виходу продукту реакції визначаємо теоретичну кількість речовини:

$$n_{\text{теор.}} = \frac{n_{\text{практ.}}}{\eta} \cdot 100\%$$

Обчислюємо теоретичну кількість речовини метану:

$$n_{\text{метр}}(\text{CH}_4) = \frac{4,5}{90} \cdot 100\% = 5 \text{ моль}$$

5. Обчислюємо кількість речовини вуглецю, необхідну для одержання 5 моль метану:



$$\frac{x}{1} = \frac{5}{1}; \quad x = \frac{5 \cdot 1}{1} = 5 \text{ моль } (n(\text{C}))$$

Відповідь: кількість речовини вуглецю становить 5 моль, ($n(\text{C}) = 5 \text{ моль}$).

Досліджуємо



Робота в парі

Визначення маси продукту реакції з урахуванням його відносного виходу.

1. Пригадайте попереднє завдання Селени. Сформулюйте гіпотези, чому маса продуктів у реакціях одержання цинк оксиду й ферум(III) оксиду менша від теоретично розрахованої.
2. Відшукайте ваші розрахунки мас продуктів реакцій: цинк оксиду й ферум(III) оксиду. Обчисліть вихід кожного продукту, зважаючи на те, що Селена отримала цинк оксид масою 7,29 г і ферум(III) оксид масою 6,4 г.
3. Обчисліть масу цинку, потрібну для одержання цинк оксиду масою 8 г, враховуючи обчислений вами вихід реакції.
4. Обчисліть масу заліза, потрібну для одержання ферум(III) оксиду масою 8 г, враховуючи обчислений вами вихід реакції.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:
 - За хімічними рівняннями можна обчислити ...
 - Відносний вихід продукту — це ...
 - Стехіометрія — це ...
 - Відносний вихід продукту реакції позначають ...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Як обчислити відносний вихід продукту за кількістю речовини?
 - Як обчислити відносний вихід продукту за масою?
3. Для окиснення сульфур(IV) оксиду використали кисень кількістю речовини 5 моль. Одержали сульфур(VI) оксид кількістю речовини 8,55 моль. Обчисліть відносний вихід (%) продукту реакції.
4. Під час відновлення цинку алюмінієм з цинк оксиду кількі-



стю речовини 0,8 моль одержали цинк масою 39 г. Обчисліть відносний вихід (%) продукту реакції.

5. Змішали порошок заліза масою 112 г із сіркою та нагріли. Кількість речовини утвореного ферум(II) сульфіді становила 1,7 моль. Обчисліть відносний вихід (%) продукту реакції.
6. Під час взаємодії заліза із хлором масою 42,6 г одержали ферум(III) хлорид масою 45,5 г. Обчисліть відносний вихід (%) продукту реакції.
7. Під час взаємодії магнію масою 1,2 кг з азотом одержали магній нітрид масою 90 кг. Обчисліть відносний вихід продукту реакції (%).
8. Під час термічного розкладу метану масою 80 кг одержали сажу (проста речовина Карбону) масою 24 кг та водень. Обчисліть відносний вихід (%) продукту реакції (сажі).
9. Над сіркою кількістю речовини 0,5 моль пропустили водень під час нагрівання. Обчисліть кількість речовини (моль) одержаного сірководню (гідроґен сульфіді) H_2S , якщо відносний вихід продукту реакції становить 85%.
10. Цинк оксид кількістю речовини 0,8 моль відновили вуглецем за схемою:



Обчисліть масу (г) утвореного металу, якщо відносний вихід продукту реакції дорівнює 65%.

11. Обчисліть кількість речовини (моль) метану, яку можна одержати з вуглецю масою 54 г і водню, якщо відносний вихід продукту реакції дорівнює 95%.
12. Під час взаємодії карбон(II) оксиду з ферум(III) оксидом одержали залізо масою 112 г і вуглекислий газ. Обчисліть масу (г) використаного ферум(III) оксиду, якщо відносний вихід продукту реакції становить 80%.
13. Обчисліть масу (г) кальцій карбіді, який утворюється під час взаємодії коксу з кальцій оксидом масою 16,8 г, якщо відносний вихід продукту реакції становить 80%.
14. Для одержання алюміній йодиду алюмінієвий порошок змішують із йодом з додаванням кількох крапель води. Складіть рівняння реакції взаємодії алюмінію з йодом та обчисліть кількість речовини (кмоль) та масу алюміній йодиду (кг), яку можна отримати з алюмінію масою 27 кг, якщо відносний вихід продукту реакції становить 0,95.
15. Яка кількість речовини (моль) карбон(II) оксиду була використана для відновлення заліза із ферум(III) оксиду, якщо одер-

жано залізо кількістю речовини 0,4 моль з відносним виходом продукту реакції 80%?

16. Карбон(IV) оксид кількістю речовини 0,85 моль пропустили над розжареним вугіллям. Обчисліть масу (г) утвореного карбон(II) оксиду, якщо відносний вихід продукту становить 95%.
- 17.* Обчисліть масу (г) сірки, яку спалили, якщо кількість речовини утвореного сульфур(IV) оксиду становить 3,5 моль. Відносний вихід продукту реакції дорівнює 70%.
- 18.* Під час взаємодії водню та азоту одержали амоніак масою 35,7 г з відносним виходом продукту реакції 35%. Які кількості речовини (моль) водню й азоту були взяті для реакції.
- 19.* Під час розкладу амоній хлориду NH_4Cl утворюється амоніак масою 170 г та гідроген хлорид. Обчисліть масу (г) використаного для реакції амоній хлориду, якщо відносний вихід продукту (амоніаку) становив 80%.
- 20.* Барій одержують методом алюотермічного відновлення барій оксиду алюмінієм за схемою:
$$3\text{BaO} + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{Ba} + \text{Al}_2\text{O}_3.$$
Обчисліть, яку масу (кг) алюмінію необхідно використати для одержання барію масою 65,76 кг, якщо відносний вихід продукту реакції становить 0,8.
- 21.* Ферум(III) хлорид одержують під час взаємодії ферум(II) хлориду з хлором. Складіть рівняння реакції та обчисліть кількість речовини (кмоль) хлору, який необхідний для одержання ферум(III) хлориду масою 650 кг, якщо відносний вихід продукту реакції становить 80%.
- 22.* Суміш алюмінію та сірки привели до умов реакції та одержали алюміній сульфід. Яку кількість речовини (моль) та масу масу (кг) алюмінію й сірки потрібно використати для одержання алюміній сульфід масою 13,5 кг, якщо відносний вихід продукту реакції становить 0,9.

Перевірте себе

1. У кожній трійці оберіть правильно записану формулу:

1)
$$\eta = \frac{n_{\text{теор.}}}{n_{\text{факт.}}}$$

2)
$$\eta = \frac{n_{\text{факт.}}}{n_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

$$3) \quad \eta = \frac{n_{\text{пр.акт.}} \cdot n_{\text{теор.}}}{100\%}$$

$$1) \quad \eta = \frac{m_{\text{теор.}}}{m_{\text{пр.акт.}}} \cdot 100\%$$

$$2) \quad \eta = \frac{m_{\text{пр.акт.}}}{m_{\text{теор.}}}$$

$$3) \quad \eta = \frac{m_{\text{теор.}}}{100\%} \cdot n_{\text{пр.акт.}}$$

$$1) \quad m_{\text{пр.акт.}} = \frac{m_{\text{теор.}}}{\eta} \cdot 100\%$$

$$2) \quad n_{\text{пр.акт.}} = \frac{\eta}{n_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

$$3) \quad n_{\text{пр.акт.}} = \frac{\eta \cdot n_{\text{теор.}}}{100\%}$$

2. Укажіть відносний вихід (%) фреону CF_2Cl_2 , який одержали з тетрахло-
рометану CCl_4 за схемою:



Маса тетрахлометану, який прореагував, становила 30,8 г. Маса
одержаного фреону 11,616 г.

а) 43% г б) 48% в) 40% г) 51%

3. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
- 1) Відносний вихід продукту можна обчислити лише за кількістю ре-
човини.
 - 2) У реальних хімічних реакціях маса продукту завжди виявляється
більшою, ніж обчислена за рівнянням.
 - 3) Відносний вихід продукту реакції становить 100%.



Он воно що... То ми не врахували вихід продук-
ту реакції! Виявляється, маса реагентів має бути
більшою, ніж та, що ми обчислили за рівняннями.

Тепер я це враховуватиму в майбутніх своїх дослі-
дженнях. Дякую вам за підтримку! Іду повторювати експери-
мент. Сподіваюся, що вже цього разу я досягну мети.

Сьогодні я виписала словосполучення

the percent yield — відносний вихід.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші
досягнення в карту успіху.



Самоконтроль знань із теми
«Пізнаємо кількісні закони хімії»

1. Укажіть одиницю вимірювання відносної атомної маси (A_r):
а) г в) а.о.м. б) кг г) немає розмірності
2. Число частинок визначається за формулою:
а) $N = N_A / n$ б) $N = N_A \cdot n$ в) $N = m / n$ г) $N = m \cdot n$
3. Укажіть формулу ферум(III) сульфід
а) FeS б) Fe₂S в) Fe₂S₃ г) Fe₃S₂
4. Укажіть рядок, у якому формули усіх бінарних сполук складено правильно
а) CaBr, Fe₂S, K₂O, б) CaCl₂, NaO, Al₂S
в) SiO₂, CaP₃, BaCl₂ г) CaH₂, MgS, AlP
5. Укажіть речовини, сума індексів у формулах яких однакова
1) натрій сульфід 2) сульфур(VI) оксид 3) ферум(III) хлорид
4) магній нітрид 5) натрій фосфід 6) алюміній карбід
а) 1, 3, 5 б) 2, 3, 5 в) 2, 3, 6 г) 2, 4, 6
6. Укажіть кількість речовини (моль) манган(VII) оксиду, яка містить 14 моль Оксигену
а) 2 б) 14 в) 7 г) 4
7. Виберіть правильне твердження щодо молярної маси:
а) величина, що визначається числом структурних одиниць у певній порції речовини
б) величина, що визначається масою однієї молекули речовини
в) маса 1 моль речовини
г) величина, що визначається загальною кількістю атомів у молекулі речовини
8. Укажіть число молекул, що міститься в 10 моль азоту
а) $6,02 \cdot 10^{23}$ б) $6,02 \cdot 10^{24}$
в) $6,02 \cdot 10^{22}$ г) $0,602 \cdot 10^{22}$
9. Увідповідніть маси та кількість речовини алюміній оксиду

$m, \text{г}$	$n, \text{моль}$
а) 25,5	1) 1
б) 5,1	2) 0,5
в) 51	3) 0,05
	4) 0,25
10. Проаналізуйте твердження. Чи є поміж них правильні?
І. Кількість молекул, які містять в 0,1 моль кисню дорівнює кількості молекул, які містяться в нітроген(IV) оксиді масою 9,2 г.
ІІ. Для величин молярних мас H_2SO_4 та H_3PO_4 : $M(\text{H}_2\text{SO}_4) > M(\text{H}_3\text{PO}_4)$
а) лише І
б) лише ІІ
в) обидва правильні
г) немає правильних
11. Укажіть правильні твердження:
а) масова частка Броду у кальцій броміді є числом, кратним 4

- б) масова частка Броду у кальцій броміді більша, ніж масова частка Кальцію у кальцій оксиді
- в) масова частка Кальцію у кальцій броміді менша, ніж масова частка Магнію в магній оксиді
- г) масові частки Сульфору і Оксигену в сульфур (IV) оксиді однакові
12. Укажіть кількість речовини (моль) водню, яку потрібно використати для одержання 28,8 г метану CH_4 із простих речовини. Відносний вихід продукту реакції дорівнює 90%.
- а) 2 б) 4 в) 1 г) 3



Доповніть речення та оцініть свої досягнення

• Я дізнався/дізналася

• Я знаю

• Я можу

• Я вмію

Я все розумію та можу пояснити.

Я ще не все розумію та допускаю помилки.

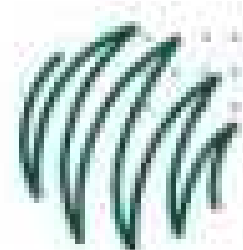
Мені важко відповісти на запитання.



ТЕМА 2.

ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ





§12. СКЛАД ПОВІТРЯ. КИСЕНЬ ЯК НАЙВАЖЛИВІШИЙ ГАЗ ЖИТТЯ



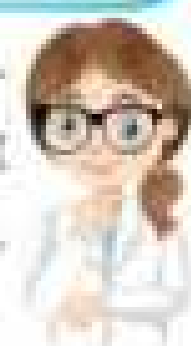
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- з яких газів складається повітря;
- про будову й властивості молекули кисню;
- яке значення кисню в житті живих організмів.



На вихідних я відпочивала в горах. Як там красиво! Дух захоплює від величі природи! А повітря... Яке воно чисте й свіже! Так легко дихати! Не те, що в місті... Мені цікаво, хіба повітря в горах і в місті має різну формулу? І взагалі, яка формула повітря?

З курсу «Пізнаємо природу» нам відомо, що повітря — це суміш різних газів. Тож окремої формули для повітря немає, оскільки для кожного газу є своя хімічна формула. А от щодо сталості складу повітря важко сказати...



Чи залежить склад повітря від типу місцевості? Чи однаковий склад повітря в різних населених пунктах і за їх межами?



Опрацьовуємо інформацію



Повітря та його склад



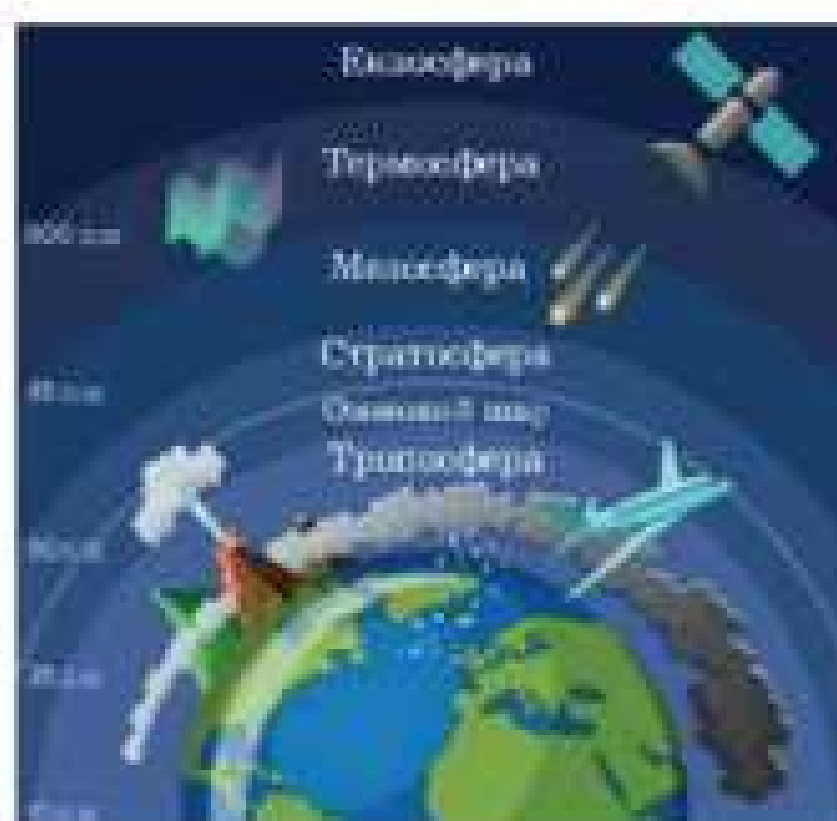
Які речовини входять до складу повітря? Якого газу в повітрі найбільше?

Атмосфера Землі складається з кількох шарів, кожен з яких має свій склад і температуру.



Робота в парі

Розгляньте мал. 12.1 і пригадайте, з яких шарів складається атмосфера. Оберіть один із шарів атмосфери та, використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про його склад і процеси, які в ньому відбуваються.



Мал. 12.1. Склад атмосфери

У приземному шарі атмосфери основними компонентами повітря є азот, кисень, аргон, вуглекислий газ. Інші гази присутні в дуже малих кількостях (табл. 12.1).

Таблиця 12.1

Склад повітря

Газ	Частка газу в повітрі	
	Масова, %	Об'ємна, %
Азот	75,51	78,084
Кисень	23,14	20,946
Аргон	1,29	0,930
Вуглекислий газ	0,051	0,037
Інші гази:		
Неон	0,0014	0,00182
Гелій	0,000073	0,00052
Метан	0,00010	0,00015
Криптон	0,0029	0,00011



Робота в парі

Розгляньте табл. 12.1. За інформацією з таблиці Селена склала діаграму складу повітря. Але Марко з Тамілою помітили в ній помилки. Перевірте інформацію в діаграмі, доповніть її назву й виправте помилки, якщо вони є.



Вміст водяної пари в повітрі біля поверхні Землі може коливатися від 0,2% до 4%. Зважаючи на це, змінним є і вміст інших газів у повітрі.

Якщо повітря — це суміш газів, то як обчислити його масу? Для цього врахуємо, які гази містяться в повітрі і яка їх об'ємна частка. Допоможіть мені, будь ласка.



1. Обчисліть молярні маси компонентів повітря й заповніть таблицю.

Основні компоненти повітря	Формула	Молярна маса газу M , г/моль	Об'ємна частка газу в повітрі φ , %	$M \cdot \varphi$
Азот				
Кисень				
Аргон				
Вуглекислий газ				

2. Додайте дані останнього стовпчика й отримайте приблизне значення молярної маси повітря.

Зважаючи на те, що молярна маса повітря $M_{\text{повітря}} = 29$ г/моль, усі гази, які матимуть меншу молярну масу, будуть підійматися

догори, а гази з більшою масою — опускатися до землі.



Робота в парі

Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію, яким газом наповнюються повітряні кульки. Поясніть, чому вони підіймаються вгору? Чому кульки, надуті людиною, падають? Підтвердіть свої міркування відповідними розрахунками.

Знання властивостей різних речовин, особливо їхньої маси, має велике значення й може врятувати життя. Розуміння поведінки газів у різних ситуаціях допомагає нам правильно діяти у разі небезпеки.

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/7ekvETwi> або за QR-кодом та ознайомтеся з алгоритмом дій у випадку витoku небезпечних газів.



Робота в парі

Зробіть глибокий вдих і видих. Поміркуйте, що ви вдихнули та що видихнули. Як змінюється склад повітря у класі під час уроку?

Існує поширена думка, що людина вдихає кисень і видихає вуглекислий газ. Це не зовсім так, адже і вдихає, і видихає людина суміш газів — повітря.

Частка кисню в повітрі, що видихається, знижується з приблизно 21% до 14,4%, а вуглекислого газу — збільшується з 0,037% до 4,4%.

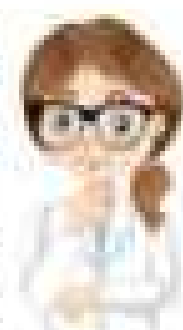


Кисень: відкриття, будова та властивості



Який газ необхідний для життя? Яка його формула?

Кисень, який є життєво необхідним для більшості форм життя на Землі, був відкритий у XVIII столітті. Це відкриття є результатом досліджень кількох учених. Ми виконали пошукову роботу й дослідили, які науковці незалежно один від одного працювали над дослідженням природи газів і відкриттям кисню, а їхні портрети нам допоміг згенерувати штучний інтелект. Перейдіть на сайт за покликанням <https://cutt.ly/hekvWL95> або за QR-кодом та ознайомтеся з результатами нашого дослідження.



Робота в парі

Пригадайте формулу кисню. Атомами якого елемента утворена молекула кисню? Заповніть таблицю.

Назва		Період		Порядковий номер	
Символ		Група		A _г	

Кисень за звичайних умов є безбарвним газом, без запаху. Важчий за повітря, малорозчинний у воді. Скраплюється у блідо-блакитну рідину за температури -183°C , твердне, утворюючи сині кристали, за температури -219°C . Транспортують зріджений кисень у балонах синього кольору. Кисень підтримує горіння.

Досліджуємо

Робота в групах

Визначення вмісту кисню в повітрі.

Для роботи нам потрібно: широка посудина, скляна банка або циліндрична склянка, свічка, вода, маркер, лінійка або інший вимірювальний прилад.

1. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
2. Поміркуйте, як закріпити вертикально свічку на дні широкої посудини. Перевірте свої припущення експериментально та закріпіть свічку. Налийте воду в посудину приблизно на половину її об'єму.
3. Сформулюйте гіпотези щодо умов виникнення та припинення горіння.
4. Запаліть свічку. Швидко накрийте її перевернутою скляною банкою або циліндричною склянкою. Слідкуйте, щоб край банки (склянки) був повністю занурений у воду, що запобігатиме потраплянню у банку повітря ззовні.
5. Відмітьте маркером початковий рівень рідини на банці (склянці).
6. Спостерігайте за процесом горіння свічки та рухом рідини. Використовуючи додаткові джерела інформації, поясніть явища, які відбуваються.
7. Після того, як свічка згасне, відмітьте рівень рідини в банці. Виміряйте висоту стовпа води, що піднявся всередині банки, порівняно з початковим рівнем за допомогою лінійки ($h_{\text{води}}$).
8. Виміряйте загальну висоту банки ($h_{\text{банк}}$).
9. Обчисліть вміст кисню в повітрі (%) за формулою

$$\varphi(\text{O}_2) = (h_{\text{води}}/h_{\text{банк}}) \cdot 100\%$$
10. Зробіть висновок щодо вмісту кисню в повітрі у вашому приміщенні.
11. Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.

Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:
 - Повітря — це ...

- Основними компонентами повітря є ...
 - Молярна маса повітря дорівнює ...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Які хімічні формули двох основних компонентів повітря?
 - Які компоненти повітря є простими речовинами, а які — складними?
 - Як визначити вміст кисню в повітрі?
 3. Поміркуйте, чи однаковим є склад повітря у вашому населеному пункті, столиці України, на узбережжі Чорного моря й біля підніжжя Говерли? Відповідь обґрунтуйте.
 4. Опишіть фізичні властивості кисню.
 5. Дайвінг — це один із видів підводного плавання та можливість дослідити водний світ. Обов'язковим елементом спорядження дайверів є балони для дайвінгу. Зазвичай у них знаходиться спеціальна суміш газів. Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте склад сумішей для дайвінгу та порівняйте його зі складом повітря.
 6. Використовуючи додаткові джерела інформації, поясніть, чому під час сходження на Еверест альпіністи, зазвичай, використовують кисневі балони. Під час сходження на яку висоту доцільно їх використовувати? Наведіть приклади гір, де вони потрібні під час сходження. Чи є такі вершини в Україні?
 7. Розгляньте хмару слів. Випишіть характеристики кисню.
 8. Знайдіть у філворді відповіді на питання.
 - 1) Природна суміш газів в атмосфері.
 - 2) Хто перетворює вуглекислий газ з атмосфери на кисень.
 - 3) Колір зрідженого кисню.
 - 4) Газ, що утворюється під час дихання (вміст у повітрі близько 0,037%)
 - 5) Газ, вміст якого в повітрі близько 78%.
 - 6) Газ, який підтримує горіння та є частиною складу повітря.



Б	М	Ш	Т	Ж	Е	Ч	В	У	Г	Л	Е	К	И	С	Л	И	Й	Х	Н
Б	Л	А	К	И	Т	Н	И	Й	З	К	М	Г	А	С	К	Г	М	Ф	М
Т	І	Й	Ф	П	О	В	І	Т	Р	Я	З	Ж	Й	К	А	З	О	Т	З
Т	К	И	С	Е	Н	Ь	Ш	О	Ч	И	М	Р	О	С	Л	И	Н	И	Т

9. Складіть сенкан про кисень.
10. Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте, що таке кисневе голодування. Які його причини? Які заходи необхідні для запобігання цьому явищу?

А чи знаєте ви...

Кисень може стати отрутою! Вдихання повітря з підвищеним вмістом кисню під тиском або навіть чистого кисню може мати серйозні наслідки для здоров'я. Яскравою ознакою перенасичення киснем є запаморочення. Вдихання чистого кисню протягом тривалого часу може спричинити запалення легень і дихальну недостатність. У дуже високих концентраціях кисень може викликати судом.

Робота в парі

Унаслідок дихальної недостатності виникає енергетичний голод клітин. Тому важливим завданням є виявлення змін рівня кисню в крові. Особливо актуальним це питання стало під час пандемії COVID-19. Швидко виміряти цей показник можна спеціальним приладом — пульсоксиметром.



1. Ознайомтеся з правилами використання пульсоксиметра та перевірте рівень кисню в крові учасників/учасниць вашої групи. Зробіть висновки, враховуючи те, що норма рівня кисню в крові становить 95-100%.
2. Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте, що таке кисневі концентратори. Як вони працюють? Де їх використовують?

А чи знаєте ви...

Для комфортного проживання в тій чи іншій країні недостатньо мати певний рівень доходу, житло, якісну медицину та доступну освіту. Важливою є кількість зелених насаджень на душу населення, адже саме рослини забезпечують нас киснем і тішать око своїм зеленим убранням у теплу пору року. На планеті Земля нараховують понад три трильйони дерев. На кожну людину припадає близько 400 дерев.

Робота в парі

Використовуючи додаткові джерела інформації, підготуйте коротку доповідь про кількість дерев, які припадають на людину в Україні, Канаді, США, Великобританії, Японії та інших країнах (на вибір групи). Відслідкуйте, чи є взаємозв'язок між площею країни та кількістю насаджень. Обговоріть з однокласниками/однокласницями доцільність збільшення кількості зелених насаджень у вашому населеному пункті.

Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=p8woc7gwk24> і перевірте свої знання.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Кисень за кімнатної температури скраплюється в блідо-блакитну рідину.
 - 2) Основними компонентами повітря є азот (78%) і кисень (21%).



А чи знаєте ви...

Щодня ми цікавимося прогнозом погоди для того, щоб знати, який одяг обрати. Чи брати парасольку? А може потрібні сонцезахисні окуляри? Хто дає відповіді на ці запитання?

Метеорологи прогнозують погоду, аналізують кліматичні зміни, а також

- попереджають про бурі, урагани та снігопади;
- допомагають авіації уникати турбулентності;
- завдяки їхнім дослідженням можна контролювати рівень забруднення та покращувати якість повітря.

В Україні існують онлайн-ресурси, які надають актуальну інформацію про стан атмосфери. Наприклад, на сайті станції Eco-City (за покликанням <https://cutt.ly/be50smwh>) можна переглянути інтерактивну карту якості повітря з даними про вміст газів у атмосфері, які оновлюються щогодини.



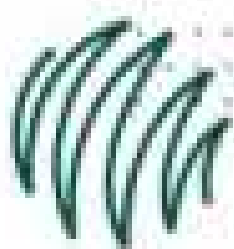
У це важко повірити: який він різний — кисень. З одного боку — газ необхідний для життя, бо ми ним дихаємо, а з іншого — отруйна речовина! Коли я плануватиму дайвінг або сходження на Еверест, про це пам'ятатиму. Сьогодні зрозуміла, що зелені насадження не тільки милують наше око, а ще й украй потрібні, особливо у великих промислових зонах. Біжу провітрювати кімнату, щоб повітря було свіжим і мені краще працювалося!

Сьогодні я виписала такі слова:

air — повітря;

oxygen — кисень.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§13. ОДЕРЖАННЯ КИСНЮ. КАТАЛІЗАТОРИ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- про методи одержання та збирання кисню;
- що таке каталізатор;
- яке значення каталізаторів у природі та промисловості.



Хочу максимально збагатити повітря моєї кімнати киснем. Знаю, що це роблять мої кімнатні рослини, але я ж можу їм допомогти. З літератури довідалася, що кисень одержують розкладом гідроґен пероксиду, в аптеці є такий препарат — розчин перекису водню.

А ми вже все підготували. Експеримент почався, але відбувається дуже повільно. З'являються бульбашки якогось газу. Напевно, це кисень. Одна... Друга... Якось довго й нудно... Як цей процес можна було б прискорити...



Поміркуймо. Для чого використовують розчин перекису водню? Здебільшого для механічного очищення та попередньої обробки рани. У цьому випадку ми помічаємо бульбашки газу, який швидко утворюється безпосередньо на обробленій ділянці. То що ж прискорює цей процес? Як можна швидко одержати кисень?



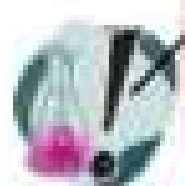
Чи є речовини, які прискорюють процес одержання кисню?



Опрацьовуємо інформацію



Поняття про каталізатор. Каталізатори в природі та промисловості



Каталізатори — речовини, які прискорюють хімічну реакцію та залишаються після її перебігу незмінними.

Термін «каталіз» був уперше введений шведським хіміком Йонсом Якобом Берцеліусом у 1835 році. Він описав явище, коли речовини прискорюють хімічні реакції, залишаються незмінними після їх перебігу, а отже, можуть бути використані повторно. Каталізатор у схемі реакції вказують над стрілкою.

Одним із прикладів повторного використання каталізаторів є



процес Габера-Боша для синтезу амоніаку в промисловості:



У цьому процесі залізо (Fe) є каталізатором і його використовують багаторазово. Це робить процес синтезу амоніаку економічно більш вигідним та ефективним.

Каталізатори можуть бути як органічного, так і неорганічного походження.



Робота в парі

Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте каталізатори для реакції розкладу гідроген пероксиду H_2O_2 .



Пригадайте з уроків біології, що таке ферменти. Яка їхня роль в організмі людини?

Каталізатори прискорюють низку процесів у живих організмах. Вони сприяють травленню, покращують захист організмів чи сприяють утворенню поживних речовин, необхідних для нормальної життєдіяльності. Допомагають прискорювати реакції, що забезпечують життєдіяльність організмів, їхній ріст і розвиток, обмін речовин.



Робота в парі

Використовуючи додаткові джерела інформації, укажіть (за зразком) 5 природних каталізаторів, джерела їх виникнення та значення для живих організмів.

Каталізатор	Функція	Джерело	Значення
Хлорофіл	Каталізує фотосинтез, перетворюючи світлову енергію на хімічну.	Зелені рослини, водорості, деякі бактерії.	Сприяє синтезу органічних речовин і кисню, які необхідні для життя на Землі.

Каталізатори є невід’ємною частиною багатьох промислових процесів. Вони значно підвищують ефективність виробництва, знижуючи енерговитрати та прискорюючи реакції.

Окрім каталізаторів, є інші речовини, які можуть впливати на швидкість реакції.

Інгібітори — це речовини, які уповільнюють або повністю зупиняють хімічні реакції.

Наприклад, вітамін С (аскорбінова кислота), що міститься в лимонному соці, уповільнює взаємодію харчових продуктів, з киснем повітря, зберігаючи їх свіжість і запобігаючи псуванню.



Методи одержання кисню

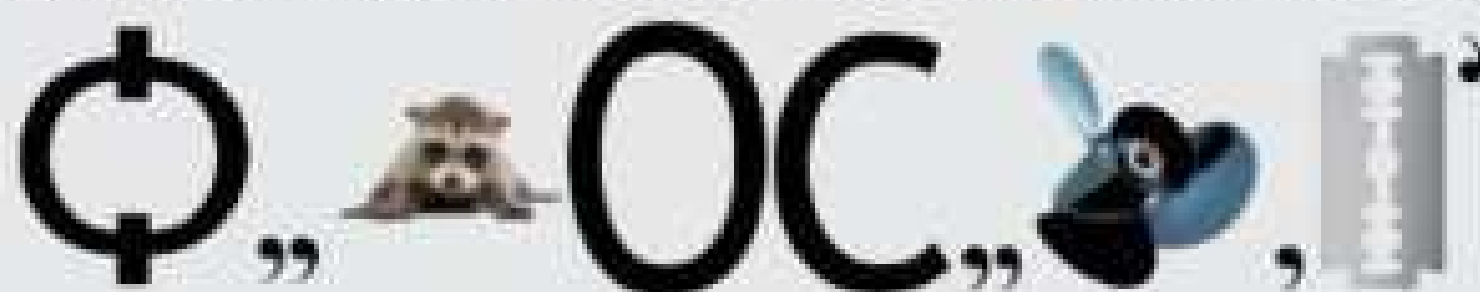
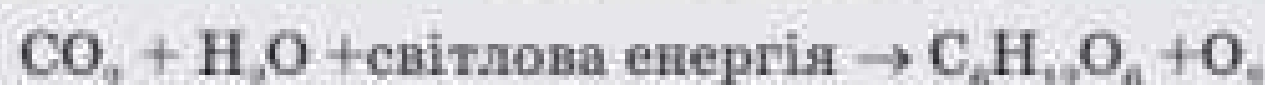


Який склад молекули кисню? Які його фізичні властивості?



Робота в парі

Розгадайте ребус. Пригадайте, за яких умов відбувається цей процес. Перетворіть схему реакції на рівняння. Укажіть загальну суму коефіцієнтів.



А чи знаєте ви...

Одними з перших фотосинтезуючих організмів, які з'явилися близько 3,5 мільярдів років тому, є ціанобактерії. У процесі життєдіяльності вони змінили якісний склад атмосфери, створюючи умови для розвитку складніших форм життя.

У лабораторних умовах невеликі кількості кисню можна одержати за допомогою реакції розкладу.



Які ви знаєте типи реакцій? Яку реакцію називають реакцією розкладу?

ОДЕРЖАННЯ КИСНЮ В ЛАБОРАТОРІЇ

1. Розклад гідроген пероксиду (H_2O_2):



2. Розклад калій перманганату (KMnO_4):



3. Розклад калій хлорату калію (бертолетової солі KClO_3):



4. Розклад нітратів (вперше кисень отримано К. Шеєле із натрієвої селітри — натрій нітрату NaNO_3):



5. Розклад ртутр(II) оксиду (за цією реакцією кисень отримав Дж. Прістлі):



У промислових умовах кисень одержують скрапленням повітря, охолоджуючи його до дуже низької температури (приблизно -200°C). Потім скраплене повітря поступово нагрівають, за температури -196°C агрегатний стан з рідкого на газуватий змінює азот, а за -183°C — кисень. Такий метод називають *фракційна перегонка*.

Температура	Агрегатний стан основних компонентів повітря
Вище -183°C	Газуватий азот, газуватий кисень
Вище -196°C	Газуватий азот, рідкий кисень
-200°C	Рідке повітря

Проте найбільші об'єми кисню отримують з води, розкладаючи її на прості речовини — водень і кисень — електричним струмом.



Цей процес називається *електроліз*.



Поміркуйте, як можна зібрати газ?

Для того щоб зібрати кисень, використовують два методи:

Метод витіснення води	Метод витіснення повітря
Цей метод дозволяє легко зібрати газ, який не розчиняється у воді.	Цей метод використовують для збирання газів, важчих за повітря, які можуть розчинятися у воді, або якщо є потреба у швидкому збиранні великої кількості газу.



Робота в парі

Розгляньте малюнки. З чого складаються установки для збирання газів? Поясніть, як відбувається процес збирання газу. Чому ці методи використовують для збирання кисню?



Досліджуємо

1. Порівняння активності каталізаторів

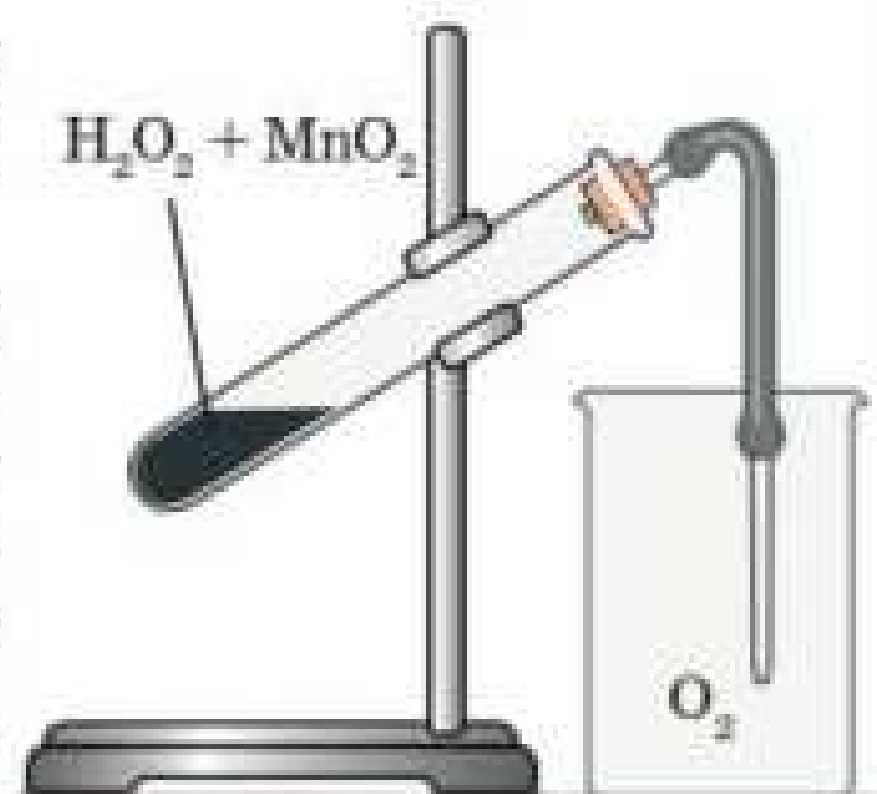
Для роботи нам потрібно: 4 склянки або пробірки, розчин гідроґен пероксиду, по шматочку сирої та вареної картоплі, сирого м'яса, порошок манґан(IV) оксиду MnO_2 .

- 1) Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
- 2) Пригадайте, як одержують кисень з гідроген пероксиду. Які речовини прискорюють цю хімічну реакцію? Дослідіть дію каталізаторів (сирої та вареної картоплі, сирого м'яса та манган(IV) оксиду) на розклад гідроген пероксиду.. Сформулюйте гіпотезу, складіть план експерименту та спрогнозуйте його результати.
- 3) Зробіть висновок щодо активності каталізаторів. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу? Підберіть найефективніший каталізатор.

2. Одержання кисню з гідроген пероксиду в присутності каталізатора манган(IV) оксиду

Для роботи нам потрібно: пробірка, штатив, корок з газовідвідною трубкою, розчин гідроген пероксиду, порошок MnO_2 , склянка, предметне скельце.

- 1) Зберіть установку для одержання кисню методом витіснення повітря, як показано на мал.13.1.
- 2) У пробірку налейте кілька крапель розчину гідроген пероксиду та додайте порошок MnO_2 (на кінчику шпателя). Закрийте пробірку корком із газовідвідною трубкою та перевірте прилад на герметичність. Що спостерігаєте?



Мал. 13.1. Установка для одержання кисню

- 3) Запишіть рівняння реакції.
- 4) Зберіть газ, який утворюється, методом витіснення повітря. Чому кисень збирається в хімічній склянці?

3. Доведення наявності кисню.

- 1) Поміркуйте, як довести наявність кисню, використовуючи тліючу скіпку?
- 2) Сформулюйте гіпотезу, складіть план експерименту та спрогнозуйте його результати.
- 3) Доведіть наявність кисню. Що спостерігаєте?
- 4) Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу?
- 5) Сформулюйте висновки за власними спостереженнями. Поясніть, чому процес горіння в склянці відбувається інтенсивніше, ніж на повітрі.



1. Закінчіть речення:
 - Каталізатор — це ...
 - Інгібітор — це ...
 - У лабораторії кисень одержують ...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Як одержують кисень у промисловості?
 - Які речовини використовують для одержання кисню в лабораторії?
 - Як зібрати кисень? На яких його властивостях базують використання цих методів?
 - Як довести наявність кисню?
3. Поміркуйте, чому не варто в кімнаті, де ви спите, тримати багато вазонів.
4. Використовуючи додаткові джерела інформації, знайдіть і запишіть 5 прикладів застосування кисню.
5. Калій хлорат KClO_3 (бертолетова сіль), калійна селітра KNO_3 і натрієва селітра NaNO_3 часто є компонентами піротехнічних сумішей. Це пов'язано з тим, що вони розкладаються з виділенням кисню, який активно підтримує горіння, навіть із вибухом. Обчисліть масову частку Оксигену в цих сполуках.
6. Калій перманганат KMnO_4 у лабораторіях використовують для одержання кисню. Обчисліть масу Оксигену, що міститься в речовині масою 25 г.
- 7.* Яке число молекул кисню міститься в повітрі масою 1 кг?
8. Яка кількість речовини (моль) кисню утворюється під час фотосинтезу з вуглекислого газу кількістю речовини 3 моль?
9. Обчисліть кількість речовини (моль) гідроген пероксиду, який потрібно використати для одержання кисню кількістю речовини 0,5 моль.
10. Обчисліть кількість речовини (моль) кисню, який одержав би Дж. Прістлі, якщо б для свого досліду використав меркурій оксид масою 43,4 г.
11. Яка кількість речовини (моль) натрій нітриту NaNO_2 утворюється під час розкладу натрій нітрату NaNO_3 , якщо виділяється кисень кількістю речовини 1,5 моль?
12. Обчисліть маси (г) утворених продуктів реакції, якщо розклали калій хлорат масою 24,5 г. Назвіть продукти реакції.
- 13.* Яку кількість речовини (моль) кисню отримає Селена з од-

ної пляшки аптечного розчину перекису водню об'ємом 100 мл і масовою часткою розчиненої речовини 3%. Густина розчину приблизно дорівнює 1 г/см^3 .



Робота в групах

Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте, що називають легенями планети. Поясніть чому, обговоріть цю інформацію з однокласниками/однокласницями.



Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://wordwall.net/uk/resource/75191559> і перевірте свої знання.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Кисень одержують розкладом гідроґен пероксиду в присутності каталізатора.
 - 2) Каталізатор прискорює хімічну реакцію й перетворюється в продукт реакції



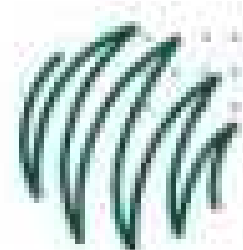
Ого! Одержання кисню може бути дуже видовищним. Чи чули ви прислів'я «Диму без вогню не буває»? Так ось, Марко з Тамілою — справжні маги! Вони використали 35% розчин гідроґен пероксиду й додали до нього трохи порошку манган(IV) оксиду. Раптом почалося бурхливе виділення газу. А я вже знаю, що це кисень. Це було дуже ефектно! Виявляється, може бути дим без вогню! Але для цього потрібно вчитися разом з нами.

Сьогодні я виписала такі слова:

catalyst — каталізатор;

inhibitor — інгібітор.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§14. ГОРІННЯ. СУЧАСНІ ЗАСОБИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке окиснення;
- чим окиснення відрізняється від горіння;
- які умови виникнення та припинення горіння;
- про сучасні методи пожежогасіння.



Минулого разу я розповідала вам, як отримати дим без вогню. Але останнім часом помічаю, що діти більше люблять експерименти, пов'язані з вогнем. Справді приборкати фараонових змій або розбудити хімічний вулкан надзвичайно цікаво. Такі експерименти завжди нагадують, що хімія — це трішечки магія. А чи можу я стати володаркою вогню? Чи можу керувати полум'ям?

Для цього, Селено, потрібно знати, за яких умов виникає горіння і як цей процес припинити. Не завжди ми можемо запалити сірник, навіть якщо це дуже потрібно. І, навпаки, не завжди вміємо вчасно загасити полум'я. А це може призвести навіть до пожежі.



Як відбувається процес горіння?



Опрацьовуємо інформацію



Окиснення та горіння



Що таке бінарні сполуки? Як утворюються назви бінарних сполук з Оксигеном? Який заряд оксид-йона?

Кисень — активний неметал і має здатність взаємодіяти з простими та складними речовинами. Цей процес називають окисненням.



Окиснення — це хімічна реакція взаємодії речовин із киснем.

Кисень взаємодіє майже з усіма металами й більшістю неметалів. Проте за звичайних умов цей газ реагує з небагатьма речовинами. Реакційна здатність кисню зростає з підвищенням температури. У більшості випадків для початку реакції вихідні речовини потрібно нагріти.

Робота в парі

Перетворіть схеми реакцій на рівняння. Визначте тип реакцій. Назвіть продукти реакцій.

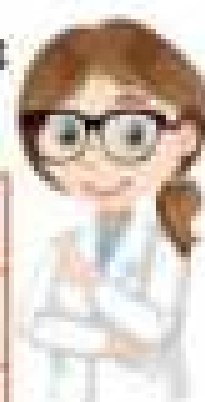
Взаємодія з простими речовинами		Взаємодія зі складними речовинами
металами	неметалами	
$\text{Fe} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{Fe}_3\text{O}_4$	$\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{CO}_2$	$\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
$\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{CuO}$	$\text{P} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{P}_2\text{O}_5$	$\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{CO}_2$
$\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow$	$\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow$	$\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
$\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow$	$\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$	$\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow$
$\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow$	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$	$\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$



Оксид — це бінарна сполука, одним із елементів якої є Оксиген.

Проте потрібно пам'ятати, що не всі сполуки елементів з Оксигеном належать до оксидів. Наприклад:

H_2O_2 — гідроген пероксид;	KO_2 — калій надпероксид;
Na_2O_2 — натрій пероксид;	KO_3 — калій озонід;
BaO_2 — барій пероксид;	OF_2 — оксиген флуорид.



Швидке окиснення речовин, яке супроводжується виділенням тепла і світла, називають **горінням**.

Не кожне окиснення є горінням, але кожне горіння є окисненням.

Якщо ми залишимо на повітрі шматочок блискучого металу, з часом він потьмяніє. Пояснюється це тим, що метал прореагує з киснем із повітря. Відбудеться *повільне окиснення*. Наприклад, магній — достатньо активний метал. Він на повітрі тьмяніє і з часом перетворюється на бінарну сполуку з киснем — магній оксид:



Проте, якщо внести шматочок магнію в полум'я, він швидко загориться з виділенням яскравого білого світла.

А чи знаєте ви...

Реакцію горіння магнію або алюмінію бачили, мабуть, усі, спостерігаючи за бенгальськими свічками (мал. 14.1). Поверхня залізного дроту в них вкрита шаром піротехнічної суміші, яка містить порошок магнію або алюмінію, що виконує функцію палива.



Мал. 14.1. Горіння бенгальського вогню



Які фізичні ефекти супроводжують процес горіння?



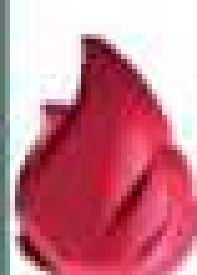
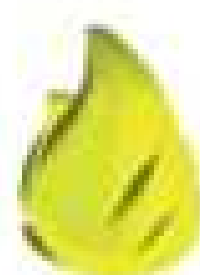
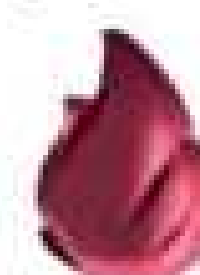
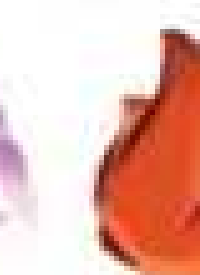
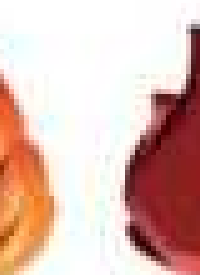
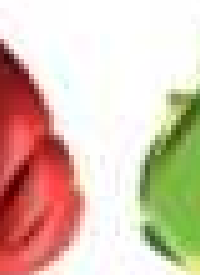
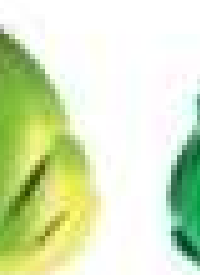
А чи знаєте ви...



Полум'я можна забарвити!

Мабуть, ви пам'ятаєте, що перші феєрверки були винайдені в Китаї майже 2000 років тому за часів династії Хань. Китайці вважали, що вибухи відганяють злих духів. У XV столітті італійські піротехніки почали експериментувати з феєрверками, додаючи до пороху різні метали та мінерали, які під час спалювання випромінюють світло певної довжини хвилі, що сприймає наше око, як певний колір.

Забарвлення полум'я деяких катіонів

								
Li^+	Na^+	K^+	Rb^+	Cs^+	Ca^{2+}	Sr^{2+}	Ba^{2+}	Cu^{2+}
Літій	Натрій	Калій	Рубідій	Цезій	Кальцій	Стронцій	Барій	Купрум
жовто-червоний	жовтий	блідо-фіолетовий	червоно-фіолетовий	рожево-фіолетовий	цегляно-червоний	кармінно-червоний	жовто-зелений	сильно-зелений

Ефекти блиску створюють за допомогою частинок металів або сплавів, які спалахують і мерехтять. Золоті іскри — використанням заліза і вуглецю, срібні — алюмінію, титану або магнію.



Робота в групах

Пригадайте: полум'я яких кольорів ви бачили у фільмах/мультфільмах або читали про це у книгах. Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте, які речовини могли б надати полум'ю таких кольорів.



Умови виникнення та припинення горіння



Робота в парі

Усі ми мали можливість спостерігати за процесом горіння в повсякденному житті. Поділіться з однокласником/однокласницею вашими спогадами про цю подію. За яких умов цей процес розпочався? За яких — припинився?

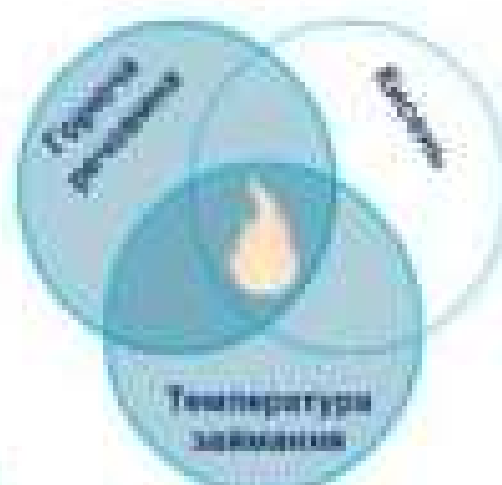
Горіння можливе за наявності трьох умов (мал. 14.2):

- горючої речовини;
- вільного доступу кисню;
- можливості досягнути температури займання.

Щоб зупинити горіння, потрібно усунути один із трьох факторів (мал. 14.3).



Мал. 14.2. Умови виникнення горіння



Мал. 14.3. Умови припинення горіння



Методи пожежогасіння

Перші спроби створити системи пожежогасіння були досить простими, а іноді навіть кумедними, порівняно із сучасними технологіями (мал. 14.4).

1. Найдавнішим і найпростішим способом гасіння пожеж було використання *відер із водою*. Люди просто набирали воду у відра і передавали їх один одному ланцюжком, щоб швидко дістатися до місця пожежі.

2. *Сокири та гаки* раніше використовували, щоб знищити частини будівель і зупинити поширення вогню. Це допомагало створювати перешкоди для полум'я, але було дуже небезпечно.

3. Перші *пожежні рукави (шланги)* виготовляли зі шкіри, а пізніше з льону. Вони не були дуже міцними й часто протікали, але допомагали подавати воду до місця пожежі.

4. У XVII столітті з'явилися перші *помпи для пожежогасіння*. Вони були ручними й вимагали значних зусиль для використання. Люди зазвичай стояли у дві черги, одні качали воду, а інші спрямовували її на вогонь.

5. Перші *пожежні візки* (прототипи пожежних машин) були запряжені кіньми й мали на борту водяні баки та ручні помпи. Це значно прискорювало подачу води до місця пожежі.



Мал. 14.4. Еволюція засобів пожежогасіння

Не обійшлося й без кумедних ідей і винаходів. Однією з найдивніших ідей було використання спеціальних штабів із кишнями для води. Люди наповнювали ці кишені водою і пробивали їх, щоб створити струмінь для гасіння пожежі.





Робота в групі

Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про засоби пожежогасіння в різні часи. Що вас вразило, а що здивувало? Обговоріть інформацію з однокласниками та однокласницями.

Сьогодні для гасіння невеликих пожеж використовують вогнегасники.



Робота в парі

Ознайомтеся з видами вогнегасників (мал. 14.5). Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте і запишіть, у яких випадках доцільно використовувати кожен із них.

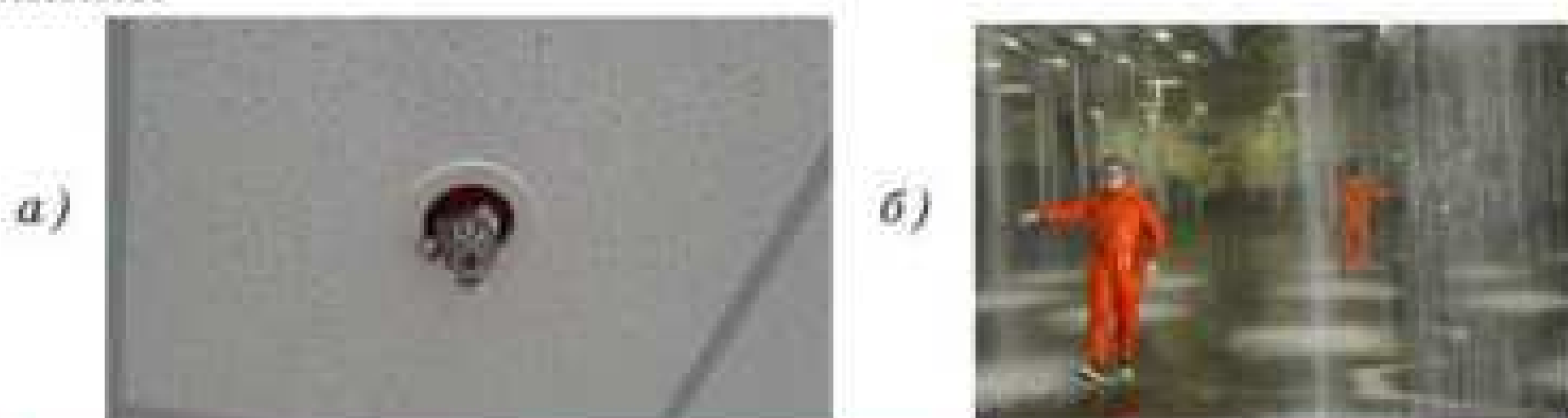


Мал. 14.5. Види вогнегасників

Для того, щоб захистити будівлю від пожеж чи швидко зреагувати у випадку пожежі, використовують сучасні системи пожежогасіння.

Спринклерні системи пожежогасіння — це автоматичні системи, які допомагають швидко виявити й загасити пожежу, обмежуючи її поширення. Їх часто використовують в будівлях.

Спринклерна система складається з мережі труб, які розміщені по всій будівлі. До цих труб приєднані спринклери (розпилювачі) (мал. 14.6 а), які розташовані на стелі або стінах. Кожен спринклер має маленьку скляну ампулу, яка розширюється під час нагрівання.



Мал. 14.6. Спринклерні системи пожежогасіння:
а) спринклер; б) випробовування системи.

Коли виникає пожежа, рідина в ампулі розширюється настільки, що скло розбивається, тоді вода з трубопроводу починає ви-

тікати через отвір у спринклері. Вода розпорошується у вигляді дрібного дощу, покриваючи велику площу, і гасить вогонь (мал. 14.6 б).



Робота в групі

Використовуючи додаткові джерела інформації, створіть буклет «Сучасні системи пожежогасіння». Презентуйте результати роботи у класі.



Досліджуємо



Робота в групах

Досліджуємо умови виникнення й припинення горіння.

1. Чи потрібен кисень для горіння?

Для роботи нам потрібно: чотири маленькі свічки, чотири прозорі скляні банки різного розміру, сірники, мензурка, секундомір.

1. Об'єднайтеся в групи. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
2. Використовуючи мензурку, виміряйте об'єм чотирьох банок. Для цього наповніть їх водою. Запишіть об'єм кожної банки.
3. Висушіть банки та поставте по одній маленькій свічці перед кожною скляною банкою.
4. Сформулюйте гіпотези, у якій банці свічка горітиме довше. Складіть план експерименту та спрогнозуйте результати.
5. Виконайте експеримент. Результати презентуйте у вигляді діаграми. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу?
6. Сформулюйте висновки за власними спостереженнями.
7. Оцініть роботу учасників вашої групи й інших груп.

2. Припинення горіння

Для роботи нам потрібно: свічка з довгим гнітом, ножиці, сірник, склянка.

1. Запаліть свічку та спостерігайте за горінням.
2. Сформулюйте гіпотези, як можна припинити горіння. Складіть план експерименту та спрогнозуйте результати. Виконайте експеримент. Укажіть, яку умову горіння ви усунули своїми діями.
3. Сформулюйте висновки за власними спостереженнями. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу?



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



1. Закінчіть речення:
 - Окиснення — це ...
 - Оксид — це ...
 - Горіння — це ...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - За яких умов виникає горіння?



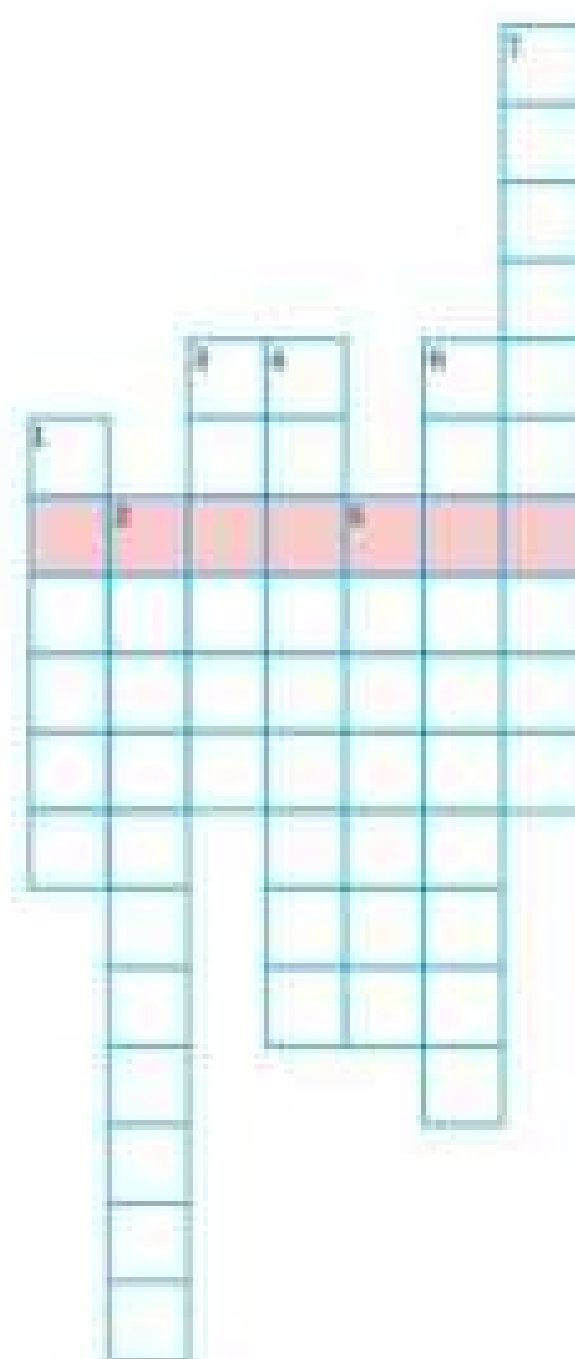
- Як припинити процес горіння?
 - Які засоби використовують для гасіння пожежі?
3. Дослідіть будову вогнегасника та запишіть послідовність дій перед початком його використання.
 4. У вуглекислотному вогнегаснику знаходиться зріджений вуглекислий газ. Опишіть його фізичні властивості, використовуючи додаткові джерела інформації. Поясніть його дію під час гасіння пожежі.
 5. Чому повітряно-пінними вогнегасниками не можна гасити пожежі електроприладів?
 6. Наведіть приклади з повсякденного життя, у який спосіб можна досягти температури займання.
 7. Запишіть сформульовані нижче гіпотези щодо умов виникнення та припинення горіння у відповідні колонки таблиці. Доповніть перелік власними гіпотезами.

Виникнення горіння	Припинення горіння
Наявність горючої речовина	
Присутність кисню	
Температура займання	

Гіпотези

1. Горіння свічки припиниться, коли витратиться запас паливного матеріалу (весь віск або парафін згорить).
2. Для початку горіння свічки необхідна достатня кількість кисню в навколишньому середовищі; за відсутності кисню або за низького його вмісту свічка не запалиться.
3. Свічка почне горіти лише за наявності достатнього джерела тепла (наприклад, запальнички або сірника), яке зможе підняти температуру воску до точки його плавлення та випаровування.
4. Припинення подачі повітря або зниження вмісту кисню до певного рівня призведе до згасання полум'я.
5. Горіння свічки припиниться в разі охолодження полум'я нижче температури підтримання горіння (наприклад, обдування свічки повітрям або занурення у воду).
6. Горіння припиниться, якщо гніт свічки занурити в розплавлений віск, що завадить доступу кисню до полум'я.
7. Інтенсивність горіння свічки залежить від вмісту кисню; за високого вмісту кисню свічка горітиме яскравіше й швидше.
8. Горіння свічки відбудеться лише в присутності достатньої кількості паливного матеріалу (парафіну або воску), який може плавитися й випаровуватися, забезпечуючи подальше горіння.
9. Початкова температура навколишнього середовища впливає на легкість запалювання свічки; за низьких температур запалювання потре-

- бує більше часу або більш інтенсивного джерела тепла.
10. Горіння свічки припиниться, якщо буде перекрито доступ кисню до полум'я (наприклад, накриття свічки скляним куполом).
 11. За умови контакту полум'я свічки з холодною поверхнею відбудеться зниження температури до точки, за якої горіння стане неможливим.
 12. Чистота паливного матеріалу впливає на горіння; домішки можуть перешкоджати запалюванню або підтриманню горіння.
- 8.* Обчисліть кількість речовини (моль) вуглекислого газу, який утвориться під час горіння вугілля масою 24 г. Яку кількість речовини (моль) метану потрібно спалити, щоб одержати таку саму кількість вуглекислого газу?
9. Запишіть рівняння реакцій окиснення простих речовин: а) кальцію; б) барію; в) бору; г) силіцію. Назвіть продукти реакцій.
- 10.* Обчисліть масу (г) плівки алюміній оксиду, яка утворилася на поверхні алюмінію під час його контакту з киснем кількістю речовини 3 моль.
11. Розгадайте кросворд.
1. Найлегший газ, який взаємодіє з киснем, утворюючи воду.
 2. Речовина, що прискорює хімічну реакцію, але залишається після її перебігу незмінною.
 3. Бінарні сполуки елементів з Оксигеном.
 4. Реакція взаємодії речовини з киснем.
 5. Швидке окиснення, що відбувається з виділенням тепла та світла.
 6. Промисловий метод одержання кисню.
 7. Процес, під час якого утворюється кисень у зелених частинах рослин.



12. Виконайте домашній експеримент, повторивши правила безпеки. Поясніть, що відбувається. Зробіть висновки.

Для роботи нам потрібно: свічка, склянка, сода, оцет, сірник.

1. Помістіть свічку у склянку так, щоб майбутнє полум'я не виходило за межі склянки. На дно склянки насипте трохи соди. Запаліть свічку.
2. Обережно додайте до соди оцет, не торкаючись свічки. Запишіть спостереження.

3. Спробуйте сірником знову підпалити свічку, не забираючи її зі склянки.

Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=p5ivi1x5j24> і перевірте свої знання.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Якщо хімічна сполука утворена Оксигеном, то це оксид.
 - 2) Горіння відбувається швидко з виділенням світла й тепла.



Хочу зауважити, що тема, яку ми сьогодні вивчали, є вкрай важливою. Дійсно немає людей, які не бачили горіння. З вогнем ми контактуємо щодня. Тому обов'язково потрібно знати, як його приборкати, щоб не спричинити пожежу.

Сьогодні я виписала такі слова:

combustion — горіння/окиснення;

fire — пожежа;

extinguisher — вогнегасник.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.

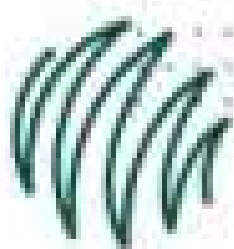
А чи знаєте ви...

Вогонь – корисна і водночас небезпечна стихія. Коли полум'я виходить з-під контролю, саме пожежники рятують людей, майно і природу. Для роботи їм потрібні не лише сила та витривалість, а й глибокі знання хімії!

Щоб загасити пожежу, потрібно усунути хоча б одну з умов горіння. Які ж речовини використовують для гасіння?

- Вода – ефективна для звичайних пожеж, бо охолоджує та створює пару, що витісняє кисень.
- Піна ізолює горючу речовину від кисню, особливо під час нафтових пожеж.
- Вуглекислий газ витісняє кисень і охолоджує полум'я, застосовується під час електропожеж.
- Порошкові суміші припиняють хімічні реакції горіння.

Розуміння перебігу хімічних реакцій допоможе пожежникам швидко вибрати правильний спосіб гасіння пожежі, запобігти поширенню вогню та врятувати життя.



§15. ОЗОН. КОЛООБІГ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ



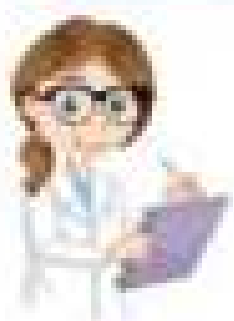
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке озон;
- чим озон відрізняється від кисню;
- як відбувається колообіг Оксигену в природі;
- чому важливий озоновий шар.



Останнім часом цікавлюся різними косметичними процедурами, хочу завжди бути у формі й гарно виглядати. В інтернеті побачила інформацію про унікальний метод оздоровлення — озонотерапію. Але в чому суть цього методу, так і не зрозуміла, на жаль. Десь я вже чула про озон. Але де?

Дуже часто ми говоримо про озоновий шар, який захищає планету та всі живі організми від радіації. Він міститься в атмосфері. А ще озон використовують для знезараження води й очищення повітря.



А я знаю, що озон — це отруйний газ! То яка може бути терапія отруйною речовиною? Як знезаразити воду отрутою? Ви нічого не сплутали? Може, варто перевірити інформацію? Або це якийсь інший озон...



Озон — корисний чи шкідливий газ?



Опрацьовуємо інформацію



Робота в парі

Гра «Запитуємо про властивості кисню».

1. Узгодьте критерії оцінювання власної діяльності та діяльності ваших однокласників/однокласниць під час роботи в групах.
2. Складіть запитання для іншої групи про кисень і його властивості. Завдання іншої групи — відповісти на запитання. Запитання можна задавати блоками по 3 або чергувати по 1.
3. Підбийте підсумки. Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.



Кисень та озон

Вам уже відомо, що кисень — газ, необхідний для життя, і його вміст в атмосфері становить близько 21% (об.). Проте кисень не

єдина проста речовина Оксигену.

Робота в парі

1. Розгадайте ребус.



2. Пригадайте з уроків «Пізнаємо природу» («Природничі науки» або «Довкілля»), що ви знаєте про озон. А що хотіли б дізнатися? Заповніть схему ЗХД та підбийте підсумки в кінці уроку.

Знаю _____
Хочу дізнатися _____
Дізнався /-лася _____



Озон утворений трьома атомами Оксигену (мал. 15.1).



Кисень



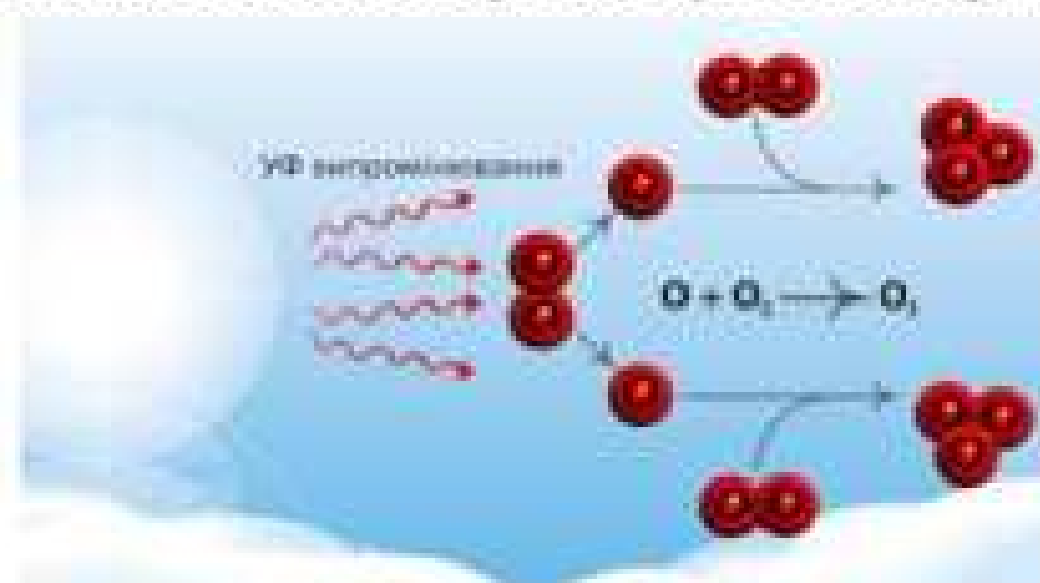
Озон

Мал. 15.1. Прості речовини Оксигену: кисень й озон

Озон — блакитний газ, має характерний різкий запах, який зазвичай описують як запах свіжості. Запах відчутно навіть за дуже малих концентрацій речовини. Температура кипіння -112°C . Озон — дуже отруйний. У приземних шарах атмосфери він є забрудником повітря. Найбільш небезпечним є пряме подразнення органів дихання людини за умови високого вмісту озону в повітрі.

В атмосфері озон утворюється під дією ультрафіолетового (УФ) випромінювання або електричного розряду. Молекули кисню (O_2) під дією УФ-випромінювання або високотемпературних електричних розрядів (блискавка) розкладаються на атоми Оксигену (O), які,

взаємодіючи з молекулами кисню, утворюють озон (мал. 15.2).



Мал. 15.2. Утворення озону



Поясніть, чому після грози кількість озону в повітрі тимчасово збільшується.

Озон — нестійка речовина. Він швидко перетворюється на кисень під дією УФ-випромінювання.

В атмосфері озон поширений нерівномірно. Основна його кількість міститься на висоті від 10 до 50 км, максимальна концентрація — на висоті 20-25 км (озоновий шар). Цей шар поглинає більшу частину ультрафіолетового випромінювання, згубного для живих організмів, запобігаючи його проникненню на поверхню Землі.

Робота в парі

Доповніть порівняльну таблицю властивостей кисню та озону.

Кисень	Озон
	O_3
2 атоми Оксигену	
	Блакитний газ
Без запаху	
$t_{\text{пл}} = -183^{\circ}\text{C}$	
	Отруйний
$M_r = 32$	
... за повітря	... за повітря
Підтримує горіння	Сильний окисник

А чи знаєте ви...

У 1857 році німецький винахідник Вернер фон Сіменс зробив першу установку для очищення питної води озоном, що ґрунтується на бактерицидній його дії. У 1977 році у світі вже працювало близько тисячі установок, що очищували воду озонуванням. На сьогодні 95% питної води в Європейському Союзі очищують озонуванням. Цей метод застосовують для дезінфекції, знебарвлення води, усунення домішок і неприємного аромату.

Робота в парі

1. Розгляньте схему «Застосування озону». Використовуючи додаткові джерела інформації, обговоріть, у яких галузях використовують озон. Доповніть її за потреби.
2. Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся, як працюють озонатори і як їх використовують.
3. Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся, що таке озонотерапія. Подискутуйте про доцільність її застосування.





Колообіг Оксигену в природі

Оксиген є одним із найважливіших і найпоширеніших хімічних елементів на Землі. Він займає третє місце за поширеністю у Всесвіті після Гідрогену та Гелію. Вміст Оксигену в земній корі становить приблизно 46%, у гідросфері — приблизно 86%. Проста речовина Оксигену — кисень — є однією із основних складових атмосфери.

Колообіг Оксигену є важливим біогеохімічним циклом, який забезпечує перерозподіл Оксигену між атмосферою, гідросферою, літосферою та біосферою. Цей процес є критично важливим для підтримки життя на Землі.

Досліджуємо



Робота в групах

Досліджуємо колообіг Оксигену в природі.

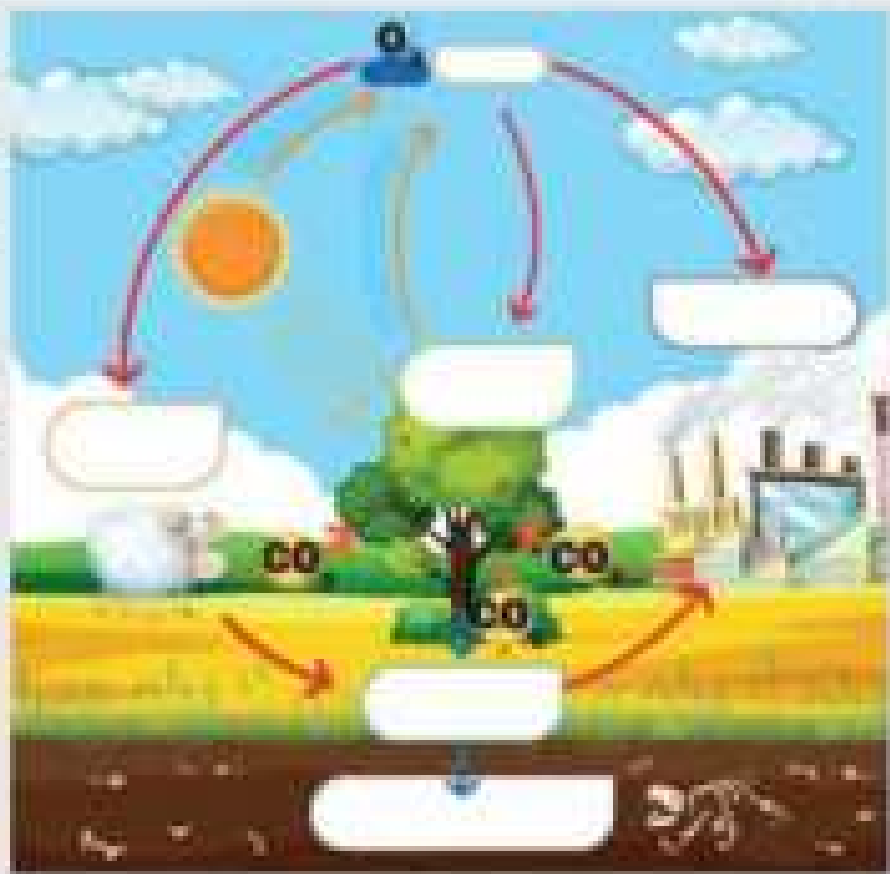
1. Дослідіть етапи колообігу Оксигену, використовуючи додаткові джерела інформації. Опишіть процеси, які відбуваються. Заповніть таблицю.

Етапи колообігу

Етап	Процес
Фотосинтез	
Дихання	
Розкладання (гниття)	
Геохімічні процеси	
Водні екосистеми	
Горіння	
Промислове споживання	

2. Уважно розгляньте схему колообігу Оксигену (мал.15.3). Позначте на ній досліджені етапи. Поясніть свої міркування.

3. Складіть коротку доповідь про роль кисню в природі. Обговоріть з однокласниками/однокласницями.



Мал. 15.3. Колообіг Оксигену в природі



1. Закінчіть речення:
 - Простими речовинами Оксигену є ...
 - Молекула озону утворена ...
 - Озоновий шар — це...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Опишіть фізичні властивості озону.
 - У чому полягає захисна дія озонового шару?
 - Чому Оксиген є одним із найпоширеніших хімічних елементів на Землі?
3. Наведіть приклади сполук Оксигену в кожній оболонці Землі.
4. Поясніть механізм утворення озону в атмосфері.
5. Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про дію озону на організм людини.
6. Використовуючи додаткові джерела інформації, поясніть переваги та недоліки озонування порівняно з іншими методами очистки води. У який спосіб очищують воду у вашому населеному пункті?
7. Під час згоряння палива, дихання рослин і тварин витрачається велика кількість кисню. А масова частка кисню в повітрі стала величина. Чому?
- 8.* За один раз людина вдихає повітря масою приблизно 0,645 г. За хвилину вона робить, у середньому, 15 дихальних рухів. Обчисліть кількість речовини (моль) кисню, яку вдихає учень/учениця за урок, якщо відомо, що за один раз людина поглинає приблизно 6,6% кисню від загальної маси повітря, що вдихнула. Яка кількість молекул вуглекислого газу бере участь у фотосинтезі для забезпечення киснем учнівства вашого класу протягом одного уроку?



Робота в групах

1. Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте, що таке озонові діри. Ознайомтеся з впливом різних чинників на концентрацію озону у стратосфері та тропосфері. Які з них пов'язані з діяльністю людини?

2. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://cutt.ly/FekvT9qw> і прослідкуйте еволюцію антарктичної озонової діри. Відшукайте інформацію про її стан у наш час.

3. Поміркуйте, яких заходів потрібно вжити для відновлення озонового шару Землі.



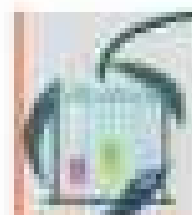
Перевірте себе

1. Перейдіть за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=p02g80o8n20> і перевірте свої знання.



2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:

- 1) Озон — складна речовина.
- 2) Основна кількість озону міститься в атмосфері на висоті 1 км, утворюючи озоновий шар.



Використовуючи додаткові джерела інформації, розробіть лепбук «Озон — наш невидимий герой».



Ох і цікаві властивості має озон. Який він різний! З одного боку, дійсно отруйний і навіть може спричинити серйозні ушкодження дихальних шляхів. А з іншого боку, він такий потрібний. Не буде озонового шару — не буде життя! Я вважаю, що його властивості унікальні, тому й застосування таке різноманітне. Йду все-таки читати про озонотерапію.

А як буде озон англійською? Я записала:

ozone — озон;

ozone layer — озоновий шар.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.

А чи знаєте ви...

Чи замислювалися ви, як вода потрапляє до ваших кранів і чому вона безпечна для пиття?

Працівники водоочисних споруд очищують воду від механічних і хімічних забруднень, контролюють рівень корисних і шкідливих домішок, використовують новітні технології для знезараження води. Вони аналізують воду, використовуючи кількісні методи хімічного аналізу.

Озон застосовують для:

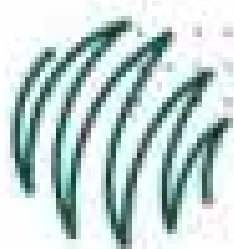
- знищення шкідливих мікроорганізмів.
- окиснення органічних сполук.
- усунення неприємного запаху та смаку води.

Під час очищення води озонуванням, за умови правильних розрахунків, шкідливі побічні продукти майже не утворюються (на відміну від хлорування).

Про роботу водоочисних споруд Київського водоканалу можете дізнатись більше за покликанням:

<https://cutt.ly/ye50zaRT>.



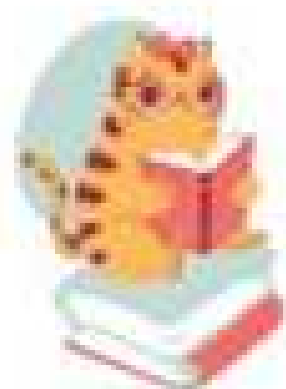


§16. ЗАКОН АВОГАДРО. МОЛЯРНИЙ ОБ'ЄМ ГАЗІВ



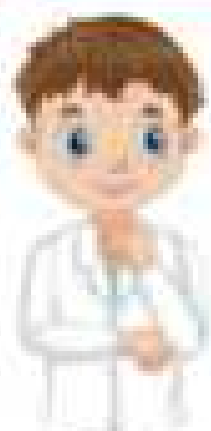
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- про закон Авогадро;
- що таке молярний об'єм;
- які умови називають нормальними;
- як обчислити об'єм газів за нормальних умов.



Нещодавно я прочитала трагедію англійського письменника У. Шекспіра «Ромео і Джульєтта». Дуже сумна й романтична історія, яка відбувалася в Італії. Мене зацікавила ця країна, і я обов'язково хочу її відвідати. Шукаючи інформацію про Італію, натрапила на щось цікавеньке та майже магічне... Виявляється, в італійському місті Неаполі є якась чудернацька собача печера. Кажуть, що собакам не можна туди заходити. А чому? Ця печера не любить тільки собак? Я, звісно ж, не собака, то мені можна її відвідати?

Цьому має бути якесь наукове пояснення. Міркуймо. Справа, мабуть, не в самих собаках, а в тому, що там із ними відбувається. Можливо якась речовина, що є в цій печері, погано діє на їхній організм. Тоді як вона впливає на інші організми?



Дійсно, є просте пояснення. Я відшукав інформацію, що в цій печері багато вуглекислого газу, і собакам важко дихати. Але тоді виникає інше запитання. Чому люди можуть відвідувати цю печеру? Ми ж вдихатимемо ту саму суміш газів, що й собаки. Чи не будуть відвідини цієї печери шкідливими для нас? І що робити з Селеною?



Яким законам підпорядковується поведження газуватих речовин?



Опрацьовуємо інформацію



Розгляньте хмару слів із назвами газуватих речовин. Випишіть окремо назви простих і складних речовин.

 Молярний об'єм газів

Відомо багато газуватих речовин. Термін «газ» був введений у науковий обіг нідерландським вченим Я.Б. Ван Гельмонтом лише на початку XVII ст. Походження терміну (від гр. слова chaos — «хаос») частково відображає уявлення вченого про структуру газу.



Що ви знаєте про гази з курсу фізики? Як упорядковані гази? Які відстані й сила взаємодії між частинками?



Властивості газуватих речовин підпорядковано законам фізики. Стан газів характеризують за температурою, тиском, об'ємом. Об'єм газів залежить від температури й тиску. За постійного тиску й температури відстані між молекулами газуватих речовин приблизно однакові.

 Робота в парі

Пригадайте особливості агрегатних станів речовини. Заповніть таблицю 16.1, у якій позначте (+) стан, у якому речовина має вказані ознаки та властивості.

Таблиця 16.1

Характеристика газового, рідкого та твердого агрегатних станів речовини

Ознаки та властивості	Твердий стан	Рідкий стан	Газуватий стан
Частинки вільно рухаються			
Речовина зберігає форму та об'єм			
Речовина набирає форму посудини			
Речовина є текучою			
Речовина не має ні власної форми, ні об'єму			
Між частинками існує сильна взаємодія			
Речовина має здатність до стиску			



Що таке густина?

$\rho = \frac{m}{V} \text{ [г/л]}. \quad \text{Звідси} \quad V = \frac{m}{\rho}$

У табл. 16.2 наведені величини, які характеризують різні гази.

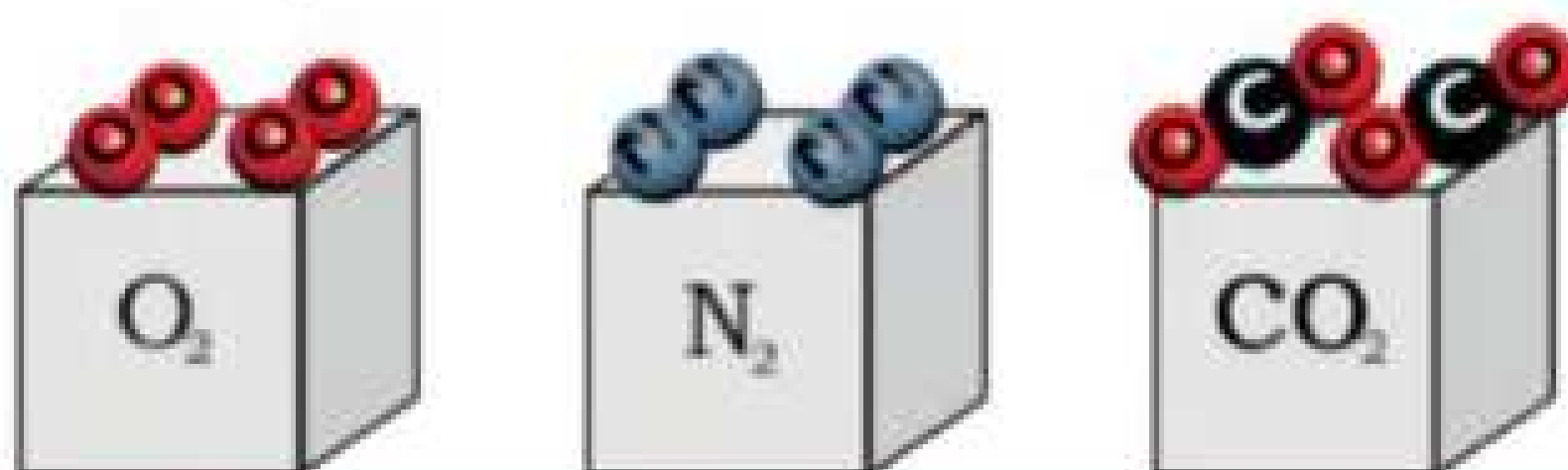
Характеристики газів

Газ	H ₂	N ₂	O ₂	O ₃	CO ₂
Густина ρ , г/л	0,089	1,25	1,43	2,143	1,964
Молярна маса M , г/моль	2	28	32	48	44
Маса 1 моль m , г	2	28	32	48	44
Об'єм 1 моль, л	22,47	22,4	22,377	22,3985	22,403



Округліть дані останнього рядочка таблиці до десятих. Яку закономірність ви помітили?

Було визначено, що за н.у. ($t = 0^\circ\text{C}$ і $p = 101,325 \text{ кПа}$) 1 моль газу займає об'єм $22,4 \text{ л} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ (молярний об'єм позначають V_M) (мал. 16.1).



Мал. 16.1. Об'єми 1 моль різних газів за нормальних умов



Молярний об'єм газу — це об'єм 1 моль даного газу. Молярний об'єм газу (н.у.) розраховують за співвідношенням:

$$V_M = \frac{V}{n},$$

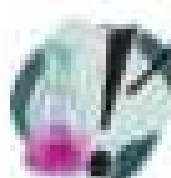
де V_M — молярний об'єм, л/моль;

V — об'єм, л;

n — кількість речовини, моль.

Знаючи молярний об'єм газу, можемо визначати кількість речовини n , що міститься в певному об'ємі речовини V за нормальних умов:

$$V_M = \frac{V}{n} [\text{л/моль}] \Rightarrow n = \frac{V}{V_M}; (V_M = 22,4 \text{ л/моль}); \quad n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_M}$$



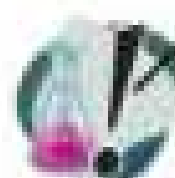
Нормальні умови (н.у.) — це фізичні умови, що визначаються тиском $p = 101325 \text{ Па}$ (760 мм рт. ст.) і температурою $T = 273,15 \text{ К}$ ($t = 0^\circ\text{C}$).

Закон Авогадро



Які закони для газуватих речовин ви вивчали на уроках фізики?

У 1811 році на основі вже відкритих газових законів і своїх спостережень А. Авогадро висунув гіпотезу, яка пізніше була підтверджена чисельними дослідженнями і сформульована у вигляді закону.



Закон Авогадро

У рівних об'ємах різних газів за однакових умов (t , p) міститься однакова кількість молекул.



Робота в групах

Перевірте закон Авогадро. Обчисліть число молекул і масу (g) кисню й вуглекислого газу, кожен з яких займає об'єм 112 л (н.у.).



Чому закон Авогадро виконується тільки для газів?

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/oenOnx5w> або за QR-кодом і дізнайтеся про відносну густину газів.



Приклади розв'язування задач

Приклад 1. Обчисліть кількість речовини (моль) водню, який займає об'єм 11,2 л (н.у.).

Відомо:

$V(H_2) = 11,2$ л
н.у.

$n(H_2) = ?$

$V_m = 22,4$ л/моль.

2. Обчислюємо кількість речовини водню:

$$n = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ моль.}$$

Відповідь: кількість речовини водню дорівнює 0,5 моль ($n(H_2) = 0,5$ моль).

Приклад 2. Який об'єм (л) займе вуглекислий газ кількістю речовини 3 моль (н.у.)?

Відомо:
 $n(\text{CO}_2) = 3$ моль
 н.у.

 $V(\text{CO}_2) = ?$

Розв'язання:

1. Записуємо розрахункову формулу для обчислення кількості речовини:

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

2. З формули для обчислення кількості речовини визначаємо об'єм газу:

$$V = n \cdot V_m$$

3. Обчислюємо об'єм вуглекислого газу:

$$V(\text{CO}_2) = 3 \cdot 22,4 = 67,2 \text{ л.}$$

Відповідь: об'єм вуглекислого газу дорівнює 67,2 л ($V(\text{CO}_2) = 67,2$ л).

Досліджуємо

Робота в групах

Досліджуємо газуваті речовини.

1. Заповніть пропущені в таблиці місця:

Назва сполуки	Гелій	Водень	Озон	Амоніак
Формула				
Молярна маса M , г/моль				
Кількість речовини n , моль	2			
Маса m , г		8		
Об'єм V , л			2,24	
Кількість частинок N				$3,01 \cdot 10^{23}$
Густина ρ , г/л				

2. Порівняйте, що важче — 1 л метану CH_4 чи 1 л озону? Яке число молекул міститься в цих об'ємах газів? Сформулюйте гіпотезу та перевірте її відповідними розрахунками. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу?

3. В 1 м³ повітря за кімнатної температури міститься 18 мл водяної пари. Обчисліть, який об'єм водяної пари міститься в повітрі вашого кабінету хімії.

Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:

- Молярний об'єм газу — це ...
- У рівних об'ємах різних газів за однакових умов (t , p) ...
- Нормальні умови — це ...

2. Дайте відповіді на запитання:

- Які особливості газуватого стану речовини?
- Чому дорівнює молярний об'єм газів за нормальних умов?
- Від яких факторів залежить об'єм газів?

3. Колба об'ємом 250 мл заповнена хлором (н.у.). Обчисліть кіль-

кість речовини (моль) хлору.

4. Балон вміщує 30 моль стисненого кисню. Який об'єм (л) займає цей газ за н.у.?
5. Обчисліть масу хлору об'ємом 16,8 л.
6. Обчисліть, який об'єм (л) за н.у. займе азот масою 56 г.
7. Обчисліть, який об'єм (л) займають $1,204 \cdot 10^{23}$ молекули чадного газу (карбон(II) оксиду) за нормальних умов.
8. Обчисліть кількість молекул, що міститься в озоні об'ємом 112 л (н.у.).
9. Обчисліть число атомів в пропані (C_3H_8) об'ємом 14,56 л (н.у.).
10. Обчисліть, який об'єм (л) займає суміш, що містить гелій масою 16 г та водень масою 28 г (н.у.).
11. Обчисліть масу (г) суміші, яка складається з кисню об'ємом 5,6 л і азоту об'ємом 11,2 л (н.у.).
12. Обчисліть число молекул та масу (г) вуглекислого газу об'ємом 56 л.
13. Обчисліть об'єм (л) амоніаку масою 68 г (н.у.). Скільки молекул міститься у цій масі газу?
14. Визначте масу (г) й об'єм (л) $2,408 \cdot 10^{24}$ молекул етану C_2H_6 (н.у.).
15. Обчисліть кількість речовини (моль), масу (г) та число молекул, що містяться у сірчистому газі SO_2 об'ємом 5,6 л.
- 17.* Обчисліть густину (г/л) фтору F_2 за нормальних умов.
18. Обчисліть масу (г) невідомого газу об'ємом 10 л ($\rho = 1,52$ г/л).
- 19.* Приготували суміш озону та кисню, маса якої дорівнює 20 г, а об'єм — 11,2 л (н.у.). Обчисліть об'єм (л) озону в суміші.
20. Обчисліть об'єми (л) водню та хлору, які використали для одержання гідроген хлориду кількістю речовини 0,45 моль (н.у.).
21. Обчисліть об'єм (л) кисню, який потрібен для спалювання метану CH_4 об'ємом 112 л (н.у.).
22. Обчисліть об'єм (л) та масу (г) водню, який виділяється під час взаємодії кальцію масою 0,8 г з водою (н.у.) за схемою:
$$Ca + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2 \uparrow$$
- 23.* Обчисліть об'єм (л) кисню, який можна одержати під час електролізу води масою 450 г (н.у.).
- 24.* Обчисліть кількість речовини (моль) та масу (г) фосфор(V) оксиду, який одержали під час взаємодії фосфору з киснем об'ємом 89,6 л (н.у.).
- 25.* Яку масу (г) сірки використали для одержання сірчистого газу SO_2 об'ємом 4,48 л (н.у.). Обчисліть число молекул кис-

ню, потрібних для цієї реакції.



Перевірте себе

1. У кожній трійці оберіть правильно записану формулу:

1) $n = \frac{V_M}{V}$

1) $V_M = n \cdot V$

1) $\rho = V_M \cdot M$

2) $n = \frac{V}{V_M}$

2) $V = n \cdot V_M$

2) $M = V_M \cdot \rho$

3) $n = V_M \cdot V$

3) $V_M = \frac{n}{V}$

3) $D = M_1 \cdot M_2$

2. Оберіть правильну відповідь:

1) Кількість речовини газу об'ємом (н.у.) 8,96 л

а) 0,04 моль б) 0,1 моль в) 0,4 моль г) 4 моль

2) Об'єм газу (н.у.) кількістю речовини 0,5 моль

а) 2,24 л б) 8,96 л в) 4,48 л г) 11,2 л

3) Об'єм газу, який дорівнює 11,2 л (н.у.) займає

а) озон масою 48 г
б) азот масою 56 г
в) вуглекислий газ масою 22 г
г) водень масою 4 г

3. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:

1) Рівні маси різних газів за однакових умов займають однакові об'єми.

2) Молярний об'єм — це об'єм одного моль газуватої речовини.



Досліджуємо повітря.

Поміркуйте, як у домашніх умовах виконати експеримент, який підтверджує, що об'ємна частка кисню в повітрі становить 20,95%. Сформулюйте гіпотезу, складіть план експерименту та спрогнозуйте результати. Складіть схему сконструйованої вами «дослідної установки» та представте її однокласникам/однокласницям.



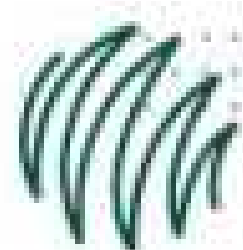
Тепер я ще більше хочу здійснити подорож Італією та відвідати цю печеру. Тим більше, що я вже знаю її секрет: вуглекислий газ важчий за повітря, а тому наповнює нижню частину печери. От собакам і непереливки там! Та й мені треба підшукати собі гарненьке місце під час її відвідин, щоб не втрапити в халепу. Думаю, що на руках у Таміли або на Марковому плечі буде дуже зручно.

Сьогодні я виписала такі словосполучення:

молярний об'єм — molar volume;

нормальні умови — normal conditions.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§17. ЗАКОН ОБ'ЄМНИХ ВІДНОШЕНЬ ГАЗІВ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- про закон об'ємних відношень газів;
- як за хімічними рівняннями визначати об'ємні відношення газів;
- як з використанням закону об'ємних відношень газів розв'язувати розрахункові задачі.



А ви були в горах? Мені дуже подобаються такі мандрівки. Нещодавно я прочитала, що на горі Піп Іван науковці відновлюють астрономічну й метеорологічну обсерваторію «Білий Слон». Як же там, мабуть, цікаво! Улітку разом із



Марком і Тамілою плануємо там побувати. Тож маємо час ретельно підготуватися й підібрати необхідне спорядження. Є багато запитань. Наприклад, як ми будемо готувати їжу? Читала, що в походах використовують пальники з газовими балонами. А як дізнатися, чи вистачить нам газу? Я вже вмію обчислювати маси речовин. Проте з газуватими речовинами все складніше.



Як за хімічним рівнянням обчислити об'єм газу?



Опрацьовуємо інформацію



Об'ємні відношення газів

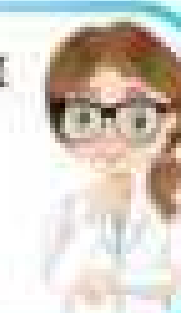


Яку інформацію про речовини можна одержати за рівнянням реакції? Що таке стехіометрія? Що показують коефіцієнти перед формулами речовин у рівняннях хімічних реакцій?

Я знаю, що коефіцієнти перед формулами реагентів і продуктів реакції в хімічному рівнянні показують не тільки кількість атомів і молекул, але й число моль, які беруть участь у реакції.



А тому рівняння реакцій між газуватими речовинами можна записати так:

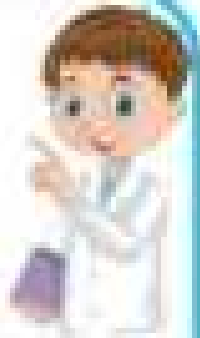


А якщо об'єми газів виміряні за нормальних умов, то можна використати формулу

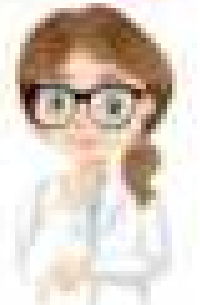
$$V = n \cdot V_M$$

і записати

	$H_2 + F_2 = 2HF$		
п, моль	1 моль	1 моль	2 моль
V, л	1 · 22,4 л	1 · 22,4 л	2 · 22,4 л

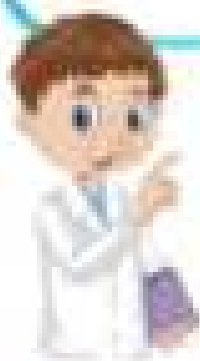


Я бачу однаковий множник у розрахунках (22,4), на який можна скоротити числові значення об'ємів газуватих речовин.



Тоді ми одержимо прості цілі числа, які показують об'ємні відношення газів.

$$V(H_2) : V(F_2) : V(HF) = 1 : 1 : 2$$



Ого! Та це ж стехіометричні коефіцієнти хімічного рівняння! Отже, вони показують число об'ємів газуватих речовин, які реагують та утворюються під час реакції.



Робота в парі

Обчисліть об'ємні відношення газів у реакції: $3H_2 + N_2 = 2NH_3$

Як бачимо, реакції між газуватими речовинами підпорядковані певним закономірностям. Закон об'ємних відношень газів сформулював Жозеф Луї Гей-Люссак у 1808 році.



Запам'ятайте!

За незмінних температури й тиску об'єми газів, які беруть участь у реакції, відносяться між собою як невеликі цілі числа (коефіцієнти в рівнянні реакції).



Мал. 17.1. Жозеф Луї Гей-Люссак



Приклади розв'язування задач

Закон об'ємних відношень газів використовують для кількісних обчислень газуватих реагентів і продуктів реакції.

Відношення об'ємів газів дозволяють виконувати обчислення без використання молярних (відносних молекулярних) мас.

Приклад 1. Сьогодні природний газ широко використовують як вихідну сировину в хімічній промисловості, зручне й дешеве паливо для автомобілів, електростанцій, роботи газових приладів і пристроїв, опалення житлових будинків. Основний компонент (до 98%) природного газу — метан CH_4 . Обчисліть об'єм кисню, який потрібен для спалювання метану об'ємом 500 л.

Відомо:

$$V(\text{CH}_4) = 500 \text{ л}$$

$$V(\text{O}_2) = ?$$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння реакції горіння метану:



2. У рівнянні реакції однією рисою підкреслюємо хімічну формулу речовини, об'єм якої вказано в умові задачі, двома рисками — формулу речовини, об'єм якої потрібно обчислити:



3. У рівнянні реакції записуємо над формулою метану його об'єм — 500 л, а над формулою кисню x л, оскільки його об'єм потрібно обчислити. Під рівнянням записуємо об'єми реагентів, виходячи із закону об'ємних відношень газів:



4. Складаємо пропорцію та знаходимо невідому величину:

$$\frac{500}{1} = \frac{x}{2}$$

$$\text{Звідси } x = \frac{500 \cdot 2}{1} = 1000 \text{ л (O}_2\text{)}$$

Відповідь: об'єм кисню становить 1000 л ($V(\text{O}_2) = 1000 \text{ л}$).

Приклад 2. Нітратна кислота HNO_3 є важливою сировиною для виробництва мінеральних добрив, різноманітних вибухових речовин тощо. На сьогодні практично єдиним промисловим способом її одержання є контактне окиснення амоніаку киснем повітря з наступним поглинанням одержаних оксидів. Окиснення амоніаку до нітроген(II) оксиду належить до найбільш важливих і складних процесів, який перебігає лише в присутності каталізатора (платини, паладію, родію). Обчисліть об'єм продукту реакції каталітичного окиснення амоніаку, якщо прореагував кисень об'ємом 10 м³.

Відомо:

$$V(\text{O}_2) = 10 \text{ м}^3$$

$$V(\text{NO}) = ?$$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння реакції каталітичного окиснення амоніаку:



2. У рівнянні реакції однією рисою підкреслюємо хімічну формулу речовини, об'єм якої вказано в умові задачі, двома рисками — формулу речовини, об'єм якої потрібно обчислити:



3. У рівнянні реакції записуємо над формулою кисню його об'єм — 1 м³, а над формулою нітроген(II) оксиду — x м³, оскільки його об'єм потрібно обчислити. Під рівнянням записуємо об'єми речовин, виходячи із закону об'ємних відношень газів:



4. Складаємо пропорцію та знаходимо невідому величину:

$$\frac{10}{5} = \frac{x}{4}$$

$$\text{Звідси } x = \frac{10 \cdot 4}{5} = 8 \text{ м}^3 (\text{NO})$$

Відповідь: об'єм нітроген(II) оксиду становить 8 м³ ($V(\text{NO}) = 8 \text{ м}^3$).



Досліджуємо



Робота в групах

Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про склад, властивості та застосування пропан-бутанової суміші.

1. Складіть рівняння реакцій горіння її основних компонентів і домішок, які в ній містяться.
2. Визначте відношення об'ємів реагуючих газів до об'ємів утворених газоватих продуктів реакції.
3. Обчисліть сумарний об'єм кисню, який використали для спалювання суміші пропану та бутану об'ємом 40 л, яка містить 10 л бутану.
4. Обговоріть з однокласниками/однокласницями сфери використання цієї суміші. Чи використовували ви таку суміш? За яких умов?
5. Використовуючи додаткові джерела інформації, складіть меню для дводенного походу в гори для чотирьох осіб та обчисліть кількість газу, потрібного для приготування їжі. Під час обчислень кількості газу врахуйте, що, у середньому, на один прийом їжі для однієї людини потрібно закип'ятити 1 л води.



А чи знаєте ви...



Природний газ — це суміш газів без кольору й запаху. Для своєчасного виявлення витіку газу до нього додають речовини зі специфічним різким запахом — *одоранти*. В Україні для одоризації природного газу використовують органічні сульфуровмісні сполуки — меркаптани.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



- Закінчіть речення:
 - Коефіцієнти перед формулами газуватих реагентів і продуктів реакції в рівнянні вказують на ...
 - Об'єми газів під час хімічних реакцій відносяться як ...
 - $1 \text{ м}^3 = \dots \text{ л}$
 - $1 \text{ л} = 1000 \dots$
- Дайте відповіді на запитання:
 - Сформулюйте закон об'ємних відношень газів.
 - Які одиниці вимірювання об'ємів газуватих речовин ви знаєте?
- Перетворіть схему реакції на рівняння

$$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}.$$
 Визначте об'ємні відношення газів.
- Суміш етину C_2H_2 з киснем використовують для зварювання та різання металів. Продуктами реакції горіння етину є вуглекислий газ і вода. Складіть схему реакції, перетворіть схему на рівняння реакції. Обчисліть об'єм (л) карбон(IV) оксиду, який утворився внаслідок спалювання етину об'ємом 20 л. Об'єми всіх газів виміряні за однакових умов.
- Обчисліть об'єм (л) кисню, який необхідний для одержання озону об'ємом 30 л. Об'єми всіх газів виміряні за однакових умов.
- Реакцію горіння пентану C_5H_{12} описують схемою

$$\text{C}_5\text{H}_{12} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}.$$
 Доберіть коефіцієнти та обчисліть об'єм (мл) кисню, який потрібен для спалювання пентану (н. у.) об'ємом 250 мл. Об'єми всіх газів виміряні за однакових умов.
- Термічний розклад метану відбувається за схемою:

$$\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2$$
 Перетворіть схему на рівняння та обчисліть об'єм (л) водню, який можна одержати з метану об'ємом 560 л. Об'єми всіх газів виміряні за однакових умов.
- Обчисліть об'єми (м^3) азоту та водню, які потрібно використати для синтезу амоніаку об'ємом 100 м^3 . Об'єми всіх газів ви-

міряні за однакових умов.

9. Обчисліть об'єми (л) нітроген(II) оксиду та кисню (н.у.), які необхідні для одержання нітроген(IV) оксиду кількістю речовини 6 моль.
- 10.* Чи вистачить водню об'ємом 500 мл для гідрування бутину об'ємом 0,5 л за рівнянням реакції
- $$\text{C}_4\text{H}_6 + 2\text{H}_2 = \text{C}_4\text{H}_{10}?$$
- 11.* Обчисліть об'єм (м^3) вуглекислого газу, який утвориться під час спалювання суміші пропану і бутану об'ємом 50 м^3 . Об'ємна частка бутану в ній становить 70%. Об'єми всіх газів виміряні за однакових умов.



Перевірте себе

1. В атмосфері кисню амоніак горить за реакцією
- $$4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}.$$
- Який об'єм (мл) азоту утвориться під час взаємодії амоніаку об'ємом 40 мл з киснем?
- а) 40 б) 15 в) 20 г) 50
2. Укажіть об'єм хлору (л), який потрібно використати для одержання гідроген хлориду об'ємом 100 л.
- а) 10 б) 15 в) 50 г) 100
3. Під час взаємодії хлору з амоніаком утворюються азот і гідроген хлорид. Обчисліть об'єм (м^3) амоніаку, який необхідно використати для одержання азоту об'ємом 26 м^3 .
- а) 20 б) 26 в) 50 г) 52
4. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
- 1) Стехіометричні коефіцієнти в хімічних рівняннях реакцій показують число об'ємів газуватих речовин, які реагують та утворюються під час реакції.
- 2) Під час розв'язування задач, де реагентами й продуктами реакції є газуваті речовини, слід керуватися двома законами: законом Авогадро та законом об'ємних відношень газів.

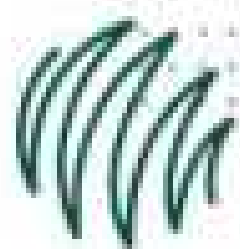


Чудово! Іду складати меню для походу. А це не так просто! Треба підібрати поживну й корисну їжу для повноцінного харчування.

Сьогодні я виписала назву закону, який ми вивчили:

**law of volume relations of gases —
закон об'ємних відношень газів**

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§18. ВЗАЄМОДІЯ ОКСИДІВ ІЗ ВОДОЮ



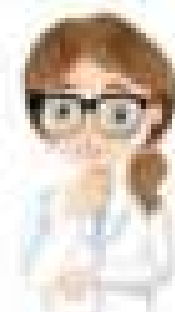
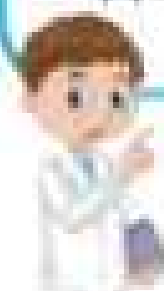
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке гідрати;
- як утворюються кислоти й основи;
- як виявити кислоти та основи.



Як багато я вже знаю про довкілля й ті явища, які відбуваються навколо нас. Одного разу після дощу помітила жовто-коричневі плями на листі, так, наче листочки хтось обпалив. У вечірніх новинах я почувала, що дощ був кислотним. Чи може таке бути? Дощ — це вода. Звідки там кислота?

Про кислотні дощі є багато інформації. Це питання треба ретельно дослідити. Якщо журналісти не помилилися і дощ дійсно був кислотним, то, напевно, кислота утворилася... хм... у повітрі? у хмарах?



У повітрі, окрім азоту й кисню, є й інші гази. Можливо, вони і є причиною такого перетворення.



Як утворюються кислотні дощі?



Опрацьовуємо інформацію



Які речовини містяться в повітрі? Від чого залежить склад повітря?



Взаємодія оксидів з водою



Що таке оксиди? За якою реакцією вони утворюються? Наведіть приклади оксидів. Який заряд оксид-йона?

Оксиди металічних і неметалічних елементів відрізняються за будовою та властивостями.

Оксиди металічних елементів (*основні оксиди*) утворені, переважно, йонами. Це тверді кристалічні речовини з високою температурою плавлення й кипіння. Більшість із них не розчиняються у воді.

Більшість оксидів неметалічних елементів (*кислотних оксидів*) — це переважно речовини молекулярної будови з невисокими

температурами плавлення й кипіння. Силіцій(IV) оксид має атомну будову.

Основним оксидам відповідають основи, а кислотним оксидам — кислоти.

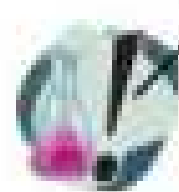
Деякі оксиди металічних елементів і більшість оксидів неметалічних елементів взаємодіють із водою, утворюючи *гідрати оксидів* (від грецького ὕδωρ — «вода») основи й кислоти.

Реакція взаємодії оксидів з водою є реакцією сполучення.

Основні оксиди, взаємодіючи з водою, утворюють основи. До основних оксидів належать оксиди металічних елементів із зарядами йонів (1+, 2+, рідше 3+).

Назва основи – продукту такої реакції – складається з двох слів:

Назва йону + Гідроксид



Гідроксиди — це сполуки металічних елементів, загальна формула яких



де n — чисельно дорівнює заряду йона металічного елемента.



Робота в парі

Назвіть оксиди: Li_2O , Na_2O , K_2O , BaO , CaO , FeO .

Щоб записати формулу продукту реакції, послідовно дотримуйтеся таких дій:

1. Запишіть реагенти:
оксид + вода



2. Алгебраїчно додайте кількості йонів та атомів у формулах реагентів



3. Скоротіть індекси до найменшого співвідношення за потреби



скорочуємо на 2



не скорочуємо

Отримані формули й назви продуктів реакції



натрій гідроксид



барій гідроксид



Що спільного ви помітили у формулах натрій і барій гідроксидів?

Розчинні у воді основи називають *лугами* (наприклад, $NaOH$, KOH).

Кислотні оксиди, взаємодіючи з водою, утворюють кислоти. Тому кислотні оксиди часто називають ангідридами кислот

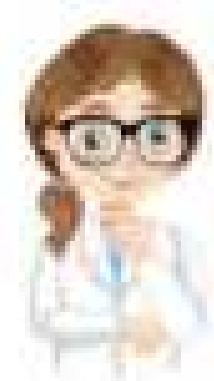
(безводними кислотами). До кислотних оксидів належать оксиди неметалічних елементів, а також оксиди деяких металічних елементів із зарядами йонів 4+ і вище.

 Робота в парі

Назвіть оксиди: B_2O_3 , CO_2 , N_2O_5 , P_2O_3 , P_2O_5 , As_2O_3 , SO_2 , SO_3 .

Щоб записати формулу продукту реакції сполучення кислотного оксиду з водою, послідовно дотримуйтеся таких дій:

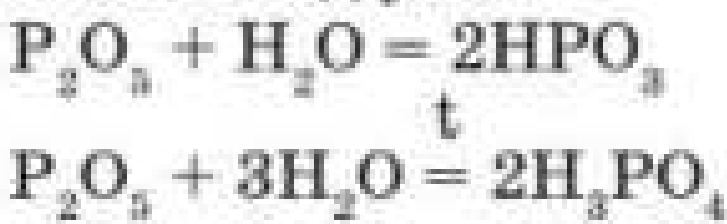
1. Запишіть реагенти: оксид + вода $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2. Алгебраїчно додайте кількості йонів та атомів у формулах реагентів $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_6$ H_2SO_4	3. Скоротіть індекси за потреби до найменшого співвідношення $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_6$ скорочуємо на 2 H_2SO_4 не скорочуємо	Отримані формули й назви продуктів реакції Назви кислот потрібно запам'ятати! HPO_3 метафосфатна кислота H_2SO_4 сульфатна кислота
---	---	--	--



Я виписала формули та назви деяких кислот і відповідні їм оксиди.

Формула	Назва кислоти	Оксид
H_2SO_3	сульфітна	SO_2
H_2SO_4	сульфатна	SO_3
HNO_3	нітратна	N_2O_5
HNO_2	нітритна	N_2O_3
H_3PO_4	ортофосфатна	P_2O_5
HPO_3	метафосфатна	P_2O_5
H_2CO_3	карбонатна	CO_2
H_2SiO_3	силікатна	SiO_2

Я бачу, що оксиду P_2O_5 відповідають дві кислоти. Треба запам'ятати, що взаємодія фосфор(V) оксиду з водою залежить від умов:



А ще треба запам'ятати, що силіцій(IV) оксид із водою не взаємодіє.





Що спільне ви помітили у формулах кислот?



Робота в парі

Перетворіть схеми реакцій на рівняння. Назвіть реагенти та продукти реакцій.

Взаємодія оксидів з водою	
$\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	$\text{SrO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	$\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
$\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	$\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$



Очевидно, якщо дощ кислотний, то відбулася взаємодія кислотного оксиду з водою. Отже, у повітрі були кислотні оксиди. Треба бути обережними під такими дощами. У 7 класі ми вивчали, що з розчинами кислот і лугів потрібно працювати обережно. Але як виявити кислоту або луг?



Виявлення кислот і лугів у розчинах

Для виявлення розчинів кислот і лугів використовують індикатори. Це органічні речовини, які внаслідок реакції з кислотою або лугом змінюють забарвлення.

Забарвлення найважливіших індикаторів наведено в табл. 18.1

Таблиця 18.1

Забарвлення індикаторів

Індикатори	Колір індикатора у водних розчинах		
	Водний розчин кислоти	Вода	Водний розчин лугу
Лакмус	червоний	фіолетовий	синій
Фенолфталеїн	безбарвний	безбарвний	малиновий
Метилоранж	рожевий	оранжевий	жовтий
Універсальний	від червоного до помаранчевого	не змінює забарвлення	від зеленого до синьо-фіолетового

Дослідження взаємодії продуктів згоряння простих речовин із водою.

Для дослідження нам потрібно: вугілля (деревне вугілля або вугілля для грилю), сірка, ложка для спалювання, хімічні склянки або колби, вода, пінцет або щипці, спиртівка, пробірки, індикатори, водний розчин лугу й кислоти.



Робота в групах

1. Об'єднайтеся в групи. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
2. Підберіть реактиви для дослідження (проконсультуйтеся з учителем/учителькою щодо наявних матеріалів у кабінеті хімії).
3. Дослідіть забарвлення індикаторів у воді, розчині кислоти та лугу. Сформулюйте гіпотезу, складіть план експерименту та спрогнозуйте результати.
4. Виконайте експеримент. Що спостерігаєте?
5. Запишіть результати та зробіть висновок.
6. Пригадайте умови виникнення та припинення горіння.
7. Сформулюйте гіпотезу, які речовини можна отримати в результаті спалювання вугілля та сірки. Як дослідити взаємодію одержаних продуктів згоряння простих речовин із водою? Складіть план експерименту та спрогнозуйте результати. Які речовини ви одержите? Як їх виявити?
8. Виконайте експеримент, дотримуючись правил безпеки під час нагрівання.
9. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу? Запишіть рівняння реакції горіння простих речовин та взаємодії продуктів згоряння з водою.
10. Сформулюйте висновки за власними спостереженнями.
11. Поміркуйте, з якими ще простими речовинами можна виконати такий експеримент.
12. Сформулюйте гіпотезу, складіть план експерименту та спрогнозуйте результати.
13. Виконайте експеримент і сформулюйте висновки за власними спостереженнями. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу? Які речовини ви отримали? Як ви це довели?
14. Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

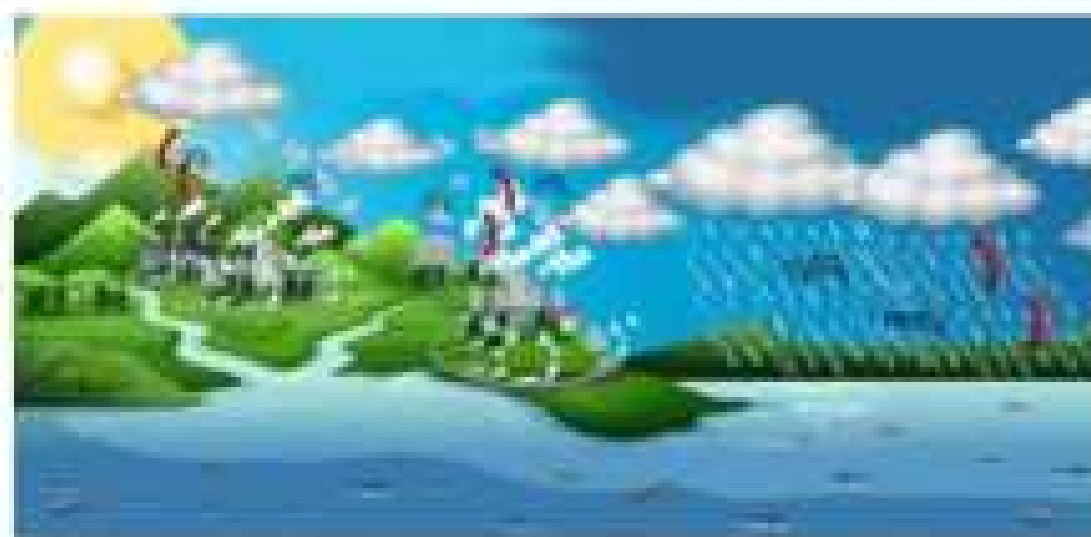
1. Закінчіть речення:
 - Основи — це ...
 - Кислоти — це ...

- Реакція взаємодії оксидів із водою...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Яка загальна формула гідроксидів?
 - Як виявити розчин кислоти або лугу?
 - Що таке індикатори?
 3. Опишіть фізичні властивості основних і кислотних оксидів.
 4. З поданого переліку випишіть спочатку формули основних оксидів, потім — кислотних і назвіть їх: N_2O_3 , P_2O_3 , Li_2O , Na_2O , N_2O_5 , K_2O , NO_2 , Cu_2O , MgO , SO_3 , MnO , Mn_2O_3 , Cl_2O_7 , SrO , FeO , I_2O_5 , BaO , B_2O_3 , CO_2 , SiO_2 , P_2O_5 , As_2O_5 , SO_2 .
 5. Запишіть рівняння реакцій із водою для: а) цезій оксиду; б) нітроген(III) оксиду.
 6. Заповніть пропуски у схемах реакцій. Перетворіть їх на рівняння:
 - а) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \dots + \text{H}_2\text{O}$;
 - б) $\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \dots$;
 - в) $\dots + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t} \text{KOH}$;
 - г) $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \dots + \text{H}_2\text{O}$
 7. Напишіть рівняння реакцій за схемами:
 - а) $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$;
 - б) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$;
 - в) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} ?$;
 - г) $\text{Ca} \xrightarrow{+\text{O}} ? \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$;
 - д) $\text{Ba} \rightarrow \text{BaO} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} ?$;
 - е) $\text{Li} \xrightarrow{+\text{O}} ? \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} ?$
 8. У трьох пробірках містяться безбарвні рідини: вода й розчини лимонної кислоти та натрій гідроксиду. Допоможіть Селені визначити, у якій пробірці міститься кожна з цих речовин.
 9. А чи знали ви, що сік червоноголової капусти — це природний індикатор? Сплануйте домашній експеримент і дослідіть, яке забарвлення має цей індикатор у воді, розчинах кислоти і питної соди.
 10. Обчисліть об'єм (л) сульфур(IV) оксиду (за н.у.), який можна одержати спалюванням сірки масою 6,4 г.
 - 11.* Обчисліть масу (г) сульфатної кислоти, яку можна одержати з сульфур(VI) оксиду масою 160 г, якщо вихід продукту реакції 70%.

Робота в парі

Розгляньте мал. 18.1. Поясніть причини кислотних дощів. Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про кислотні оксиди, які можуть міститися в повітрі. Як вони туди потрапляють? Запишіть рівняння реакцій взаємодії цих оксидів із водою.

Із повсякденного життя наведіть приклади наслідків кислотних дощів.



Мал. 18.1. Схема виникнення кислотних дощів

Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за поданим покликанням <https://learningapps.org/watch?v=psz9xntz324> і перевірте свої знання.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Кислотні оксиди називають ангідридами кислот.
 - 2) Оксиди взаємодіють із водою, утворюючи кислоти й основи.



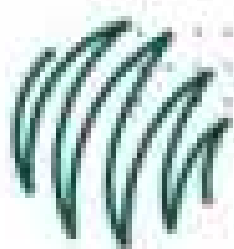
Скільки перетворень відбувається в природі непомітно для нас! Хочу все-все знати, щоб відчувати себе в безпеці. Страшно подумати, що було б зі мною, якби я побувала під кислотним дощем.

Сьогодні виписала такі слова:

acid — кислота;

base — основа.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§19. ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНЮ



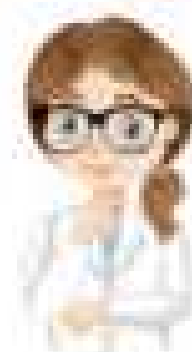
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- який елемент є найпоширенішим у Всесвіті;
- про будову та властивості водню;
- про методи одержання, збирання та зберігання водню;
- якими є перспективи використання водню як палива.



Швидше б весна настала. А далі тепле літечко! Як же я люблю ніжитися під сонячними променями. Теплий освітлений підвіконник — моє улюблене місце як для відпочинку, так і для навчання. Добре, що в нас є сонечко. Але от я подумала, чому воно світить?

Пригадую, ми вивчали, що Сонце — це зоря, яка складається з водню, гелію та інших речовин у незначній кількості (заліза, нікелю, кисню, азоту тощо). Температура поверхні Сонця становить близько 6000°C , а температура його ядра — не менше 15 мільйонів градусів. Речовини



зорі перебувають у стані високотемпературної плазми. Усередині ядра відбуваються термоядерні реакції перетворення водню на гелій, унаслідок чого виділяється величезна кількість енергії у вигляді світла й тепла.

Саме водень є основною складовою зір і міжзоряного газу. На Землі водень широко використовують у різних промислових процесах, а також як паливо в ракетних двигунах. А ще водень поступово стає важливим джерелом екологічно чистої енергії.



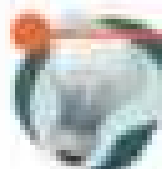
Що таке зелений водень?



Опрацьовуємо інформацію



Будова молекули водню



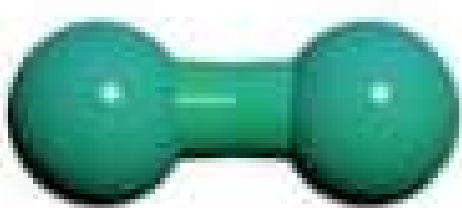
Властивості якого газу ви вже вивчали? З яких атомів складається молекула цього газу?

Молекула водню утворена двома атомами Гідрогену (мал. 19.1).

Робота в групах

Відшукайте інформацію про Гідроген і заповніть таблицю, використовуючи Періодичну таблицю хімічних елементів.

Назва		Період		Порядковий номер	
Символ		Група		Ar	



Мал. 19.1. Модель молекули водню

Гідроген — найпоширеніший хімічний елемент у Всесвіті: кількість його атомів становить близько 88,3% від усієї кількості атомів.



Які найпоширеніші на Землі сполуки утворені Гідрогеном?

Робота в парі

Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте хімічний склад Сонця та побудуйте діаграму вмісту основних елементів у зорі.

Властивості водню

Водень — безбарвний газ, без запаху. Це найлегший газ, не-токсичний. Погано розчиняється у воді, горить блідо-блакитним полум'ям, виділяючи значну кількість енергії. За температури -253°C газуватий водень перетворюється в безбарвну легку рідину; за температури -259°C — твердне. Транспортують зріджений водень у балонах зеленого кольору.

Водень є легкозаймистим і вибухонебезпечним, особливо в суміші з повітрям. Суміш водню з киснем (два об'єми водню й 1 об'єм кисню) називають гримучим газом.

Робота в парі

Обчисліть, у скільки разів водень легший за повітря. Який газ і в скільки разів легший у парі кисень-водень?

А чи знаєте ви...

Відкриття водню належить британському вченому Генрі Кавендішу, який уперше ідентифікував цю просту речовину як окремий газ у 1766 році.

Г. Кавендіш спостерігав за газом, що виділявся під час реакції металів із кислотами. Він зауважив, що цей газ відрізняється від звичайного повітря та має унікальні властивості: є дуже легким і займистим. Він назвав його «горючим повітрям».



Генрі Кавендіш

Г. Кавендіш з'ясував, що під час спалювання водню утворюється вода. Це було надзвичайно важливе відкриття для наукової спільноти того часу, адже до цього моменту вважалося, що вода є простою речовиною. Науковець довів, що вода — це сполука, що складається з Гідрогену та Оксигену.

У 1783 році Антуан Лавуазьє назвав новий елемент «hydrogene» (від грецьких слів ὕδωρ — вода та γεννᾶω — народжую) — «той, що народжує воду».



Про що свідчить українська назва елемента та простої речовини «водень»? Доберіть до цієї назви спільнокореневе слово (іменник), яке є назвою складної речовини.



Робота в парі

Розгляньте профіль водню в інстаграмі. Яку інформацію про властивості водню він містить? Якою інформацією ви б його доповнили? Запропонуйте ймовірний допис водню. Що цікавого він може про себе розповісти? За потреби використайте додаткові джерела інформації.

VODEN_H2

143

дописи

1766

читачі

253

відстежую...

Водень

наймиліший

і наймиліший

і просто

за мого майбутнього

і мого досліджують Водень

і просто косяк

Стежити

Повідомлення

+

Створити



Одержання та збирання водню

На сьогодні відомо кілька способів одержання водню.

Електроліз води — це процес, за якого вода розкладається на водень і кисень під дією електричного струму. Якщо електроенергія для цього процесу береться з відновлюваних джерел (сонячна, вітрова енергія), то такий водень називають зеленим (мал. 18.2).



Мал. 19.2. Схема одержання зеленого водню електролізом води



Робота в парі

Запишіть схему реакції розкладу води та перетворіть її на рівняння:



Водень також можна одержати з природного газу, вугілля чи інших органічних сполук, проте такі методи передбачають утворення шкідливих газів, тому потребують удосконалення. Хоча водень і безбарвний газ, проте залежно від методів одержання його позначають різними кольорами.



Робота в групах

Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся, якими кольорами, окрім зеленого, позначають водень і чому. Оберіть колір водню та підготуйте коротке повідомлення про методи його одержання й застосування. Обговоріть із однокласниками/однокласницями доцільність одержання кольорового водню.

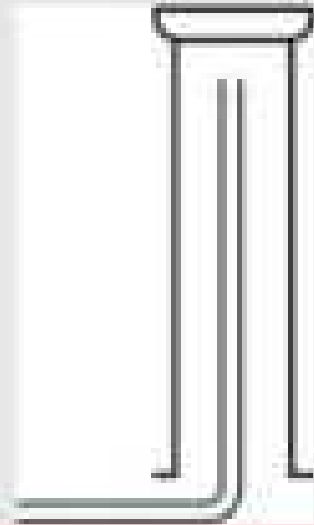
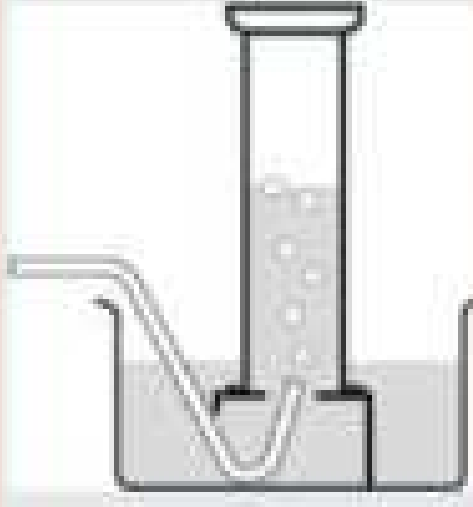


Пригадайте методи збирання кисню. Поміркуйте, якими методами можна зібрати водень.



Робота в парі

Розгляньте таблицю «Методи збирання водню». Обговоріть переваги та недоліки кожного методу.

Суть методу		Переваги/недоліки
Витіснення повітря 	Водень збирають у перевернуту посудину, яка спочатку заповнена повітрям. Газ виходить із трубки, витісняючи повітря з ємності, і наповнює її собою. Легкий водень підтримується знизу важчим повітрям.	Переваги: <ul style="list-style-type: none">Відсутній контакт із водою, що зберігає чистоту водню. Недоліки: <ul style="list-style-type: none">Існує ризик змішування водню з повітрям, що може спричинити вибух за наявності іскри.
Витіснення води 	Посудину (зазвичай це перевернутий циліндр або пробірка) попередньо заповнюють водою і занурюють у посудину з водою. Водень спрямовують у посудину, наповнену водою, за допомогою трубки.	Переваги: <ul style="list-style-type: none">Отримують чистий водень, оскільки вода перешкоджає змішуванню газу з повітрям.Легкий і безпечний метод. Недоліки: <ul style="list-style-type: none">Не використовують для збирання водню у великій кількості.

Для збирання великих кількостей водню у промислових масштабах використовують метод збирання в спеціальні балони. Газ, що утворюється, зберігається в таких балонах під високим тиском.



Чи доцільно наповнювати повітряні кульки воднем? Відповідь обґрунтуйте.



Водень як паливо



Робота в групах

Розгадайте ребуси 1, використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся про сфери застосування водню. Розробіть буклет «Застосування водню», презентуйте його в класі та обговоріть з однокласниками/однокласницями.



--	--	--	--	--



--	--	--	--	--



--	--	--	--	--	--	--

Завдяки своїм унікальним властивостям водень поступово стає важливим джерелом екологічно чистої енергії. Однак історія використання водню як палива є тривалою та неоднозначною, оскільки поряд з успіхами спостерігалися й невдачі, а то й трагедії, що уповільнювали розвиток цієї галузі.



Робота в групах

Розгляньте лінію часу. Використовуючи ключові слова для пошуку інформації, дізнайтеся, які події з історії дослідження та використання водню на ній відмічено. Оберіть одну з частин лінії часу. Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся більше про обраний період. Презентуйте відшукані факти та обговоріть їх причини та наслідки з однокласниками/однокласницями.



Незважаючи на виклики, водень продовжують розглядати як ключовий компонент енергетики майбутнього. Використання водню можливе в паливних елементах, які перетворюють хімічну енергію водню безпосередньо в електричну. Перевагами використання водню є його екологічність і висока енергетична ефективність.

Країни всього світу активно інвестують у дослідження та розробку водневих технологій. Крім того, розвиток відновлюваної енергетики (сонячної та вітрової) сприяє створенню зеленого водню, який виробляють без викидів вуглекислого газу.

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/5eUVPYIM> або за QR-кодом і дізнайтеся, як на сьогодні використовують водень у світі.



Робота в групах

Проведіть дебати на одну із запропонованих тем:

- «Використання водню в автомобільній промисловості»;
- «Вплив водневої енергетики на зміну клімату»;
- «Водень – основне джерело енергії в найближчому майбутньому».

Досліджуємо

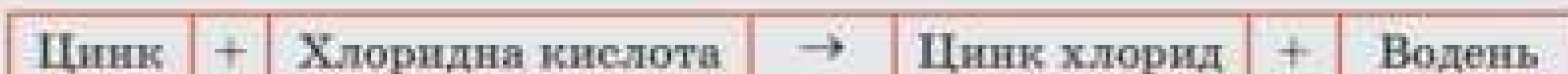
Робота в групах

Одержання водню в лабораторних умовах

У лабораторних умовах водень одержують взаємодією металу з кислотою за реакцією заміщення. Продуктами такої реакції є складна речовина — сіль і газуватий водень. Загальна схема реакції:



Наприклад,



Різні метали взаємодіють з однією і тією ж кислотою по-різному. Активність металів визначають за здатністю їхніх атомів

віддавати електрони та перетворюватися на йони. Метали з високою активністю швидко взаємодіють з іншими речовинами, тоді як менш активні метали реагують повільніше або взагалі не реагують за звичайних умов.

Для прогнозування ймовірності перебігу реакції металу з кислотою використовують ряд активності. Це послідовність металічних елементів, розміщених за зменшенням здатності атомів віддавати електрони (перетворюватися на йони).

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, (H₂), Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Чим лівіше розташований металічний елемент у ряду активності, тим активнішим є метал у хімічних реакціях.

Я помітила формулу водню в ряду активності. Очевидно, що металічні елементи в цьому ряду розділені на дві групи. Як будуть реагувати з кислотою метали цих двох груп?



Для роботи нам потрібно: зразки металів (магнію, алюмінію, заліза, цинку, міді тощо), розчин кислоти, пробірки.

1. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
2. Дослідіть залежність швидкості хімічної реакції різних металів із кислотами від активності металів. Сформулюйте гіпотезу, складіть план експерименту та спрогнозуйте його результати.
3. Виконайте експеримент і запишіть спостереження. Чи у всіх випадках відбулася хімічна реакція? Що свідчить про її перебіг?
4. Зробіть висновок щодо залежності швидкості хімічної реакції металів із кислотами від активності металів. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу?
5. Прорангуйте досліджені метали за швидкістю взаємодії з кислотою. Порівняйте отриманий вами ряд із рядом активності.
6. Зробіть загальний висновок.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



1. Закінчіть речення:
 - У промисловості водень одержують ...
 - Зелений водень — це ...
 - У лабораторії водень одержують ...

2. Дайте відповіді на запитання:
 - Які речовини використовують для одержання водню в лабораторії?
 - Як зібрати водень? На яких його властивостях ґрунтується використання цих методів?
 - Що таке гримучий газ?
 - У скільки разів водень легший за азот?
3. Доведіть, що Гідроген є найпоширенішим елементом у Всесвіті.
4. Опишіть фізичні властивості водню.
5. Розгляньте мал.19.3 і поясніть основні етапи (точки на лінії) одержання водню та сфери його використання.



Мал. 19.3. Етапи одержання та використання водню

6. Які властивості водню роблять його придатним для використання як палива?
7. Чому водень вважають екологічно чистим паливом? Які продукти утворюються під час його спалювання? Запишіть рівняння реакції.
8. Перетворіть запропоновані схеми реакцій на рівняння.



Спрогнозуйте, який із запропонованих металів швидше взаємодіятиме з хлоридною кислотою?

9. Під час електролізу води одержали кисень масою 288 г та водень масою 36 г. Обчисліть масу (г) води, яка розкладалася.
10. Обчисліть масу (г) водню, об'єм якого 112 л (н.у.).
11. Обчисліть об'єм (м³) кисню, який потрібно використати для спалювання водню об'ємом 1,12 м³.
12. Обчисліть масу (г) заліза, яке реагує з хлоридною кислотою, за схемою

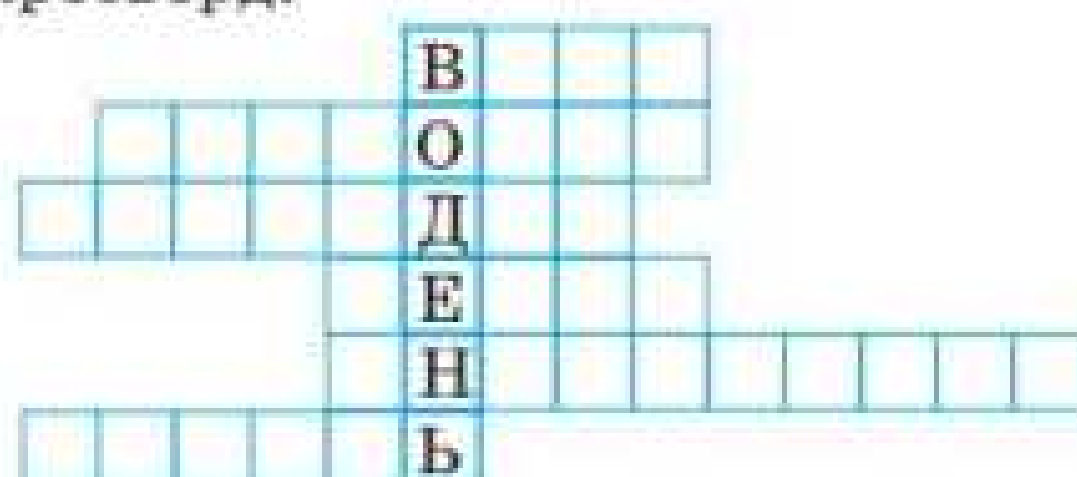


якщо в результаті реакції виділився водень кількістю речовини 8 моль.

- 13.* Обчисліть об'єм (л) водню (н.у.), який виділяється під час взаємодії цинку масою 6,5 г із розведеною сульфатною кислотою за схемою



14. Розгадайте кросворд.

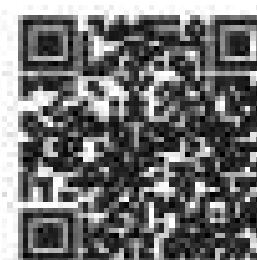
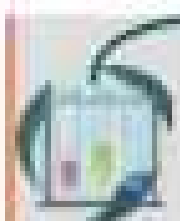


1. Речовина, електролізом якої одержують водень.
2. Хімічний елемент, два атоми якого утворюють найлегшу просту речовину.
3. Прізвище вченого, що відкрив водень.
4. Проста речовина, утворена металічним елементом.
5. Нова, перспективна галузь застосування водню.
6. Речовина, яка утворює з воднем гримучий газ.



Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за поданим покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pi9pjyiu524> і дослідіть історію використання водню.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Водень одержують розкладом гідроген пероксиду.
 - 2) Водень — газ, легший за кисень, але важчий за повітря.



Навчальний проєкт «Сучасні водневі автомобілі». Виконайте дослідження про використання водневих автомобілів. Опишіть їхні принципи роботи, переваги й недоліки порівняно з автомобілями на традиційних видах палива. Чи можуть водневі автомобілі стати транспортом майбутнього?



Яка цікава тема! Як легко запам'ятати! Колір природи зелений. А водень, одержаний з використанням природних джерел енергії, — зелений водень! Із ним наша планета стане чистішою! Мені здається, що сьогодні ми трішки зазирали в майбутнє.

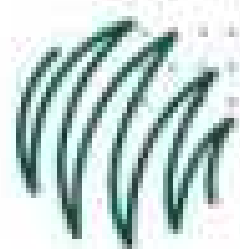
Продовжуємо вивчати нові слова:

hydrogen energy — воднева енергетика;

green hydrogen — зелений водень;

electrolysis — електроліз.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§20. ВУГЛЕКИСЛИЙ І ЧАДНИЙ ГАЗИ: ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ



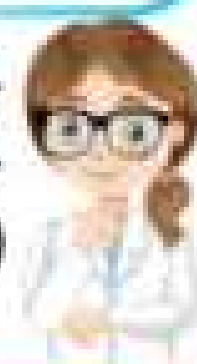
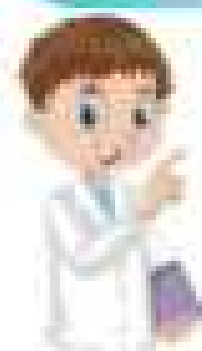
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- про джерела утворення вуглекислого та чадного газів;
- як виявляти вуглекислий газ;
- про вплив цих газів на людину та довкілля.



Мала сьогодні вільний час, вирішила прогулятися рідним містом. Прогулянка відверто не вдалася... На вулицях так багато автомобілів, шумно і нема чим дихати!

Я теж це помітила. Вважаю, що автомобілі — одне з головних джерел викидів вуглекислого газу, особливо в міських районах із великим потоком транспорту. Карбон(IV) оксид є одним із продуктів згоряння палива.



Але не тільки він... Утворюються чадний газ та інші речовини. Це є причиною забруднення повітря та може вплинути на наше здоров'я. Якщо коротко, то нічого доброго...



Як впливають вуглекислий і чадний газ на людину й довкілля?



Опрацьовуємо інформацію



Будова, властивості та джерела вуглекислого та чадного газів



Що таке горіння? Які умови виникнення та припинення горіння? Які продукти утворюються в результаті реакції горіння?

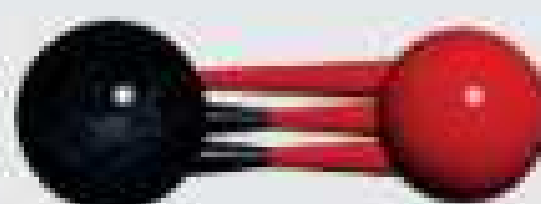


Робота в парі

Розгляньте молекули вуглекислого та чадного газів. Запишіть їх хімічні формули. Обчисліть їхні молярні маси. Важчими чи легшими за повітря вони є?



карбон(IV) оксид, вуглекислий газ



карбон(II) оксид, чадний газ

Вуглекислий газ утворюється під час дихання всіх живих організмів, а також під час природних процесів (вулканічної активності, розкладання матеріалів органічного походження тощо). Крім того, велика кількість вуглекислого газу виділяється в атмосферу внаслідок антропогенної діяльності, зокрема в разі спалювання викопного палива в енергетиці, промисловості та транспорті. Цей газ є основним компонентом парникових газів.



 Робота в групах

Намалюйте схему «Джерела забруднення атмосфери вуглекислим газом» та обговоріть з однокласниками/однокласницями. Які з цих джерел є у вашому населеному пункті?

Чадний газ, на відміну від вуглекислого, є продуктом неповного згоряння матеріалів органічного походження (бензину, деревини та вугілля). Він не є природним компонентом атмосфери, і його поява часто пов'язана з діяльністю людини, наприклад, у разі використання автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння або під час роботи печей і котлів. Зазвичай чадний газ утворюється в закритих приміщеннях із недостатньою вентиляцією, наприклад, в автомобільних гаражах або за умови використання опалювальних приладів у приміщеннях.

Вуглекислий газ і чадний газ є важливими компонентами атмосфери, але їхній вплив на довкілля й людину суттєво відрізняються.

 Робота в парі

Порівняйте властивості вуглекислого та чадного газів, їх дію на організм людини, доповнивши таблицю. За потреби використовуйте додаткові джерела інформації.

	Карбон(IV) оксид Вуглекислий газ	Карбон(II) оксид Чадний газ
Хімічна формула	CO_2	CO
Колір		Безбарвний
Запах	Без запаху	
Смак	Без смаку	

Одержання	Повне згоряння палива за схемою $C_nH_{18} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$	Неповне згоряння палива за схемою $C_nH_{18} + O_2 \rightarrow CO + H_2O +$ C(сажа) + інші продукти
Токсичність		Дуже токсичний навіть у малих дозах
Густина (н.у.)	... за повітря	...за повітря
Утворення	За умови повного згорян- ня органічних речовин	
Вплив на організм	У високих концентраціях може викликати задуху, але не є небезпечним у малих кількостях	Взаємодіє з гемоглобіном, блокує транспортування кисню, викликає кисневе голодування
Основні симп- томи отруєння		
Природне походження		
Промислове походження		
Розчинність у воді		Погано розчиняється



Уплив на людину та довкілля

Вуглекислий газ здійснює більший вплив на довкілля, ніж чадний. Він є важливим компонентом природного колообігу Карбону. Його вплив на довкілля може бути як позитивним, так і негативним.



Робота в групі

Розгляньте схему впливу вуглекислого газу на довкілля та обговоріть з однокласниками/однокласницями. Сформулюйте загальний висновок про роль вуглекислого газу в довкіллі.



Вплив вуглекислого газу на організм людини залежить від його вмісту в повітрі. Хоча карбон(IV) оксид є природною складовою атмосфери, підвищення рівня газу може мати негативні наслідки для здоров'я людини. Постійне перебування в умовах підвищеного рівня вуглекислого газу може спричиняти погіршення пам'яті, проблеми з концентрацією уваги й зниження працездатності.

Продукти неповного згоряння палива можуть спричиняти респіраторні захворювання, інтоксикацію організму та навіть смерть у разі високих концентрацій чадного газу. Також вони є причиною утворення смогу, забруднення повітря й парникового ефекту.

Досліджуємо

Виявлення вуглекислого газу в продуктах згоряння.

Виявити вуглекислий газ можна за помутнінням вапняної води. Схема реакції:

Ca(OH)_2	+	CO_2	$\rightarrow$	$\text{CaCO}_3\downarrow$	+	H_2O
Кальцій гідроксид, вапняна вода		Карбон(IV) оксид, вуглекислий газ		Кальцій карбонат		Вода

Для роботи нам потрібно: вугілля (деревне вугілля або вугілля для грилю), ложка для спалювання (або металева сітка), склянка або колба, вапняна вода (розчин кальцій гідроксиду Ca(OH)_2), пінцет або щипці, спиртівка.

1. Об'єднайтеся в групи. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
2. Пригадайте умови виникнення та припинення горіння.
3. Сформулюйте гіпотезу, як отримати вуглекислий газ. Складіть план експерименту та спрогнозуйте результати.
4. Виконайте експеримент, дотримуючись правил безпеки під час нагрівання.
5. Для виявлення вуглекислого газу обережно піднесіть ложку з розжареною вуглиною до склянки з вапняною водою. Розмістіть ложку з вуглиною у склянці так, щоб не відбувся її контакт з рідиною. Що спостерігаєте?
6. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу? Запишіть рівняння реакції горіння вугілля.
7. Сформулюйте висновки за власними спостереженнями.
8. Поміркуйте, з якими ще речовинами чи матеріалами можна виконати такий експеримент.

9. Сформулюйте гіпотезу, складіть план експерименту та спрогнозуйте результати.
10. Виконайте експеримент і сформулюйте висновки за власними спостереженнями. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу?

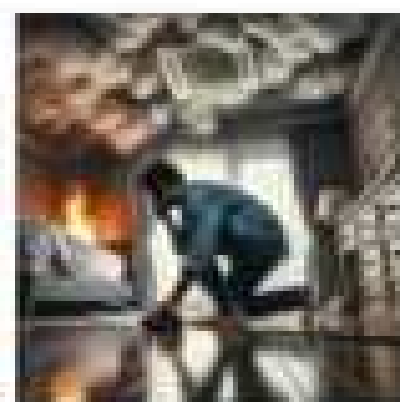


Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



1. Закінчіть речення:
 - Під час фотосинтезу ...
 - Велика кількість вуглекислого газу виділяється в атмосферу внаслідок ...
 - Чадний газ є продуктом ...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Який з оксидів Карбону важчий за повітря?
 - Як виявити вуглекислий газ у продуктах згоряння?
 - Які продукти утворюються під час повного згоряння палива?
 - Які продукти утворюються під час неповного згоряння палива?
3. У скільки разів чадний газ легший від вуглекислого?
4. Поміркуйте, чому вихлопні гази автомобілів сьогодні обов'язково перевіряють на вміст чадного газу?
5. Дві склянки об'ємом 200 мл заповнені газами, одна з них — вуглекислим газом, інша — чадним. Порівняйте кількість молекул в обох склянках за нормальних умов.
6. Обчисліть об'єми (л) чадного газу (карбон(II) оксиду) та кисню (н.у.), які необхідні для одержання вуглекислого газу масою 8,8 г.
- 7.* На згоряння суміші об'ємом 50 л, що складалася з чадного й вуглекислого газу, витратили кисень об'ємом 20 л. Обчисліть вміст вуглекислого газу в початковій суміші, якщо об'єми газів виміряно за однакових умов.
- 8.* На спалювання невідомого вуглеводню складу C_xH_y об'ємом 5 м³ витратили кисень об'ємом 20 м³. У результаті реакції горіння утворився вуглекислий газ об'ємом 15 м³ та водяна пара. Визначте формулу сполуки. Об'єми всіх газів виміряні за однакових умов.
9. Вивчіть джерела викидів вуглекислого газу біля вашого ліцею або гімназії (можете створити карту, нанести на ній точки з найбільшими викидами карбон(IV) оксиду). Розробіть рекомендації для зменшення викидів.

10. Велика кількість чадного газу утворюється під час пожеж. Розгляньте малюнок. Згадайте правила поведінки під час пожежі. Чи доцільно в даному випадку рухатися низом приміщення?



Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за поданим покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pt4i71wz524> і виконайте вправу.



Проаналізуйте властивості вуглекислого й чадного газів і спрогнозуйте можливості їх застосування. Перевірте ваші прогнози, використовуючи додаткові джерела інформації. Розробіть буклет «Застосування вуглекислого та чадного газів»



Укотре переконуюся, для того, щоб захистити себе від дії токсичних речовин, треба знати їх властивості та вміло з ними поводитися, дотримуватися певних правил безпеки. Дуже чекаю, коли всі перейдуть на електромобілі чи теж гулятимуть пішки, як я. Тоді й викидів шкідливих газів буде менше та повітря буде чистіше.

Продовжуємо вивчати нові слова:

carbon dioxide — вуглекислий газ;

carbon monoxide — чадний газ;

the environment — довкілля.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.

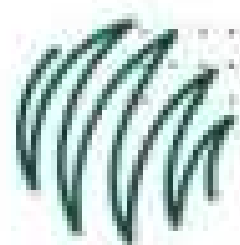


А чи знаєте ви...



Під час пожежі утворюється чадний газ, який може стати причиною отруєння. Знання його властивостей допомагають медикам і рятувальникам ефективно діяти в таких ситуаціях.

Чадний газ легко зв'язується з гемоглобіном у крові, утворюючи карбоксигемоглобін, який не здатний переносити кисень. Це викликає кисневе голодування мозку, запаморочення, втрату свідомості й навіть смерть. Медики та рятувальники аналізують стан потерпілих, контролюють рівень кисню в крові та визначають, чи потрібна додаткова реанімація. Завдяки поєднанню знань з медицини та хімії вони можуть швидко реагувати на небезпечні ситуації, рятуючи людські життя.



§21. ВУГЛЕКИСЛИЙ ГАЗ ЯК ПАРНИКОВИЙ ГАЗ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

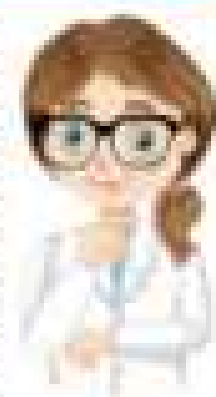
- про причини виникнення парникового ефекту;
- які технології використовують для моніторингу викидів вуглекислого газу;
- про заходи щодо зменшення викидів вуглекислого газу.



Ви, мабуть, пам'ятаєте, що я дуже люблю рослини. Сьогодні відвідала Ботанічний сад імені академіка Олександра Фоміна в Києві. Це було захопливо!!! Особливо мені сподобався оранжерейний комплекс із тропічними рослинами. Там дуже тепленько, а в холодну пору року це дуже приємно.



Напевно, рослинам в оранжереї необхідні такі умови (тепло та волога), як у їхньому природному середовищі існування. Ми вже знаємо, що підтримувати температуру на Землі допомагає вуглекислий газ. Але з кожним роком стає все тепліше... Гадаю, скоро будемо жити, як у теплиці...



Як парникові гази впливають на клімат?



Опрацьовуємо інформацію



Який вплив здійснює вуглекислий газ на довкілля? Які можливі наслідки в разі збільшення його вмісту в атмосфері?



Парниковий ефект

Парникові гази — це гази в атмосфері, які здатні поглинати інфрачервоне випромінювання. Цей процес є важливим для підтримання життєздатної температури на Землі, проте надмірна концентрація парникових газів може викликати значні зміни в кліматичній системі планети.

Вуглекислий газ має здатність затримувати тепло в атмосфері, і його концентрація в останні століття зросла внаслідок інтенсивної людської діяльності. Поглинання та утримання молекулами

вуглекислого газу інфрачервоного випромінювання є причиною парникового ефекту.



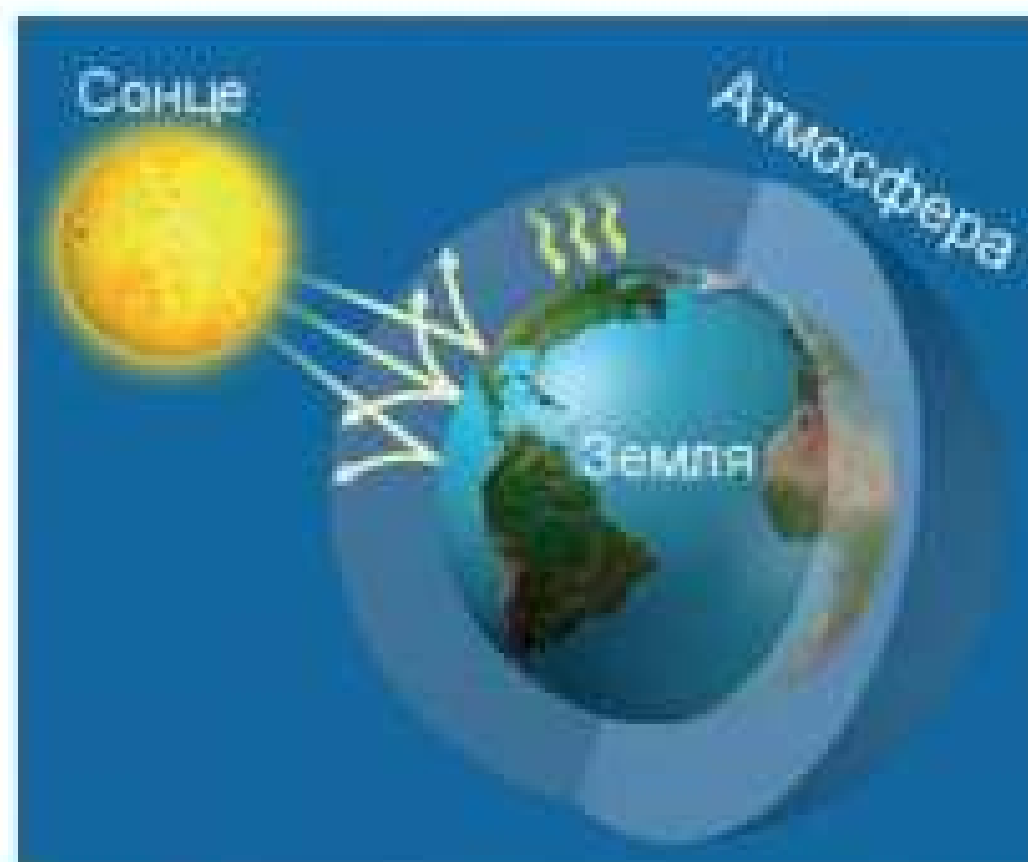
Пригадайте основні джерела забруднення атмосфери вуглекислим газом.



Робота в парі

Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтесь, які гази, окрім вуглекислого, є парниковими. Запишіть їхні хімічні формули, обчисліть молярні маси та порівняйте їх із молярною масою повітря.

Парниковий ефект — явище в атмосфері Землі, коли енергія сонячних променів, відбиваючись від поверхні, утримується в атмосфері молекулами вуглекислого та інших газів (мал. 21.1), що призводить до підвищення температури поверхні.



Мал. 21.1. Механізм виникнення парникового ефекту



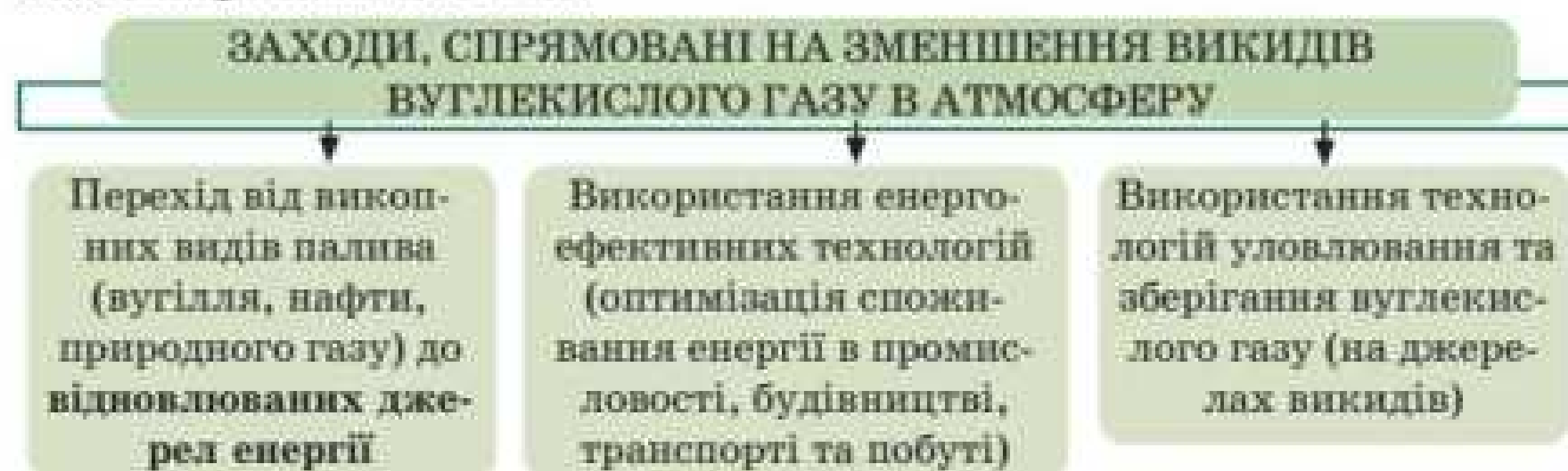
Робота в групах

Вважають, що без парникового ефекту температура поверхні Землі була б приблизно на 30°C нижчою, ніж є зараз. Використовуючи додаткові джерела інформації, установіть, якою була б температура поверхні Землі. Обговоріть, чи були б умови для життя на нашій планеті.



Заходи щодо зменшення викидів вуглекислого газу

Зменшення викидів вуглекислого газу є ключовим завданням у боротьбі з глобальним потеплінням і змінами клімату. Для цього розроблено численні заходи на національному, регіональному та глобальному рівнях, спрямовані на зниження антропогенних викидів парникових газів.





Робота в парі

Розгляньте таблицю, дізнайтесь про підходи різних країн до зменшення викидів вуглекислого газу. Запишіть приклади країн, які використовують спосіб

- 1) переходу до відновлюваних джерел енергії;
- 2) зменшення споживання енергії;
- 3) уловлювання та зберігання карбон(IV) оксиду.

Країна/ Region	Заходи	Результати та цілі
Німеччина	Програма «Energiewende» – перехід до відновлюваних джерел енергії та відмова від вугілля до 2038 року.	До 2030 року планують отримувати 80% електроенергії з відновлюваних джерел.
Китай	Інвестування в сонячну та вітрову енергетику, стимулювання електротранспорту.	Китай є світовим лідером у виробництві сонячних панелей і вітряних турбін. До 2060 року планує досягти кліматичної нейтральності.
Японія	Інвестиції в енергоефективні технології, використання світлодіодного освітлення.	Енергоефективність у промисловості та побуті зросла на 30% за останні 20 років.
США	Розвиток технологій уловлювання та зберігання вуглекислого газу (CCS), використання електромобілів.	Прийняття закону “Inflation Reduction Act” (2022), що передбачає 369 млрд доларів інвестицій у чисті технології.
Швеція	Розвиток відновлюваних джерел енергії, мета – стати першою країною без викопних палив.	У 2017 році 54% енергії надходило з відновлюваних джерел, мета – 100% до 2040 року.
Норвегія	Проект «Northern Lights» для уловлювання та зберігання вуглекислого газу на промислових об’єктах.	Створюють першу у світі систему захоплення й зберігання вуглекислого газу в Північному морі.
Європейський Союз	Європейський Зелений курс — кліматична нейтральність до 2050 року, зниження викидів на 55% до 2030 року.	ЄС досяг значного зростання частки відновлюваних джерел енергії. Втілено нові заходи щодо скорочення викидів від транспорту та промисловості.



Робота в групах

Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про заходи, які вжито Україною для зменшення викидів вуглекислого газу. Запропонуйте вашу стратегію впровадження екологічних реформ і проєктів.

Україна також робить значний внесок у боротьбу зі зміною клімату. Важливими кроками є розвиток відновлюваних джерел енергії, підвищення енергоефективності та перехід до низькокарбонової економіки. У 2021 році частка відновлюваної енергії в загальному енергобалансі України склала приблизно 13%.

А чи знаєте ви...

Паризька кліматична угода — це угода в межах рамкової конвенції ООН про зміни клімату. Її основна мета — обмежити глобальне потепління до 1,5–2°C порівняно з доіндустріальним рівнем. Згідно з угодою, кожна країна повинна розробити власний план для зменшення викидів парникових газів і збільшення здатності адаптуватися до негативних впливів зміни клімату. Виконання Угоди оцінюють кожні 5 років.

Наприкінці липня 2021 року уряд України затвердив Оновлений національний внесок України до Паризької угоди. Актуальна кліматична мета України — скоротити до 2030 року викиди парникових газів до рівня 35% порівняно з 1990 роком.

Робота в групах

Об'єднайтесь у групи. Уявіть себе членами/членкинями органів місцевої влади. Подумайте, як можна зменшити викиди CO₂ у вашому регіоні. Складіть програму заходів і змін, які можна запровадити на рівні вашого населеного пункту задля покращення екологічної ситуації та зменшення викидів CO₂. Презентуйте програму та обговоріть з однокласниками/однокласницями.



Потрібно пам'ятати, що вуглекислий газ, хоча і є головним винуватцем глобального потепління, також може бути використаний для його запобігання. Існують технології, які дозволяють використовувати вуглекислий газ для виробництва різних матеріалів, таких як пластик, синтетичне паливо, будівельні матеріали (наприклад, бетон з уловленим карбон(IV) оксидом). Підвищення концентрації вуглекислого газу сприяє прискоренню фотосинтезу, що дозволяє отримувати більші врожаї при менших витратах на землекористування. Проте використання цих технологій залишається дорогим і недостатньо розвиненим для глобальної масштабної реалізації.

Мій вуглецевий слід

Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://footprint.conservation.org/en-us/>, дослідіть і розрахуйте свій вуглецевий слід за допомогою онлайн-калькулятора. Проаналізуйте результат.



Порівняйте з результатами однокласників/однокласниць. Чи можете ви змінити щось у звичному способі життя, щоб зменшити негативний вплив на довкілля?

Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

- Закінчіть речення:
 - Парникові гази – це ...
 - Причиною парникового ефекту є ...
 - Основними джерела забруднення атмосфери вуглекислим газом є...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Що таке парниковий ефект?
 - Як здійснюють моніторинг викидів вуглекислого газу?
 - Які заходи є ефективними для зменшення викидів вуглекислого газу в атмосферу?
- Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтесь, що таке океанічна кислотизація. Які її наслідки?
- Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте хімічний склад атмосфери Венери та поясніть, чому ця планета є найгарячішою планетою Сонячної системи.
- Дослідіть приклади зменшення викидів вуглекислого газу в країнах світу. Виберіть одну країну та підготуйте доповідь на тему «Заходи щодо зменшення викидів вуглекислого газу та їх ефективність».
- Який об'єм (л) карбон(IV) оксиду (н.у.) потрапить у повітря, якщо ви здійсните подорож позашляховиком із вашого населеного пункту до Ботанічного саду імені академіка Олександра Фоміна? Відомо, що під час роботи двигун позашляховика викидає в повітря карбон(IV) оксид кількістю речовини близько 9 моль на кожен кілометр шляху.
- Створіть постер або інфографіку на тему «Як кожен з нас може допомогти зменшити викиди CO_2 ?». Використовуйте приклади з повсякденного життя, такі як енергоефективність у побуті, використання громадського транспорту, сортування

сміття тощо.

8. Припустімо, що викиди вуглекислого газу у вашому населеному пункті складають приблизно 500 000 тонн на рік. Україна планує зменшити викиди на 65% до 2030 року.
 - Обчисліть, скільки тонн складатимуть викиди карбон(IV) оксиду у вашому населеному пункті, якщо слідувати плану України.
 - Скільки тонн на рік складатимуть викиди вуглекислого газу, якщо ваш населений пункт впровадить нову систему громадського електротранспорту, що зменшить викиди на 10% від загального рівня?



Робота в групах

Проведіть дебати на тему «Чи достатньо робить світова спільнота для боротьби зі змінами клімату?».



Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pxd0xwegt24> і виконайте вправу.



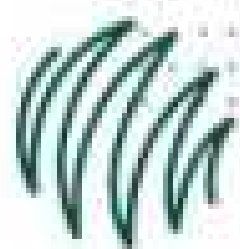
От тобі й на! З одного боку, вуглекислий газ є необхідним для підтримання температури на планеті на рівні, який дозволяє існування життя. З іншого боку, він є причиною змін клімату. Як тут шукати компроміс? Мабуть, потрібно всім нам зважати, щоб своїми діями не збільшувати викиди вуглекислого газу! Тож підсумуйте, що ми можемо зробити заради майбутнього життя на Землі.

Сьогодні я виписала такі слова:

greenhouse effect — парниковий ефект;

global warming — глобальне потепління.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§22. КОЛООБІГ КАРБОНУ В ПРИРОДІ

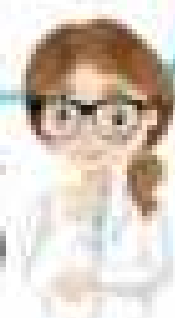


У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

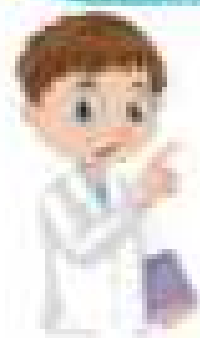
- яке значення Карбону для життя;
- про колообіг Карбону в природних середовищах;
- про антропогенний вплив на колообіг Карбону.



І знову Карбон? Я вже знаю аж дві сполуки Карбону — вуглекислий і чадний газ. Умію поводити себе правильно під час пожежі, веду активну роботу з популяризації відновлюваних джерел енергії, борюся з глобальним потеплінням. Що ще? Чим ще такий важливий Карбон?



Без Карбону неможливе життя. Сполуки Карбону з іншими елементами (Гідроґеном, Оксигеном, Нітроґеном) забезпечують існування живої матерії.



У природі постійно відбуваються процеси, у яких беруть участь сполуки Карбону. Навіть ми мимоволі беремо участь у них: дихаємо киснем, який утворюється в процесі фотосинтезу з карбон(IV) оксиду та води, видихаємо знову ж таки вуглекислий газ. І таких прикладів, напевно, є багато. Тому цікаво розглянути колообіг Карбону в природі.



Як утримати баланс Карбону в природі?



Опрацьовуємо інформацію



Які ви знаєте оболонки Землі? Які їхні особливості?



Значення Карбону для життя на Землі

Карбон є одним з основних елементів, що забезпечує життя на Землі. Сполуки Карбону містяться в усіх живих організмах і відіграють головну роль у процесах їх життєдіяльності.

У природі постійно відбуваються процеси, які забезпечують рух сполук Карбону між оболонками Землі. Таке регулювання балансу між викидами та поглинанням сполук Карбону дозволяє екосистемам існувати в стабільних умовах.

Однак людська діяльність значно порушила цей баланс, спричинивши глобальне потепління та зміну клімату через надмірне

викидання вуглекислого газу в атмосферу.

Колообіг Карбону в природі

Колообіг Карбону — це природний процес, який забезпечує постійний рух Карбону між атмосферою, гідросферою, літосферою та біосферою. Моніторинг і контроль за колообігом Карбону є критично важливими для боротьби зі змінами клімату та збереженням природних систем.



Пригадайте, що таке парниковий ефект. Які причини його виникнення?

Опрацьовуючи інформацію, ми записали, у яких природних процесах бере участь Карбон. Допоможіть її візуалізувати. Намалюйте малюнок, який демонструватиме 5-7 описаних процесів. Стрілочками покажіть взаємозв'язки між ними. Продемонструйте однокласникам/однокласницям та обговоріть зображений вами цикл Карбону.



АТМОСФЕРА

- Вивільнення вуглекислого газу під час дихання живих організмів (аеробне дихання).
- Спалювання викопного палива (природний газ, вугілля, нафта) у транспорті, промисловості, енергетиці.
- Виверження вулканів: вивільнення вуглекислого газу з літосфери в атмосферу.
- Поглинання вуглекислого газу рослинами.

C⁶_{12,0006}
Карбон

ГІДРОСФЕРА

- Розчинення вуглекислого газу у водах океанів, річок, озер.
- Фотосинтез водоростей і планктону, що поглинають вуглекислий газ для свого росту.
- Транспортування розчиненого вуглекислого газу на різні глибини та частини океану.
- Окиснення органічних решток у воді, вивільнення Карбону в глибоких шарах океану та його повернення до атмосфери.

- Осадження Карбону в гірських породах.
- Утворення викопного палива (нафта, вугілля, природний газ) із решток рослин і тварин, що накопичуються в літосфері і протягом мільйонів років перетворюються в паливо.
- Вивітрювання гірських порід, під час якого Карбон вивільняється з мінералів і потрапляє у води річок, морів та океанів.

ЛІТОСФЕРА

- Дихання організмів, яке вивільняє вуглекислий газ в атмосферу.
- Розкладання решток мікроорганізмами, що повертає Карбон у ґрунт та атмосферу.
- Продуктування метану (CH₄) в анаеробних умовах (болота, океанічне дно). Поглинання вуглекислого газу рослинами під час фотосинтезу.
- Фіксація атмосферного вуглекислого газу рослинами та іншими фотосинтезуючими організмами.

БІОСФЕРА

 Робота в групах

Об'єднайтеся в чотири групи:

- Група 1 — Атмосфера;
- Група 2 — Біосфера;
- Група 3 — Літосфера;
- Група 4 — Гідросфера.

Серед поданих нижче тверджень оберіть ті, які пояснюють процеси, що відбуваються в середовищі, співзвучному з назвою вашої групи. У відповідь обрані твердження з процесами, описаними вище. Заповніть таблицю за зразком.

Оболонка	Процес	Твердження про роль Карбону
Гідросфера	Окиснення органічних решток у воді, вивільнення Карбону в глибоких шарах океану та його повернення до атмосфери через океанські течії.	Цей процес забезпечує обмін сполук Карбону між океанами й атмосферою в різних часових масштабах, що впливає на глобальний кліматичний баланс.

1. Це накопичення Карбону в літосфері, що вивільняється внаслідок антропогенного впливу, спричиняючи збільшення парникових газів в атмосфері.
2. Наслідком цього процесу є вивільнення Карбону, який накопичувався мільйони років, та збільшення рівня вуглекислого газу в атмосфері.
3. Океани поглинають значну частину атмосферного вуглекислого газу, що впливає на їхні екосистеми.
4. Мікроорганізми відіграють головну роль у ґрунтових процесах, що є важливим для сільського господарства та підтримки природних екосистем.
5. Відкладення Карбону в літосфері допомагає зменшити його кількість в атмосфері, утворюючи довготривалі накопичення, що регулюють цикл Карбону протягом мільйонів років.
6. Повернення вуглекислого газу в повітря внаслідок дихання забезпечує баланс між утворенням і розпадом органічних речовин у біосфері.
7. Природний процес, унаслідок якого вивільняється вуглекислий газ в атмосферу, впливає на колообіг Карбону, але має менший вплив порівняно з антропогенними викидами.
8. Перетворення вуглекислого газу в органічні молекули, утворення кисню та накопичення Карбону в біомасі, що є важливим для підтримки життя на планеті.
9. Внаслідок розкладання решток планктону та водоростей утворюються сполуки Карбону, які формують осадові породи.
10. Рослини перетворюють вуглекислий газ в органічні речовини та кисень, накопичуючи Карбон у біомасі, що є важливим для підтримки життя на планеті.

11. Цей процес забезпечує поглинання вуглекислого газу з атмосфери та його перетворення в біомасу, що є основою для життя на Землі й регулювання рівнів парникових газів.
12. Процес вивітрювання зумовлює міграцію сполук Карбону до гідросфери та атмосфери, забезпечуючи довгостроковий баланс Карбону в екосистемах.

Робота в парі

Розгляньте мал. 22.1. Обговоріть процеси, які позначені стрілками. Поміркуйте, які речовини з вам відомих точно зникли би, якби не було Карбону. Чи змогло б існувати людство?



Мал. 22.1.
Схема
колообігу
Карбону

Вплив людини на колообіг Карбону

Діяльність людини суттєво впливає на природний колообіг Карбону. Порушення цього циклу є одним із головних факторів глобального потепління та змін клімату. Викиди вуглекислого газу від спалювання викопного палива, промисловості та транспорту ведуть до збільшення вмісту парникових газів в атмосфері. Це викликає підвищення середньої глобальної температури, танення льодовиків, підвищення рівня океанів та екстремальні погодні явища.



Що таке глобальне потепління?

Робота в парі

Робота в групах. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за посиланням <https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine/?intent=021>.



Проаналізуйте дані NASA щодо змін деяких ключових кліматичних показників Землі з часом. Простежте зв'язок між кількістю Карбону на Землі та зміною середньої температури на планеті, рівня водойм, таненням льоду. Поміркуйте, чи є зв'язок між цими змінами та чисельністю населення Землі.

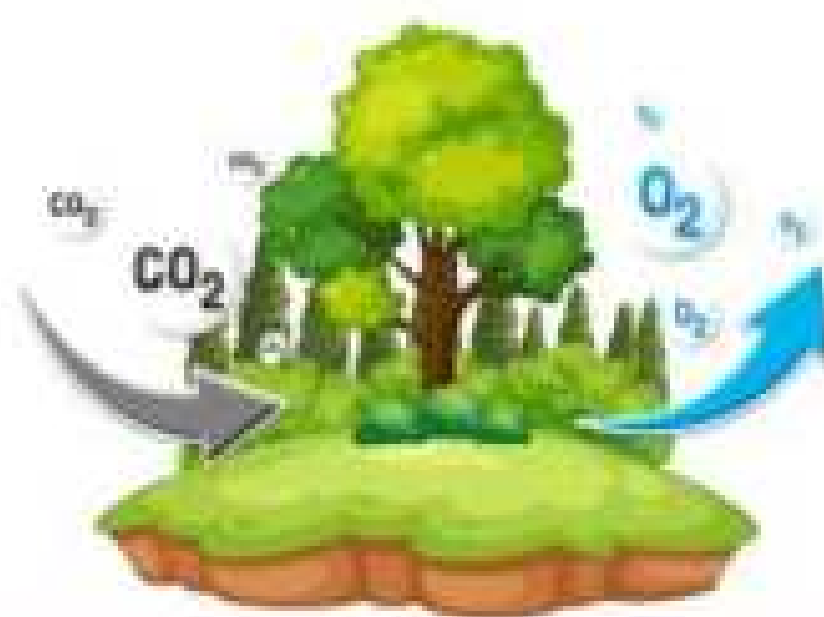
Дайте відповіді на запитання:

- 1) У яких точках планети температура почала зростати найшвидше?
- 2) У яких точках світу зафіксовано найнижчу та найвищу температуру?
- 3) У якому році (за результатами дослідження NASA) температура в Україні була найвищою?

Іншим важливим фактором є вирубка лісів, які природним чином поглинають вуглекислий газ у процесі фотосинтезу

(мал. 22.2). Зменшення кількості лісів знижує здатність біосфери компенсувати викиди сполук Карбону, що прискорює зміни клімату. Лісові масиви також є резервуарами сполук Карбону у формі деревини та ґрунтів, тому їх знищення безпосередньо впливає на баланс Карбону в атмосфері.

Підтримка природного циклу Карбону означає відновлення екосистем, які можуть поглинати вуглекислий газ, а також зменшення антропогенного впливу на ці процеси через упровадження відновлюваних джерел енергії та технологій уловлювання Карбону. Це допоможе сповільнити зміни клімату та забезпечити більш стабільне майбутнє для екосистем і людства.



Мал. 22.2. Газообмін у процесі фотосинтезу



Робота в групах

Створіть проєкт на тему «Як діяльність людини впливає на колообіг Карбону?». Використайте приклади впливу промисловості, транспорту, сільського господарства та урбанізації.

Досліджуємо



Робота в групах

Використовуючи кольоровий папір, картон, ножиці, клей та інші підручні матеріали, створіть модель, що демонструє природний колообіг Карбону. Покажіть процеси фотосинтезу, дихання, розкладання органічних речовин та антропогенний вплив (спалювання викопного палива, вирубки лісів). Презентуйте модель у класі та обговоріть з однокласниками/однокласницями.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:
 - Газуватими сполуками Карбону є ...
 - Сполуки Карбону містяться ...
 - Контроль за колообігом Карбону є критично важливим...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Які сполуки Карбону відіграють ключову роль у його колообігу в природі?
 - Які наслідки збільшення вмісту парникових газів в атмосфері?

- Яка роль мікроорганізмів у колообігу Карбону?
- 3. Що таке фотосинтез? Які сполуки Карбону є реагентами й продуктами цієї реакції? Запишіть рівняння реакції фотосинтезу.
- 4. Яка роль океанічних течій у процесах колообігу Карбону? Наведіть приклади, використовуючи додаткові джерела інформації.
- 5. Запропонуйте заходи для зменшення антропогенного впливу на природний цикл Карбону у вашому населеному пункті. Складіть ментальну карту до теми.
- 6.* Добова потреба кисню для людини в середньому 13,5 моль. Який об'єм (л) вуглекислого газу (за н.у.) поглинула рослина в процесі фотосинтезу, щоб забезпечити добову потребу кисню для трьох осіб?
- 7.* У процесі фотосинтезу одна рослина поглинає карбон(IV) оксид масою 308 г за один світловий день. Яка маса (г) глюкози ($C_6H_{12}O_6$) утвориться в листках рослини за тиждень?

Робота в групах

Проведіть дебати на тему «Чи може людство повністю перейти на відновлювані джерела енергії для стабілізації клімату?». (Представники позиції ствердження наводять аргументи за повний перехід на відновлювані джерела енергії, представники позиції заперечення – за комбінацію традиційних і відновлюваних джерел енергії).



Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=ps72cg41t24> і виконайте вправу.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Під час фотосинтезу з кисню утворюється вуглекислий газ.
 - 2) Фотосинтез відбувається в будь-яку пору доби в зелених частинах рослин.

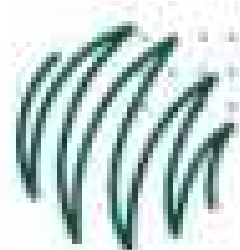


Дивіться, як усе взаємопов'язано! Виявляється, до природного циклу Карбону долучено всі-всі живі організми. Отже, баланс Карбону в природі є вкрай важливим. Цікавим є ще й те, що колообіг відбувається через газуваті речовини.

А я записала цей термін англійською:

carbon cycle – колообіг Карбону.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§23. ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАНУ

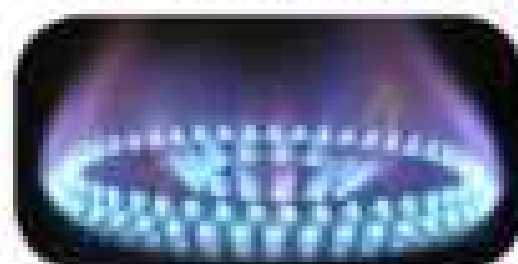


У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

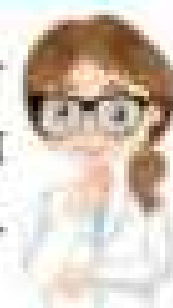
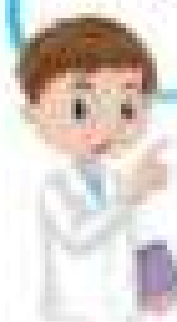
- з чого складається природний газ;
- про використання метану як палива;
- про парникову дію метану.



Я дуже люблю тепло. Узимку відчувала себе трохи некомфортно. Добре, що в моїй оселі є газове опалення. А ще я люблю спостерігати, як горить газ на газовій плиті. Такий колір полум'я цікавий. Дивишся — і зразу стає затишно. Хочу записати реакцію горіння газу. Підкажіть формулу природного газу.



Я знаю, що природний газ не має формули. Це не речовина, а суміш речовин, під час горіння яких утворюється багато вуглекислого газу. А отже, говоримо знову про парниковий ефект.



А я от прочитав, що і в самому природному газі є парникові гази. Отже, і сам газ, і продукти горіння є парниковими?



Чи впливають компоненти природного газу на зміну клімату?



Опрацьовуємо інформацію



Які сполуки Карбону ви знаєте? Пригадайте їх властивості.



Метан – складник природного газу

Природний газ є однією з основних форм викопного палива, який використовують у сучасному світі для забезпечення енергетичних потреб. Складовими частинами природного газу є вуглеводні (сполуки Карбону й Гідрогену), зокрема метан, який становить основну частину газу (мал. 23.1).



Мал. 23.1. Склад природного газу

Природний газ добувають із газових покладів, що утворилися в надрах землі, і широко використовують для генерації електроенергії, опалення житлових і промислових будівель, а також як паливо для транспортних засобів. Згоряння природного газу, порівняно з іншими викопними видами палива, супроводжують менші викиди вуглекислого газу та інших шкідливих речовин.

Метан (CH_4) є основним компонентом природного газу. Це безбарвний газ без запаху. Горить слабкосвітним полум'ям. Метан утворюється внаслідок природних геохімічних процесів (розкладання органічних матеріалів в анаеробних умовах (без доступу кисню) у підземних резервуарах, що знаходяться на великій глибині під землею).



Мал. 23.2. Модель молекули метану

Робота в групах

Розгадайте ребуси, запишіть джерела утворення метану. Використовуючи додаткові джерела інформації, з'ясуйте, як утворюється метан.



Метан як паливо

Які викопні види палива ви знаєте?

Метан як складник природного газу використовують, перш за все, як ефективне паливо, а також в інших галузях промисловості.



Мал. 23.3. Сфери застосування метану

 Робота в групах

Створіть короткий комікс, у якому головний герой, наприклад, Метанмен, рятує планету від забруднення, допомагаючи людям використовувати чисті види палива. За потреби перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://cutt.ly/zeUP9NKG> та ознайомтеся з можливими сценаріями для коміксу.



До регіонів, у які прокласти газопроводи неможливо чи економічно недоцільно, транспортують скраплений природний газ (СПГ), або LNG (Liquefied Natural Gas). Його основним компонентом є метан (CH_4), що дозволяє використовувати скраплений газ як ефективне та екологічно чистіше джерело енергії порівняно з іншими викопними паливами (вугіллям чи нафтою). Скраплення природного газу відбувається його охолодженням до температури -162°C , що зменшує його об'єм приблизно в 600 разів і робить зручнішим для транспортування на великі відстані, зокрема морськими шляхами.

 Робота в парі

Розгляньте табл. 23.1. Порівняйте властивості природного та скрапленого газу. Які спільні та відмінні властивості ви помітили?

Таблиця 23.1

Характеристика	Природний газ	Скраплений газ (СПГ)
Стан	газуватий	рідкий (за температури -162°C)
Основний компонент	CH_4	CH_4
Об'єм	займає більше місця	зменшується в 600 разів під час скраплення
Транспортування	трубопроводами	танкерними суднами, цистернами
Зберігання	у газуватому стані в сховищах	у рідкому стані в охолоджених резервуарах
Вибухонебезпека	вибухонебезпечний у разі витoku	безпечний у рідкому стані (не вибухає)
Використання	використовується без- посередньо	потребує регазифікації перед використанням
Терміни зберігання	без часових обмежень	вимагає постійного охолодження
Екологічність	менше забруднює, ніж вугілля та нафта	менше забруднює, ніж вугілля та нафта

Країни-споживачі	споживають у країнах з газопроводами	споживають в країнах без газопроводів
Перевага	доступність	легко транспортують на великі відстані
Вартість транспортування	низька за наявності інфраструктури	вища через складність зберігання та охолодження

 Метан — парниковий газ

 Що таке парниковий ефект? Які причини його виникнення?

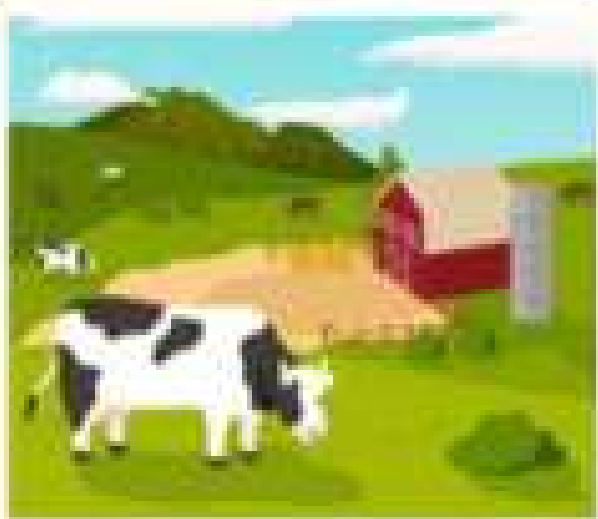
Метан становить меншу частку від загальних викидів порівняно з вуглекислим газом, проте його вплив на зміну клімату значно сильніший. За оцінками, метан в атмосфері затримує тепло приблизно в 25 разів ефективніше, ніж вуглекислий газ. І хоч він швидше розпадається в атмосфері, порівняно з карбон(IV) оксидом (залишається в атмосфері близько 12 років), робить значний внесок у глобальне потепління.

З огляду на це, збільшення викидів метану від діяльності людини (інтенсивне тваринництво, видобуток газу тощо) є важливою причиною занепокоєння, оскільки прискорює кліматичні зміни.

 Робота в парі

Розгляньте схему заходів, необхідних для зменшення викидів метану в атмосферу. Обговоріть і доповніть її, використовуючи додаткові джерела інформації за потреби. Наведіть приклади таких заходів із повсякденного життя.

Сільське господарство



Використання технологій, які знижують кількість метану, що виділяється в галузі тваринництва

Контроль за викидами



Підвищення ефективності збору й транспортування природного газу для зменшення втрат і витоків метану

Переробка відходів



Використання метану, що виділяється на сміттєзвалищах, для виробництва біогазу та електроенергії



Робота в групах

1. Створіть карту «Джерела викидів метану». Використовуючи додаткові джерела інформації, позначте на карті України території, що містять основні джерела викидів метану: об'єкти сільського господарства, видобутку газу, сміттєзвалища.

Для зручності роботи карту можна завантажити за QR-кодом або за покликанням <https://cutt.ly/ueUP3T11>.



2. Порівняйте вплив на довкілля продуктів згоряння різних видів палива: природного газу, скрапленого газу та водню.

Запишіть рівняння реакцій горіння компонентів природного газу, скрапленого газу та водню. Сформулюйте гіпотезу. Зробіть розрахунки, щоб перевірити вашу гіпотезу.

Чи підтверджено вашу гіпотезу? Зробіть висновки, який із газів завдає найменше шкоди довкіллю? Чому? Чи можна повністю перейти на цей вид палива?



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:
 - Природний газ — це ...
 - Основним компонентом природного газу ...
 - Основним компонентом скрапленого газу ...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Чому метан є парниковим газом?
 - Яких заходів потрібно вживати для зменшення викидів метану в атмосферу?
 - Назвіть сфери застосування метану.
3. Опишіть фізичні властивості метану.
4. Проаналізуйте, які джерела викидів метану є у вашому населеному пункті. Запропонуйте заходи, спрямовані на зменшення викидів метану в атмосферу.
5. Доведіть, що природний газ порівняно з іншими викопними видами палива менше забруднює довкілля. За потреби використайте додаткові джерела інформації.
6. Поясніть, як надмірне використання природного та скрапленого газів шкодить озоновому шару. За потреби використайте додаткові джерела інформації.
7. Якщо у вас удома стоїть газовий лічильник, дізнайтеся в до-

рослих, який об'єм (м^3) природного газу витрачає ваша родина за добу. Припустіть, що природний газ складається лише з метану, та обчисліть масу (кг) вуглекислого газу (н.у.), який виділяється в атмосферу під час його згоряння за схемою

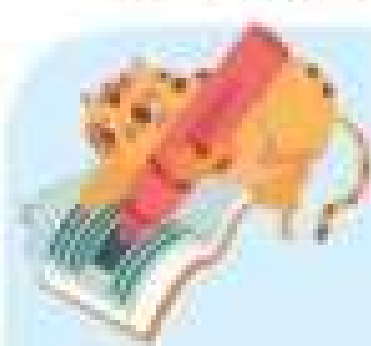


Скільки потрібно дерев для фотосинтетичного перетворення такої маси вуглекислого газу на кисень? Дерево за максимальної інтенсивності фотосинтезу здатне перетворювати за добу, у середньому, карбон(IV) оксид об'ємом 25,5 л.

8. Яку систему опалення використано у ваших оселях? У випадку газового опалення поцікавтеся в дорослих, чи є у ваших оселях побутовий аналізатор газу. Дослідіть, як він працює. Поцікавтеся, скільки газу витрачено на обігрів вашої оселі в зимовий період. Обчисліть, який об'єм (м^3) вуглекислого газу (за н.у.) виділився в атмосферу за цей час, припускаючи, що природний газ складається лише з метану. Поміркуйте, як можна зменшити кількість викидів вуглекислого газу. У випадку інших видів опалення обґрунтуйте доцільність та ефективність їх використання.

Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://learningapps.org/watch?v=poi98gw5j24> і виконайте вправу.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Формула природного газу CH_4 .
 - 2) Метан і вуглекислий газ є парниковими газами.



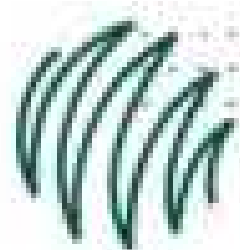
Як багато видів палива ми використовуємо! Я тепер розумію, що це шкодить нашій Землі та й нам усім. А тому треба максимально допомогти нашій планеті: зменшувати викиди газів, використовувати енергію з відновлюваних джерел, переробляти відходи. Тепер ми це можемо робити грамотно, адже вже так багато знаємо про процеси, що відбуваються довкола нас.

Сьогодні я виписала такі слова:

methane — метан;

fuel — паливо.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§24. БІОГАЗ. ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ



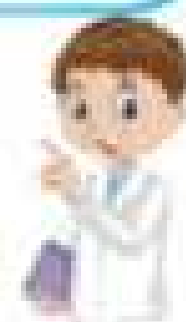
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке біогаз;
- як отримати енергію з біогазу;
- про економічні та екологічні переваги використання біогазу;
- про декарбонізацію економіки.



Що ж, якщо чиста планета, то й чиста оселя! Почала я з себе — і зробила генеральне прибирання. Пішла вносити сміття — просто очманіла! Такий неприємний запах біля сміттевих баків, усе сміття змішане... Я ж свідомо киця, сміття сортую. Пластик, скло, метал, папір — усе це можна переробити! Але як щодо залишків їжі? Що з ними роблять? Чи можна отримати з них якусь користь?

Ми читали, що з органічних відходів можна одержати паливо! Але для цього потрібна спеціальна установка. І, звісно ж, такі ж свідомі жителі, як ти, Селено: ті, хто сортує сміття.



Як перетворити органічні відходи на паливо?



Опрацьовуємо інформацію



Як відбувається колообіг Карбону в природі?



Біогаз як джерело енергії



Робота в парі

Розгадайте кроссєнс.



Робота в групах

Розгляньте мал. 24.1, на якому показано найнезвичніші відновлювані джерела енергії. Які з них можна використовувати у вашому регіоні?



Мал. 24.1. Незвичні відновлювані джерела енергії



Мал. 24.2. Схема одержання біогазу

Біогаз — це відновлюване джерело енергії, яке утворюється внаслідок анаеробного (безкисневого) розкладу органічних матеріалів: сільськогосподарських відходів, гною, харчових залишків або відходів тваринництва. Основними компонентами біогазу є *метан і вуглекислий газ*. Біогаз використовують для виробництва електроенергії, тепла та як паливо для транспорту. Його одержують за допомогою біогазових установок: у спеціальних реакторах органічні матеріали ферментують мікроорганізмами (мал. 24.2).

Метан забезпечує високий енергетичний потенціал біогазу, роблячи його цінним джерелом енергії.

Економічні та екологічні переваги біогазу

Органічні матеріали, які використовують для виробництва біогазу, можуть регулярно поповнюватися, що робить біогаз сталим джерелом енергії на відміну від викопних видів палива, таких як вугілля, нафта або природний газ, запаси яких обмежені й вичерпні.

Завдяки анаеробному розкладу органічних матеріалів у біогазових установках, процес утворення біогазу дозволяє суттєво знижувати викиди парникових газів. По-перше, використання біогазу замість викопного палива зменшує викиди CO_2 , який утворюється під час спалювання нафти та газу.

По-друге, метан, що виділяється під час природного розкладання органічних матеріалів на сміттєзвалищах, має більшу здатність утримувати тепло, ніж вуглекислий газ, тому його збір і використання як енергетичного ресурсу знижує шкідливий вплив на атмосферу.

Біогаз вважають *карбоно-нейтральним*, оскільки сполуки, які утворюються під час його спалювання, містять Карбон, що раніше

був поглинутий (у сполуках) рослинами під час їхнього росту.
Це робить біогаз важливою частиною стратегії декарбонізації економіки (табл. 24.1).

Таблиця 24.1

Економічні переваги використання біогазу

Категорія	Економічні переваги
Використання відходів	Зменшення витрат на утилізацію відходів, оскільки їх використовують для виробництва біогазу.
Енергетична незалежність	Зменшення залежності від імпортованих викопних видів палива.
Створення робочих місць	Нові робочі місця в секторі відновлюваної енергетики, зокрема в будівництві та обслуговуванні біогазових установок.
Ефективне використання ресурсів	Перетворення органічних відходів на енергію та добрива.
Зниження витрат на енергію	Можливість знизити витрати на енергію для підприємств і господарств, які використовують біогаз як джерело енергії.
Виробництво добрив	Отримання побічних продуктів у вигляді біодобрив, що знижує витрати на хімічні добрива для сільського господарства.
Стабільність цін на енергію	Виробництво біогазу з локальних ресурсів знижує коливання цін на енергію, викликані ринками викопного палива.



Робота в парі

Складіть таблицю «Екологічні переваги використання біогазу», увідповіднивши подані нижче твердження з категоріями табл. 24.1.

зразок

Категорія	Екологічні переваги
Використання відходів	Зменшення кількості відходів на сміттєзвалищах, що зменшує забруднення ґрунту та води.

- Біодобрива є екологічно чистими та не забруднюють ґрунт і води токсичними речовинами.
- Зменшення викидів метану зі звалищ значно зменшує вплив на глобальне потепління.
- Виробництво відновлюваної енергії, що зменшує використання викопних ресурсів і викиди CO₂.
- Поліпшення екологічного стану через використання чистої енергії, що зменшує рівень викидів в атмосфері.

- Використання відновлюваних джерел енергії знижує загальний рівень забруднення довкілля.
- Зменшення об'ємів викидів парникових газів, оскільки біогаз є карбоно-нейтральним джерелом енергії.

Робота в групах

Порівняйте біогаз з іншими джерелами енергії (природний газ, вугілля, нафта) за рівнем викидів парникових газів і стійкістю до ресурсного виснаження. За потреби використайте додаткові джерела інформації.

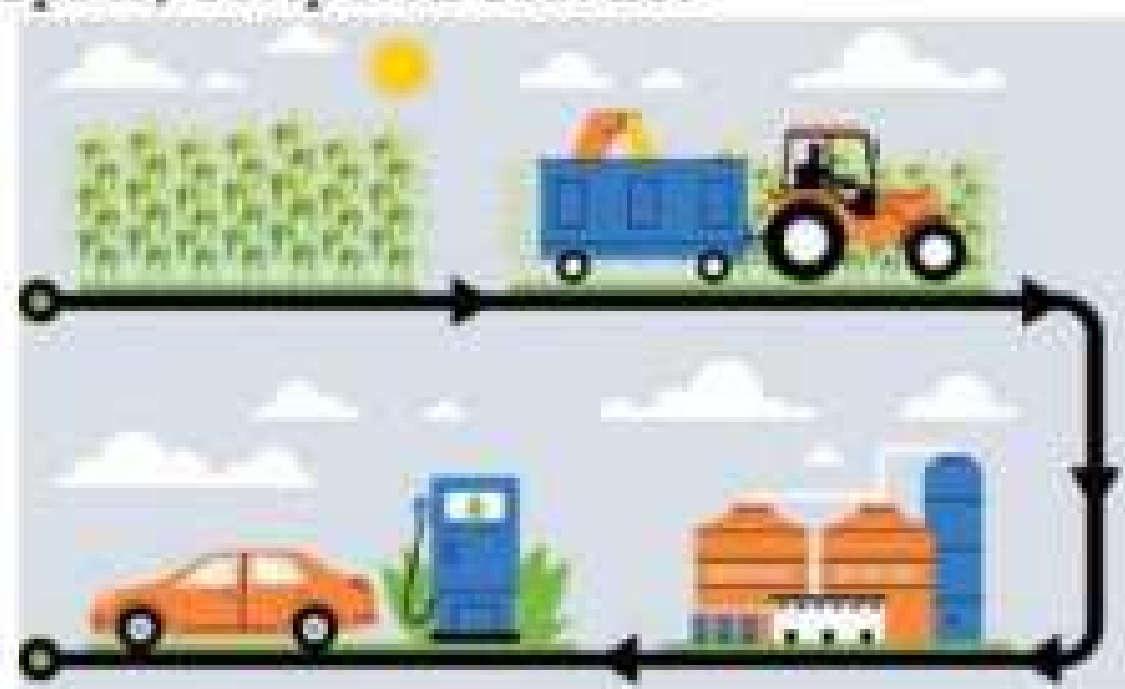
Біогаз як інструмент декарбонізації

Декарбонізація — це процес зменшення викидів вуглекислого газу та інших парникових газів із метою боротьби зі зміною клімату. Одним із головних заходів для досягнення цієї мети є перехід на відновлювані джерела енергії, зокрема біогаз.

Робота в парі

Розгляньте мал. 24.3. Обговоріть основні етапи одержання біогазу. Що ви помітили?

Використання біогазових установок допомагає також зменшувати викиди метану, який виділяється під час розкладання органічних матеріалів на сміттєзвалищах.



Мал. 24.3. Етапи одержання біогазу

Робота в групі

Змодельуйте колообіг Карбону в умовах використання природного газу та заміни його на біогаз. Що залишилося незмінним? Які основні відмінності?

Обговоріть, чи працюють біогазові установки у вашому регіоні. Підготуйте коротку доповідь про реальні приклади використання біогазу для зниження викидів в атмосферу та вплив цих ініціатив на стан довкілля. За потреби використайте додаткові джерела інформації.

Концепція сталого розвитку

Сталий розвиток – це концепція, яка передбачає досягнення соціально-економічного прогресу без шкоди для навколишнього середовища та майбутніх поколінь. Основна мета сталого розвитку полягає в тому, щоб задовольняти потреби сьогодення, не позбавляючи майбутні покоління можливості задовольняти свої потреби.

Ця концепція базується на трьох основних принципах:

- **економічна сталість** — забезпечення економічного зростан-

ня та розвитку, що сприяє зростанню добробуту, але не виснажує природні ресурси.

- **екологічна сталість** — збереження навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів для мінімізації екологічного впливу.
- **соціальна сталість** — забезпечення рівноправності, доступу до основних благ і прав, покращення якості життя людей.

У 2015 році Організація Об'єднаних Націй ухвалила 17 Цілей сталого розвитку (ЦСР), які є основою для побудови глобальної стратегії сталого розвитку до 2030 року. Ці цілі спрямовані на ліквідацію бідності, зменшення нерівності та захист планети (мал. 24.4).



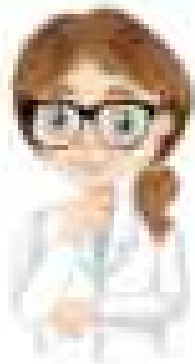
Робота в групі

Яких цілей сталого розвитку можна досягти використанням біогазу? Покладіть галочки під відповідними номерами цілей. Відповідь обґрунтуйте.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

Ось підказки до виконання завдання.

- Переробка органічних відходів на біогаз знижує потребу в звалищах, які забруднюють ґрунти та водні ресурси, а також запобігає деградації земель.
- Біогаз є відновлюваним джерелом енергії, яке може забезпечити доступ до стабільної та екологічно чистої енергії для громад і підприємств. Він може замінити викопні види палива, зменшуючи залежність від них.



- Використання біогазу допомагає зменшити об'єми викидів парникових газів, оскільки його виробництво та використання не додають надлишкового вуглекислого газу в атмосферу та зменшують викиди метану.
- Використання органічних відходів для виробництва біогазу сприяє скороченню обсягів сміття на звалищах, переробці відходів на енергію та зменшенню рівня забруднення навколишнього середовища.
- Біогазова індустрія створює нові робочі місця, особливо в сільських районах, сприяючи економічному розвитку та сталому енергетичному сектору.



В Україні біогазова енергетика набуває все більшої популярності як екологічно чисте джерело енергії, що дозволяє скоротити викиди парникових газів і ефективно утилізувати органічні відходи. У таблиці наведено приклади реальних біогазових проєктів в Україні, які демонструють досягнення країни в цій галузі.

Робота в групі

Використовуючи додаткові джерела інформації, заповніть пропуски в таблиці за зразком. Доповніть таблицю прикладами біогазових проєктів.

Проект	Місце розташування	Сировина для біогазу	Потужність	Екологічне застосування
Біогазовий завод «МХП» 	Вінницька область	Органічні відходи з птихофабрики	20 МВт електроенергії на добу	Зміни викидів парникових газів, утилізація відходів, приклад колової економіки
Біогазовий комплекс в Глобино «Астарта» 		Побічні продукти цукрового виробництва (сирого жому) та органічні відходи сільськогосподарського виробництва	15 МВт електроенергії на добу	Зменшення залежності від традиційних енергоносіїв, зменшення викидів вуглекислого газу
Біометановий завод агрохолдингу «Галс Агро» 	Чернігівська область	Сільськогосподарські відходи	3 млн м³ газу на рік	

Створення спрощеної моделі біогазової установки

Створіть спрощену модель біогазової установки за допомогою підручних матеріалів (наприклад, банок і трубок). Опишіть процес утворення газу на прикладі цієї моделі.

Для дослідження нам потрібно: 1 велика пластикова пляшка (1,5-2 л) з кришкою, корок із газовідвідною трубкою (можна використовувати колбу з корком), склянка або баночка для збирання газу, пластилін або герметик для ущільнення, пакет або кулька для утримання газу (може слугувати показником утворення біогазу), харчові відходи (наприклад, залишки фруктів, овочів), вода, фенолфталеїн, сода, хлоридна кислота для моделювання газових реакцій.

1. Підготуйте органічні матеріали. Наріжте або подрібніть харчові відходи (залишки фруктів або овочів), щоб прискорити процес розкладання. Помістіть ці матеріали всередину пляшки.

2. Залийте подрібнені відходи водою, щоб створити середовище для анаеробного бродіння. Вода допоможе створити герметичне середовище без доступу кисню.

3. Складіть систему для виведення газу. Закріпіть корок із газовідвідною трубкою на горлі пляшки так, щоб він щільно закривав отвір. Під'єднайте інший кінець трубки до склянки або кульки, щоб збирати газ.

4. Поміркуйте, як інтенсифікувати процес одержання біогазу та як довести його наявність. Сформулюйте гіпотезу та спрогнозуйте результати експерименту.

5. Виконайте експеримент і запишіть спостереження.

6. Чи підтверджено вашу гіпотезу? Зробіть висновки.

 Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:

- Біогаз – це ...
- Основними складовими біогазу є ...
- Анаеробне бродіння – це процес...

2. Дайте відповіді на запитання:

- Що таке декарбонізація економіки?
- Чому біогаз вважають карбоно-нейтральним джерелом енергії?
- Як використання біогазу може зменшити викиди метану в ат-

мосферу?

3. Обґрунтуйте економічні переваги використання біогазу порівняно з викопними джерелами енергії.
4. Яке значення має використання біогазу для досягнення цілей сталого розвитку?
5. Чи можна застосувати технології виробництва біогазу для сучасного транспорту?
6. Які конкретні заходи щодо впровадження біогазових установок можуть бути корисними для вашого регіону?
7. Чи можна повністю замінити викопні джерела енергії біогазом? Відповідь обґрунтуйте.
8. Відомо, що для виробництва газу об'ємом 1 м³, основним складником якого є метан, необхідно 25-30 кг органічних решток. У природних умовах анаеробний розклад цих органічних матеріалів за сприятливої температури та вологості триватиме приблизно 1 рік.

За газовим лічильником визначте, який об'єм газу витрачає ваша родина за тиждень. Обчисліть, скільки органічних решток потрібно витратити для виробництва такої кількості газу? Скільки часу для цього потрібно в природних умовах?



Робота в парі

Створіть презентацію або відеоролик із поясненням, як біогаз може допомогти вирішити проблему зміни клімату. Продемонструйте основні етапи його виробництва та поясніть, чому біогаз є частиною стратегії декарбонізації.



Перевірте себе

Перейдіть на сайт за QR-кодом або за поданням покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pwc73ncu524> і виконайте вправу.



Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/9eUP30AO> або за QR-кодом і пройдіть лабіринтом.



Підготуйте проєкт «Перспективи одержання біогазу та зеленого водню в Україні». Презентуйте результати в класі та обговоріть з однокласниками/однокласницями.





Плакат «Життєвий цикл метану»

Створіть плакат або інфографіку, яка показує життєвий цикл метану – від утворення або видобутку до використання як джерела енергії та викиду в атмосферу. Продемонструйте, які технології можна використовувати, щоб зменшити викиди метану. Презентуйте плакат у класі та обговоріть з однокласниками/однокласницями.



Органічні відходи переробити на біогаз, а то й — на енергію! Ось вам і справжня магія! А ще зі мною сперечаються, коли я кажу, що хімія — цікава наука. Тепер маю переконливі аргументи, чому потрібно сортувати сміття. Уже йду малювати мотиваційний плакат про використання біогазу! Сподіваюся, що зможу переконати своїх сусідів, що від їхніх дій сьогодні залежить наше майбутнє.

Сьогодні я виписала нові слова:

biogas — біогаз;

sustainable development — сталий розвиток.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



Самоконтроль знань із теми
«Досліджуємо гази довкілля»

1. Оберіть два гази, об'ємні частки яких у повітрі є найбільшими
а) вуглекислий газ б) кисень в) аргон г) азот
2. Основним компонентом природного газу є
а) водень б) кисень в) метан г) вуглекислий газ
3. Проаналізуйте твердження. Чи є поміж них правильні?
I. Метан — парниковий газ. II. Кисень підтримує горіння.
а) правильне лише I б) правильне лише II
в) обидва правильні г) немає правильних
4. Укажіть речовини, розкладом яких одержують кисень в лабораторії
а) натрій нітрат б) кальцій оксид
в) гідроген пероксид г) вода
5. Укажіть правильні твердження про біогаз
а) є невідновлюваним джерелом енергії
б) утворюється внаслідок анаеробного розкладу органічних матеріалів
в) його використання зумовлює збільшення викидів парникових газів
г) основні компоненти: метан і вуглекислий газ
6. Запишіть рівняння реакції окиснення алюмінію. Сума коефіцієнтів у лівій частині рівняння
а) кратна 2
б) дорівнює сумі індексів у формулі гідроген пероксиду
в) дорівнює сумі коефіцієнтів в рівнянні реакції розкладу калій хлорату
г) менша за суму індексів у формулах двох простих речовин Оксигену
7. Сума індексів однакова у формулах гідратів
а) калій оксиду і магній оксиду
б) сульфур (VI) оксиду і сульфур (IV) оксиду
в) нітроген(V) оксиду і кальцій оксиду
г) фосфор(V) оксиду і барій оксиду
8. З кислотами будуть взаємодіяти метали:
1) залізо 2) мідь 3) алюміній 4) срібло 5) натрій 6) цинк
а) 1, 2, 4, 5 б) 1, 2, 3, 4
в) 1, 4, 5, 6 г) 1, 3, 5, 6
9. Укажіть колір індикатора метилоранжу у водному розчині гідрату сульфур(VI) оксиду
а) оранжевий б) рожевий
в) жовтий г) синій
10. Оберіть спільні властивості для вуглекислого та чадного газів:
а) легші за повітря б) безбарвні гази
в) токсичні г) без запаху

11. У відповідність газів з прикладами їх утворення:
- | | |
|------------------|-----------------------------------|
| a) H_2 | 1) перегнивання органічних решток |
| б) CO_2 | 2) фотосинтез |
| в) CH_4 | 3) неповне згоряння палива |
| г) CO | 4) електроліз води |
| | 5) дихання |
12. Проаналізуйте перелік речовин, хімічні формули яких:
 BaO , SO_3 , O_2 , K_2O , O_3 , N_2O_5
 У цьому переліку: прості речовини (I), кислотні оксиди (II), основні оксиди (III)

	I	II	III
a)	O_2	BaO , N_2O_5	K_2O , SO_3 , O_3
б)	O_2 , O_3	BaO , K_2O	SO_3 , N_2O_5
в)	K_2O , BaO	O_2 , N_2O_5	SO_3 , O_3
г)	O_2 , O_3	SO_3 , N_2O_5	BaO , K_2O



Доповніть речення та оцініть свої досягнення

- Я дізнався/дізналася
- Я знаю
- Я можу
- Я вмію

Я все розумію та можу пояснити.

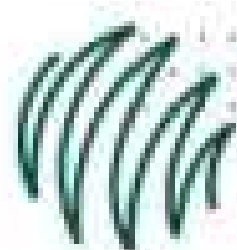
Я ще не все розумію та допускаю помилки.

Мені важко відповісти на запитання.



ТЕМА 3. ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА





§25. БУДОВА АТОМА



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке протон, нейтрон, електрон;
- який заряд субатомних частинок;
- з чого складається ядро;
- яку масу має протон, нейтрон, електрон.



Атом... Атоми скрізь... Атом — основа всього... Йони утворюються з атомів. Молекули складаються з атомів. То який же він, атом? Виявляється, у нього складна будова, від якої залежать його властивості, здатність утворювати хімічні зв'язки, будова речовин. Хочу все знати про атом. Іду шукати потужний мікроскоп. Як каже народна мудрість, краще один раз побачити, ніж сто разів почути...



Чи можна побачити атом?



Опрацьовуємо інформацію



Будова атома. Субатомні частинки



Що таке атом? З чого складається атом? Як перекладається «атом» з грецької мови? Які моделі атома ви знаєте?



Робота в групах

Пригадайте вивчене в 7 класі та схематично зобразіть основні етапи еволюції теорій про будову атома. Пригадайте дослід Резерфорда. Які висновки зробив науковець? За потреби використайте додаткові джерела інформації.

Атоми — найменші частинки речовини. На початку XX століття науковці довели, що атом має складну будову. Атоми складаються з субатомних частинок: протонів, нейтронів, електронів (табл. 25.1).



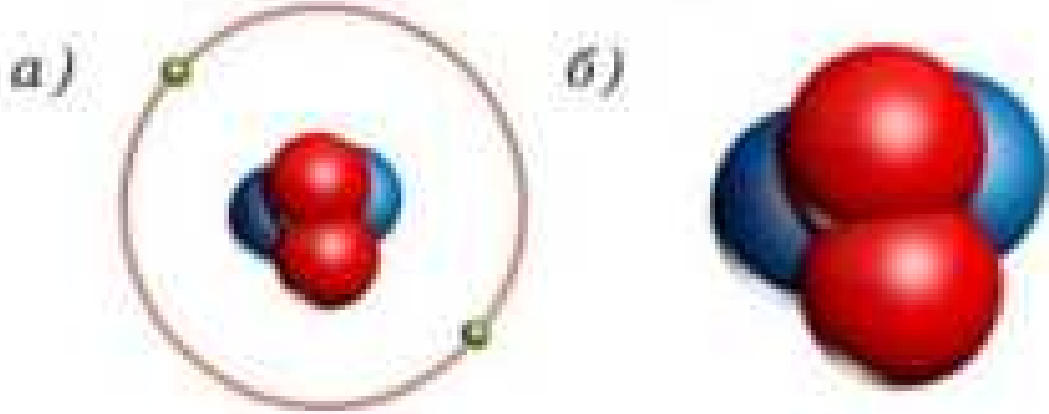
Що таке електрон? Який заряд електрона?

Таблиця 25.1

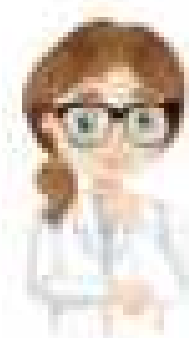
Властивості елементарних частинок

Назва частинки	Позначення	Абсолютна маса, кг	Відносна маса	Заряд
Протон	p^+	$1,672623 \cdot 10^{-27}$ кг	1	+1
Нейтрон	n^0	$1,6749543 \cdot 10^{-27}$ кг	1	0
Електрон	e^-	$9,109554(906) \cdot 10^{-31}$ кг	0,00055	-1

Ядро — це центральна частина атома, у якій зосереджена основна маса атома (понад 99,9%). Складається з двох типів субатомних частинок протонів і нейтронів (мал. 25.1). Розміри ядра надзвичайно малі — 10^{-15} - 10^{-14} м. Діаметр ядра приблизно в сто тисяч разів менший від діаметра самого атома.



Мал. 25.1. Модель атома (а). Модель ядра атома (б); протони (червоні), нейтрони (сині)



Отже, ядро теж має складну будову. Щоб краще запам'ятати, я склала таблицю.

Розміщення частинок

У ядрі		Поза ядром
Нуклони		
Протони	Нейтрони	Електрони
позитивно заряджені елементарні частинки	електронеутральні частинки	негативно заряджені частинки, які рухаються навколо ядра

А я виписав декілька тверджень:

- 1) Нуклон – загальна назва частинок, з яких складається ядро атома (протонів і нейтронів).
- 2) Протони мають заряд, який дорівнює заряду електронів, але протилежний за знаком (+1).
- 3) Маса нейтрона приблизно дорівнює масі протона.
- 4) Маса електрона, порівняно з масою протона, набагато менша, тому нею можна знехтувати.
- 5) Ядро має позитивний заряд.



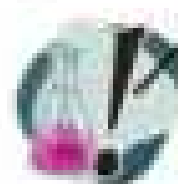
Хімічний елемент. Нукліди



Що таке хімічний елемент?

Хімічний елемент — це вид атомів з *однаковим зарядом ядра*. Величина заряду ядра атома визначає приналежність атома до того чи іншого елемента.

Заряд ядра визначають за числом протонів у ньому. Отже, ядро має позитивний заряд, який дорівнює кількості протонів, що входять до його складу.



Заряд ядра — головна характеристика атома елемента. Усі хімічні елементи розміщені в Періодичній системі за зростанням заряду ядер їх атомів.

Кількість протонів у ядрі атома елемента називають **протонним числом (Z)**, яке визначає його порядковий номер у Періодичній системі. Позначають протонне число нижнім лівим індексом перед символом елемента:



Масове число, або нуклонне число (A) — загальна кількість нуклонів у ядрі атома елемента.

$$\text{Масове число} = \text{Протонне число} + \text{Кількість нейтронів}$$

Позначають:

- верхнім лівим індексом перед символом елемента:



- у вигляді числового значення після назви елемента (записують через дефіс):

Магній-24, Оксиген-16, Ферум-56.



Вид атома, що характеризується певним значенням протонного й масового числа, називають **нуклідом**.



Робота в парі

Заповніть таблицю.

Назва хімічного елемента	Символ елемента	Протонне число	Масове число
Нітроген			14
	Pb		208
		20	40



Як обчислити кількість нейтронів у ядрі атома елемента?



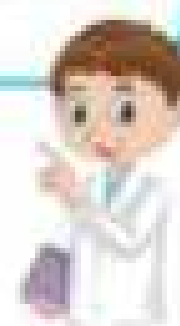
Робота в парі

Усно обчисліть кількість протонів і нейтронів у нуклідах ^{64}Cu , ^{27}Al , ^{32}S .



А як обчислити кількість електронів в атомі? Поміркуймо. Якщо атом електронейтральний, то кількість позитивно заряджених частинок дорівнює кількості негативно заряджених частинок.

Позитивно зарядженими частинками є протони, а електрони мають негативний заряд. Отже, кількість протонів дорівнює кількості електронів.



Число
протонів
у ядрі атома

=

Заряд
ядра
атома

=

Число
електронів
в атомі

=

Порядковий номер
елемента в Періодичній таблиці



Робота в парі

Заповніть таблицю.

Нуклід	Порядковий номер елемента	Кількість протонів	Заряд ядра	Кількість електронів	Кількість нейтронів
^{23}Na					
				19	20
			+25		30



А чи знаєте ви...



Слово «електрон» давньогрецького походження (*грец.* Ηλεκτρόνιο), що в перекладі означає «ясний камінь» («бурштин»). Ще в 600-х роках до н.е. Фалес Мілетський дослідив, що бурштин після натирання вовною набуває властивості притягувати до себе легкі предмети (електризується).



Ізотопи

Заряд ядра атома (кількість протонів) визначає місце хімічного елемента в Періодичній таблиці.



Чи існують атоми, які містять у ядрі однакову кількість протонів, але різну кількість нейтронів? Чи змінюється при цьому заряд ядра атома? Положення елемента в Періодичній таблиці? Чим будуть відрізнятися ці атоми?

У результаті експериментальних досліджень було встановлено, що, наприклад, у молекулах природного кисню містяться атоми Оксигену з масовими числами 16, 17, 18. Їх співвідношення становить:

$$n({}_{8}^{16}\text{O}) : n({}_{8}^{17}\text{O}) : n({}_{8}^{18}\text{O}) = 3000 : 1 : 6.$$

У природній воді, крім атомів Гідрогену з масовим числом 1, є атоми з масовим числом 2. Співвідношення цих атомів:

$$n({}_{1}^{1}\text{H}) : n({}_{1}^{2}\text{H}) = 7000 : 1.$$

Усі атоми одного й того ж елемента мають однакову кількість протонів, але деякі можуть мати різну кількість нейтронів.

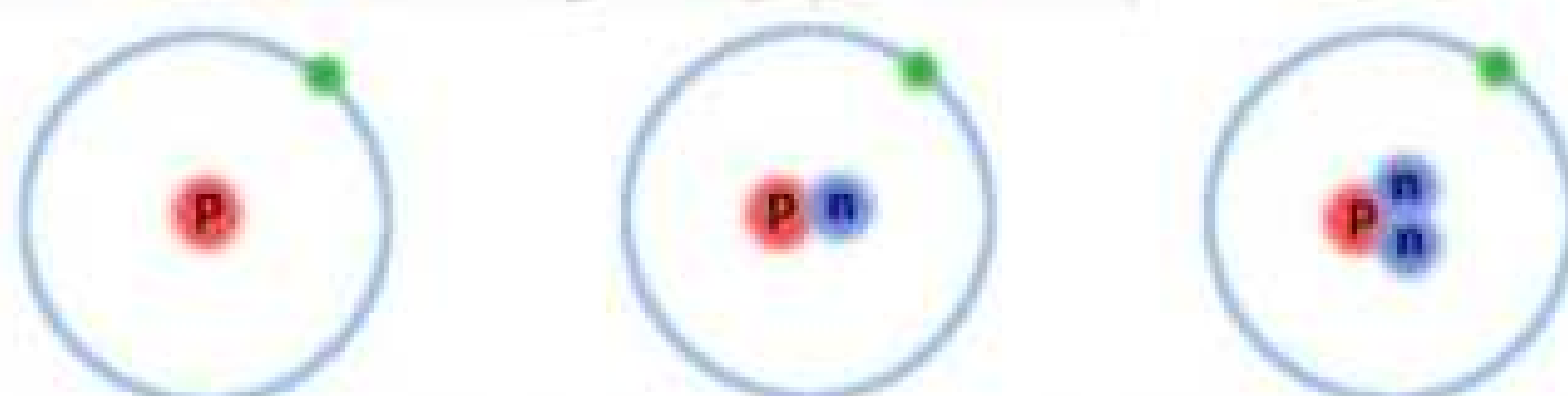
Ізотопи — нукліди одного елемента з однаковим протонним числом, але різним масовим числом.

Термін «ізотоп» означає «той, хто займає одне й те саме місце» (від грец. *isos* — однаковий + *topos* — місце).

Назви ізотопів утворюють від назв відповідних хімічних елементів із позначенням масового числа:

Карбон-12, Оксиген-16, Хлор-37; або ^{12}C , ^{16}O , ^{35}Cl .

Виняток — ізотопи Гідрогену (мал. 25.3)



Протій ($A = 1$) Дейтерій ($A = 2$) Тритій ($A = 3$)

Мал. 25.3. Ізотопи Гідрогену

Хімічні елементи, які зустрічаються в природі, — це суміш ізотопів. Наприклад, Карбон має три ізотопи, Гідроген — 3, Хлор — 2. Переважно один або два ізотопи елемента є найбільш стабільними.

Ізотопи більшості елементів подібні за фізичними та хімічними властивостями. За рахунок різкого збільшення відносної атомної маси різні хімічні властивості виявляють тільки ізотопи Гідрогену.



А чи знаєте ви...



Значення відносних атомних мас елементів, які наведені в Періодичній таблиці, — це середні значення масових чисел природної суміші ізотопів даного елемента з урахуванням їх атомної частки. Тому вони мають дробові значення.

Наприклад, природний Купрум складається з двох нуклідів: ^{63}Cu і ^{65}Cu . Їхні атомні частки становлять 72,5% та 27,5% відповідно. Відносна атомна маса Купруму:

$$A_r(\text{Cu}) = \chi(^{63}\text{Cu}) \cdot A_r(^{63}\text{Cu}) + \chi(^{65}\text{Cu}) \cdot A_r(^{65}\text{Cu}) = 0,725 \cdot 63 + 0,275 \cdot 65 = 45,675 + 17,875 = 63,55.$$

Досліджуємо



Робота в групах

Досліджуємо нукліди

Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте, які нукліди Гідрогену, Карбону й Оксигену існують у природі.

За результатами заповніть таблицю.

Символ елемента	Нуклід	Порядковий номер	Кількість протонів	Заряд ядра	Кількість електронів	Кількість нейтронів

Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

- Закінчіть речення:
 - Атом — це...
 - Ядро — це...
 - Нуклони — це ...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Які частинки входять до складу атома, ядра? Який їх заряд?
 - Які характеристики атома ви знаєте?
 - Як обчислити кількість нейтронів у ядрі?
- Сформулюйте визначення ізотопів, використовуючи назви елементарних частинок, які містяться в атомі. Наведіть приклади. За потреби використайте додаткові джерела інформації.
- Укажіть кількість протонів, електронів і нейтронів в атомах елементів Кальцію, Аргентуму, Паладію.
- Порядковий номер елемента в Періодичній таблиці дорівнює 22. Який це елемент? Чому дорівнює заряд ядра атома цього елемента? Визначте кількість протонів, електронів і нейтронів в атомі цього елемента.
- Ядро атома Бору має заряд +5. Скільки електронів міститься в атомі Бору?
- Атом Фосфору містить 15 електронів. Чому дорівнює заряд:
 - атома Фосфору;
 - ядра атома Фосфору.
- Визначте масове число атома Гелію, який містить 2 нейтрони.

9. Визначте кількість протонів, електронів і нейтронів в атомі $^{40}_{19}\text{K}$.
10. Визначте кількість протонів, електронів і нейтронів в атомі Цинку-65.
11. Визначте кількість протонів, електронів і нейтронів в атомах:
а) $^{60}_{27}\text{Co}$ б) Na-24 в) $^{45}_{20}\text{Ca}$ г) Sr-90
12. Визначте кількість електронів в атомі елемента, який знаходиться
а) у 4-му періоді, 1 групі б) у 2-му періоді, 17 групі
в) у 3-му періоді, 15 групі г) у 4-му періоді, 6 групі
13. Заряд ядра атома елемента у 2 рази більший, ніж номер групи Періодичної таблиці, у якій він розміщений. Який це елемент? Скільки електронів міститься в атомі цього елемента?
14. Складіть формули речовин, що складаються з:
а) одного атома з масовим числом 12 і чотирьох атомів із протонним числом 17;
б) двох атомів, що містять по 1 електрону, та одного атома, що містить 16 електронів;
в) двох атомів із $Z = 5$ і трьох атомів із $Z = 8$;
г) одного атома, який містить 14 електронів і 14 нейтронів, та двох атомів, які містять 8 електронів і 8 нейтронів.
15. Використовуючи додаткові джерела інформації, з'ясуйте, що таке важка (дейтерієва) вода. Порівняйте властивості звичайної та важкої води.
16. Складіть ментальну карту «Будова атома».



Перевірте себе

1. Укажіть кількість протонів у ядрі атома Ванадію
а) 5 б) 23 в) 51 г) 28
2. Укажіть елемент, атом якого містить 27 електронів
а) Алюміній б) Силіцій в) Аргон г) Кобальт
3. Кількість електронів в атомі елемента, що знаходиться у 3-му періоді, 13 групі, дорівнює:
а) 13 б) 12 в) 17 г) 14
4. 17 електронів містяться в атомі елемента, що знаходиться в Періодичній таблиці:
а) у 3-му періоді, 17 групі б) у 3-му періоді, 1 групі
в) у 4-му періоді, 2 групі г) у 2-му періоді, 13 групі
5. 20 протонів містяться в атомі елемента, що знаходиться в Періодичній таблиці:

- а) у 3-му періоді, 17 групі б) у 3-му періоді, 1 групі
в) у 4-му періоді, 2 групі г) у 2-му періоді, 13 групі
6. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
- 1) Хімічний елемент — це вид атомів із різним зарядом ядра.
 - 2) Атом — позитивно заряджена частинка.



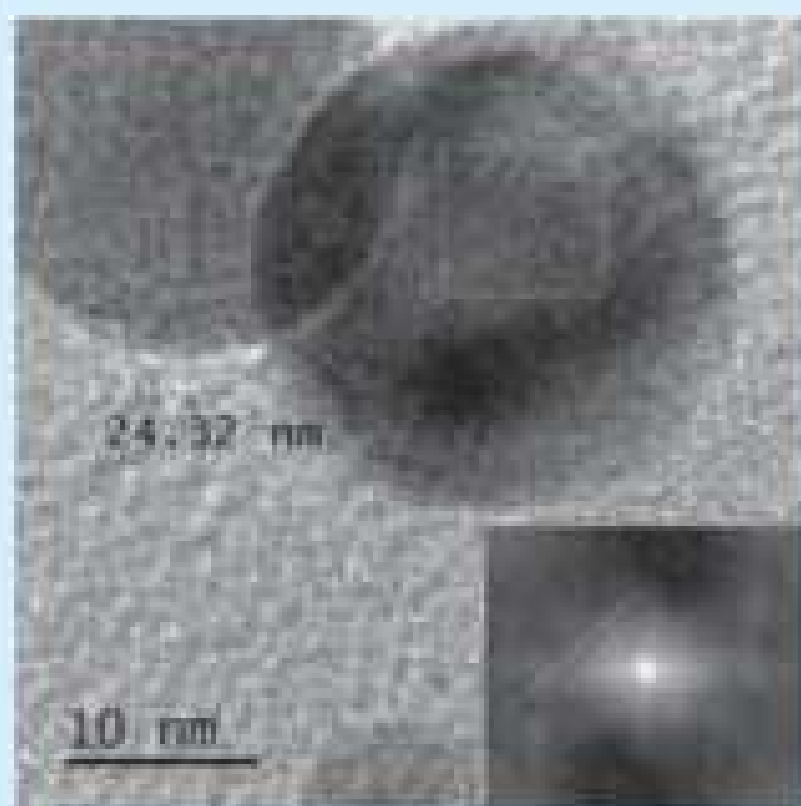
От що я подумала: атом має неправильну назву. Який же він неподільний, якщо сам складається із субатомних частинок? І їх так багато... Я виписала назви усіх:

atomic nucleus — ядро атома;

proton — протон;

neutron — нейтрон;

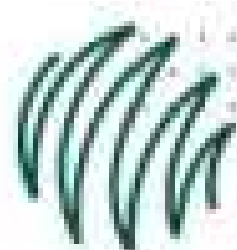
electron — електрон.



А ще нам таки вдалося побачити атом. Сучасні прилади дозволяють це зробити. Швейцарські учені Г. Бінніг та Г. Рорер створили мікроскоп, який дозволяє побачити реальні атоми та молекули. За це відкриття вони в 1986 р. отримали Нобелівську премію.

А ми з Марком і Тамілою відвідали кафедру прикладної фізики і матеріалознавства Карпатського національного університету імені Василя Стефаника. Було дуже цікаво. Там за допомогою трансмісійного електронного мікроскопу науковці й зробили... фото атомів!

А вам усе сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§26. ЕЛЕКТРОННА ОБОЛОНКА АТОМІВ І ВЛАСТИВОСТІ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ



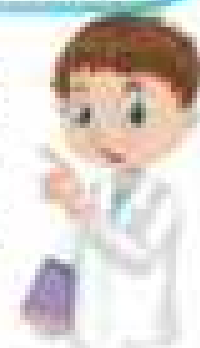
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- як розміщуються електрони в атомі елемента;
- що таке енергетичний рівень;
- що таке електронна формула.



Електронна формула, це як? Хіба електрони мають формули? Я знаю математичні формули, використовую їх під час обчислень. Уже вивчила багато хімічних формул і навіть умію їх складати для бінарних сполук. А електронні формули для чого? Ми складатимемо електрони? Вони ж дуууже маленькі. Ми навіть масою їхньою нехтуємо...

Але ж атоми різних елементів містять різну кількість електронів. А ми вже знаємо, що атом має складну будову, тому електрони, мабуть, якось впорядковані. Можливо, нам щось підкаже Періодична таблиця.



Як розміщуються електрони навколо ядра?



Опрацьовуємо інформацію



Енергетичні рівні



Що таке атом, молекула? Яка будова атома? Як визначити кількість електронів в атомі елемента?

Електрони, рухаючись навколо ядра, утворюють електронну оболонку, яка може складатися з декількох рівнів. Кожен електрон має певний запас енергії, яка буде визначати рівень розміщення електрона.

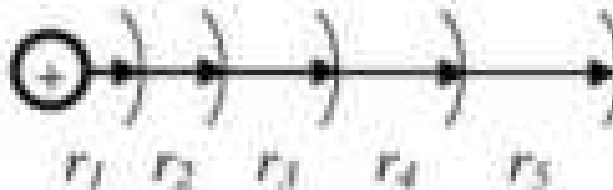
Енергетичні рівні позначають буквою *p* і нумерують 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (або латинськими літерами K, L, M, N, O, P, Q).

Кількість рівнів визначають номером періода, у якому розміщений елемент. Найвіддаленіший від ядра енергетичний рівень називають *зовнішнім*.

Електрони з найменшим запасом енергії розміщуються на першому енергетичному рівні (у першому електронному шарі).

Електрони, розміщені ближче до ядра, сильніше притягуються до нього. Радіус (*r*) показує віддаленість енергетичного рівня від

ядра. З віддаленням від ядра енергія зв'язку (E) зменшується.

$n = 1; n = 2; n = 3; n = 4; n = 5$  $r_1 < r_2 < r_3 < r_4 < r_5$	радіуси
$E_1 \quad E_2 \quad E_3 \quad E_4 \quad E_5 \quad E_1 > E_2 > E_3 > E_4 > E_5$	енергія



Максимальна кількість електронів, які можуть знаходитися на одному енергетичному рівні, визначається за формулою

$$N = 2n^2,$$

де n — номер рівня.



Робота в парі

Обчисліть кількість електронів, які можуть знаходитися на перших чотирьох енергетичних рівнях. Заповніть таблицю.

Енергетичний рівень n	Максимальна кількість електронів $2n^2$	Енергетичний рівень n	Максимальна кількість електронів $2n^2$
1		3	
2		4	

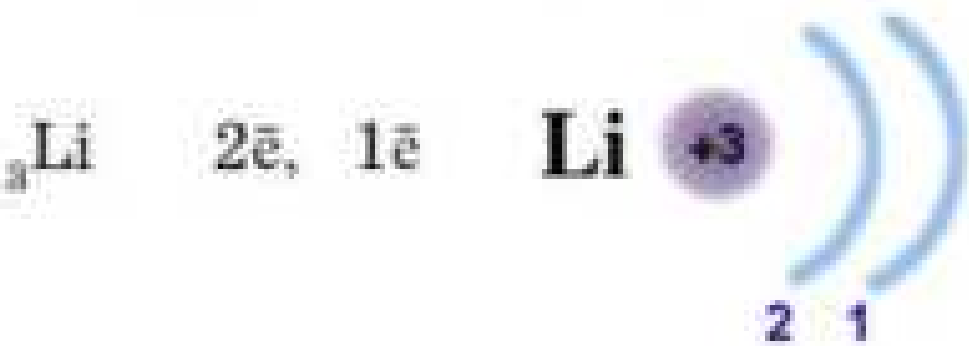


Розміщення електронів на енергетичних рівнях

В елементів першого періоду в атомах є один енергетичний рівень, на якому можуть розміщуватися максимально 2 електрони: в атома Гідрогену H – 1 електрон, а в атомі Гелію – 2 електрони:



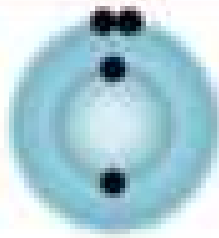
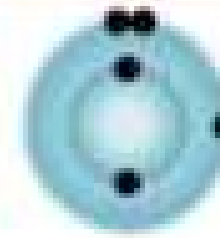
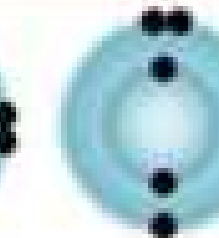
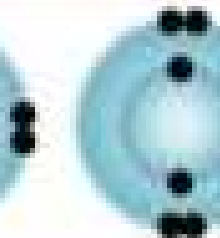
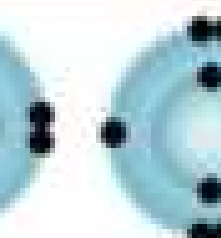
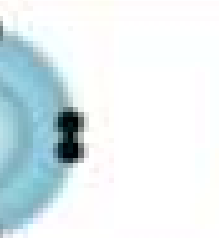
В атомі Літію третій електрон розміщується на другому енергетичному рівні, тому що перший рівень уже заповнений. Усього на другому енергетичному рівні можуть розміститися 8 електронів.

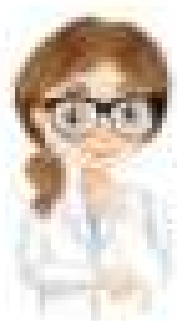


Розподіл електронів в атомів елементів 2 періоду показано в табл. 26.1

Таблиця 26.1

Заповнення енергетичних рівнів електронами
в атомах хімічних елементів 2 періоду

${}_3\text{Li}$	${}_4\text{Be}$	${}_5\text{B}$	${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_8\text{O}$	${}_9\text{F}$	${}_{10}\text{Ne}$
незавершений енергетичний рівень							завершений енергетичний рівень
$2\bar{e}, 1\bar{e}$	$2\bar{e}, 2\bar{e}$	$2\bar{e}, 3\bar{e}$	$2\bar{e}, 4\bar{e}$	$2\bar{e}, 5\bar{e}$	$2\bar{e}, 6\bar{e}$	$2\bar{e}, 7\bar{e}$	$2\bar{e}, 8\bar{e}$
							



То це ж зовсім не складно! Я склала план запису схеми будови електронних оболонок атомів:

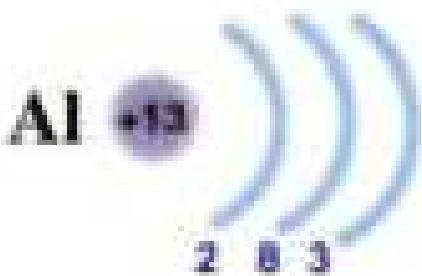
- 1) за порядковим номером визначити загальну кількість електронів в атомі елемента;
- 2) за номером періоду визначити кількість енергетичних рівнів в електронній оболонці;
- 3) визначити число електронів на кожному енергетичному рівні.

Спробую ним скористатися, наприклад, для атома Алюмінію:

- 1) Порядковий номер — 13, отже, загальна кількість електронів в атомі — 13.
- 2) Період — 3, кількість енергетичних рівнів — 3.
- 3) Тепер розподілимо електрони за рівнями: на першому рівні — 2 електрони, на другому — 8, а на третьому (зовнішньому) $13 - (2 + 8) = 3$.



Електронна формула $2\bar{e}, 8\bar{e}, 3\bar{e}$



Фізичні та хімічні властивості елементів залежать від будови електронних оболонок їхніх атомів.



Електронегативність

За теорією хімічного зв'язку, поділ елементів на металічні та

неметалічні визначають здатністю їхніх атомів віддавати чи приєднувати електрони під час хімічних реакцій.

Робота в парі

Складіть схеми будови електронних оболонок атомів Натрію та Флуору. Порівняйте кількість електронів, які містяться на зовнішньому енергетичному рівні в атомах кожного елемента. За розміщенням у Періодичній таблиці визначте, які це елементи: металічні чи неметалічні?

В атомах металічних елементів, як правило, на зовнішньому енергетичному рівні міститься невелика кількість електронів (1-2, рідше 3). Атомам неметалічних елементів для завершення зовнішнього рівня (утворення стійкої конфігурації з 8 електронів) не вистачає 1-4 електрони. Вони переважно приєднують електрони під час хімічної взаємодії з іншими елементами, проте в низці випадків можуть їх віддавати.

Металічні властивості проявляють елементи, які під час утворення хімічних зв'язків легко (енергійно) віддають електрони. Неметалічні – це елементи, атоми яких здатні притягувати до себе електрони. Більш детально з механізмами утворення різних типів хімічних зв'язків ви познайомитеся на наступних уроках.



Електронегативність — це умовна величина, яка характеризує здатність атомів елемента відтягувати до себе електрони, що беруть участь в утворенні хімічних зв'язків.

Робота в групах

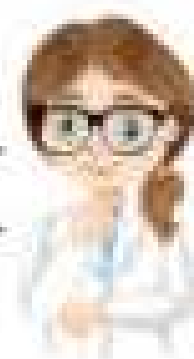
Перейдіть на сайт за QR-кодом або за покликанням <https://cutt.ly/beSDQvAr>, розгляньте таблицю відносних електронегативностей (за Полінгом) і встановіть закономірності зміни електронегативності елементів у періоді та групі (зліва направо, зверху вниз, зі збільшенням заряду ядра). Запишіть назви та символи хімічних елементів із найменшим і найбільшим значенням електронегативності.



Електронегативність яких елементів буде мати вищі значення металічних чи неметалічних?

Я помітила такі закономірності:

- У періодах зі збільшенням порядкового номера елементів значення відносної електронегативності збільшуються (найбільші значення в елементів 17 групи).
- У групах (зверху вниз) відносні значення електронегативності зменшуються (найменші значення в елементів 1 групи).





А чи знаєте ви...

Електронегативність – одна з фундаментальних величин у хімії. Широко використовують під час вирішення багатьох практичних і теоретичних питань науки та технологічних процесів (для оцінки природи хімічного зв'язку, визначення міцності зв'язку тощо).

Досліджуємо



Робота в групах

Використовуючи кольоровий папір, тканину, нитки, ножиці, клей та інші підручні матеріали, змодельуйте атоми хімічних елементів (на вибір групи) перших трьох періодів Періодичної таблиці. Елементи оберіть так, щоб кожен учасник групи змодельовав атом одного металічного й одного неметалічного елемента.

Складіть моделі атомів усіх груп разом і відтворіть перші три періоди Періодичної таблиці.

Чи помітили ви якісь закономірності? Зробіть висновки.



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

- Закінчіть речення:
 - Формула для обчислення кількості електронів на енергетичному рівні...
 - Заряд ядра атома дорівнює...
 - Кількість енергетичних рівнів відповідає номеру...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Що таке енергетичний рівень?
 - Як визначити кількість електронів в атомі елемента?
 - Як визначити кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні?
- Використовуючи Періодичну таблицю хімічних елементів, визначте кількість енергетичних рівнів, на яких розміщуються електрони в атомі Флуору, Хлору, Броду; Берилію, Нітрогену, Фосфору, Арсену.
- Складіть схеми будови електронних оболонок атомів Сульфуру, Нітрогену, Магнію.
- Визначте положення хімічного елемента в Періодичній таблиці за його електронною формулою: а) $2\bar{e}, 2\bar{e}$; б) $2\bar{e}, 8\bar{e}$; в) $2\bar{e}, 8\bar{e}, 5\bar{e}$.
- Порівняйте будову електронних оболонок атомів: а) Карбону та Силіцію; б) Карбону, Нітрогену, Оксигену.
- Що спільного в електронній конфігурації атомів Бору та Алю-

мінію? Чим вони відрізняються?

8. Елемент третього періоду на зовнішньому енергетичному рівні містить 6 електронів. Який порядковий номер цього елемента?
9. Запишіть назву та символи двох хімічних елементів, в атомах яких завершені енергетичні рівні.
10. Запишіть назву та символ хімічного елемента третього періоду, в атомі якого кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні у 2 рази менша від загальної кількості електронів на внутрішніх рівнях.
11. Запишіть назву та символ хімічного елемента другого періоду, в атомі якого кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні у 2 рази більша від загальної кількості електронів на внутрішньому рівні.
12. Ізотоп Карбон-14 використовують для встановлення віку радіоактивним шляхом під час датування біоматеріалів у геології, археології та інших галузях науки. Визначте склад ядра та електронних оболонок атома Карбону-14. Складіть схему електронної будови ^{14}C .



Перевірте себе

Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/xeXssUjM> або за QR-кодом та виконайте завдання.



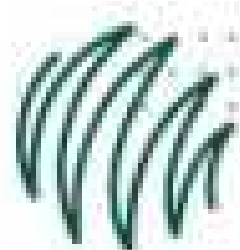
Як цікаво! Я знала, що Періодична таблиця приховує багато інформації, але не уявляла собі, що в ній усе настільки впорядковано. Ось і електронні формули там можна відшукати. Треба тільки вміти це зробити.

Сьогодні я виписала такі слова:

energy level — енергетичний рівень;

electronegativity — електронегативність.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§27. СТУПЕНІ ОКИСНЕННЯ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ



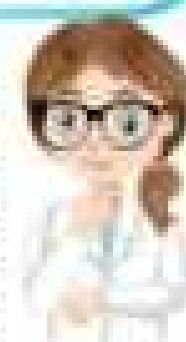
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- що таке ступінь окиснення елемента;
- як визначати ступінь окиснення елементів у бінарних сполуках;
- як складати формули бінарних сполук за відомими ступенями окиснення;
- як розрізняти заряд йона та ступінь окиснення.



Більш електронегативний атом... Менш електронегативний атом... Нічого не розумію. Яка між ними різниця? На що це впливає?

Пригадую, що більш електронегативний атом сильніше відтягує до себе електрони, адже саме ці частинки мають негативний заряд. Пам'ятаєш, Селено, як йони утворюються? Одні атоми віддають електрони, а інші – їх приймають. Тут, напевно, щось схоже... А може, і те саме? А впливає це, мабуть, на властивості речовин. Треба ретельно все дослідити.



Чим відрізняються заряд йона та ступінь окиснення?



Опрацьовуємо інформацію



Ступінь окиснення



Які сполуки називають бінарними? Як складають формули бінарних сполук? Як утворюють назву бінарної сполуки за формулою?



Робота в парі

Визначте заряди йонів у сполуках: KI , $BaCl_2$, Ca_3N_2 , Al_2S_3 , K_3P , NaF , MgO , LiH .

Складіть формули та назвіть сполуки, утворені такими катіонами й аніонами:

Катіон	Аніон	Катіон	Аніон
Натрій	фосфід	Кальцій	карбід
Алюміній	карбід	Гідроген	оксид

Закінчіть речення.

- Валентність — це ...
- Валентність позначають ...
- Позитивно заряджений йон — ...
- Негативно заряджений йон — ...
- Заряди катіонів та аніонів позначають ...



Ступінь окиснення — це умовний заряд атома в разі припущення, що сполука складається лише з йонів.

Оскільки не всі сполуки мають йонну будову, то *ступінь окиснення* — це умовний заряд на атомі в молекулі або кристалі, обчислений з припущенням, що всі спільні електронні пари повністю зміщені в бік більш електронегативного елемента.

Ряд електронегативності елементів

Cs	K	Na	Ca	Mg	Al	Si	H	C	P	S	Br	N	Cl	O	F
0,86	0,91	1,01	1,04	1,23	1,47	1,74	2,1	2,5	2,1	2,6	2,74	3,07	2,83	3,5	4,1

Ступінь окиснення може мати додатні, від'ємні значення (а також нуль). Ступінь окиснення змінюється в межах від -4 до $+8$. Значення ступеня окиснення визначається кількістю зміщених або переміщених електронів.

У хімічних формулах символи елементів із додатним ступенем окиснення записують першими, на другому місці — символ елемента з від'ємним ступенем окиснення (можуть бути винятки).

Ступінь окиснення позначають над символом хімічного елемента посередині, спочатку записують знак заряду, на другому місці — числове значення.



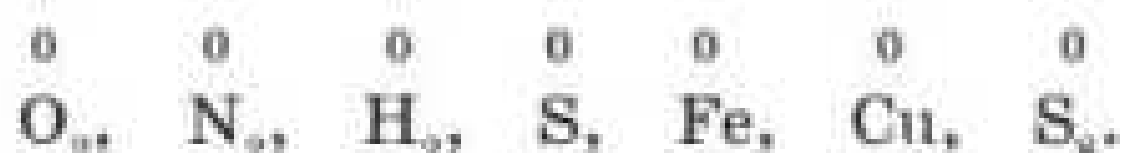
Порівняйте із позначенням зарядів йонів у бінарних сполуках.



Визначення ступеня окиснення хімічних елементів

Ступінь окиснення елементів визначають за такими правилами:

1. Ступінь окиснення елемента у простих речовинах дорівнює 0:



2. Ступінь окиснення Гідрогену в сполуках дорівнює $+1$, за

винятком гідридів металічних елементів (–1):



3. Ступінь окиснення Оксигену в сполуках дорівнює –2, за винятком пероксидів, (–1), а також сполук OF_2 , O_2F_2 (+2 та +1 відповідно):



4. Лужні металічні елементи у сполуках завжди виявляють ступінь окиснення +1.

5. Елементи II групи (Be, Mg, лужноземельні металічні елементи), а також Zn і Cd у сполуках завжди виявляють ступінь окиснення +2.

6. Алюміній у сполуках виявляє ступінь окиснення +3.

7. Флуор у сполуках завжди виявляє тільки один ступінь окиснення –1.

8. Ступінь окиснення будь-якого простого (одноатомного) йону дорівнює значенню його заряду:



9. У сполуках неметалічних елементів, до складу яких не входять Гідроген та Оксиген, ступінь окиснення елемента з більшою електронегативністю має від'ємне значення, а з меншою — додатне. Ступінь окиснення більш електронегативного елемента здебільшого приймають таким, що дорівнює заряду його найбільш поширеного йону:



10. Алгебраїчна сума всіх ступенів окиснення атомів елементів у сполуках дорівнює 0.



Елементи можуть мати сталий або змінний ступінь окиснення у сполуках.



Що таке електронегативність? Як змінюється електронегативність елементів у періодах, групах?



Робота в парі

Використовуючи Періодичну таблицю на форзаці підручника, розмістіть хімічні елементи за збільшенням значення їх електронегативності:

- 1) Хлор, Магній, Натрій, Сульфур, Фосфор, Силіцій.
- 2) Бор, Алюміній, Галій, Талій, Індій.

Приклад 1. Визначити ступені окиснення елементів у сполуках: KBr , MgS , B_2O_3 .



Калій – хімічний елемент 1 групи. У сполуках проявляє сталий ступінь окиснення +1.

Бром — більш електронегативний неметалічний елемент. У сполуках з металічними елементами проявляє від’ємний ступінь окиснення. Бром утворює простий (одноатомний) бромід-йон. Ступінь окиснення Брому дорівнює значенню його заряду (-1).



Магній – хімічний елемент 2 групи. У сполуках проявляє сталий ступінь окиснення +2.

Сульфур — більш електронегативний неметалічний елемент. У сполуках із металічними елементами проявляє від’ємний ступінь окиснення. Сульфур утворює простий (одноатомний) сульфід-йон. Ступінь окиснення Сульфуру дорівнює значенню його заряду (-2).



Бор — неметалічний елемент, який у сполуках проявляє ступінь окиснення +3.

Оксиген — більш електронегативний неметалічний елемент. У сполуках із металічними елементами проявляє від’ємний ступінь окиснення. Оксиген утворює простий (одноатомний) оксид-йон. Ступінь окиснення Оксигену дорівнює значенню його заряду (-2).



1. Металічні елементи у сполуках із неметалічними завжди мають додатний ступінь окиснення (електронегативність металічних елементів мала й електрони зміщуються до атомів неметалічних елементів.)
2. Неметалічні елементи у сполуках із металічними мають завжди від’ємний ступінь окиснення.
3. Хімічний елемент із більшим значенням електронегативності у сполуках набуває від’ємного ступеня окиснення. Хімічний елемент із меншим значенням електронегативності у сполуках набуває додатного ступеня окиснення. Їх величина залежить від кількості зміщених або переміщених електронів.
4. У молекулах із приблизно однаковою електронегативністю атомів, а також у сполуках нестехіометричного складу (N_4S_4 , As_4S_4) поняття ступеня окиснення втрачає зміст, і його можна вважати таким, що дорівнює 0.

Приклад 2. Визначити ступені окиснення елементів у сполуках: Cr_2O_3 , MnS , PCl_5 .

Хром, Манган, Фосфор — хімічні елементи, які у сполуках проявляють змінний ступінь окиснення.

$$\begin{array}{c} x \quad -2 \\ \text{Cr}_2\text{O}_3 \\ 2 \cdot (x) + 3 \cdot (-2) = 0 \\ x = +3 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} x \quad -2 \\ \text{MnS} \\ 1 \cdot (x) + 1 \cdot (-2) = 0 \\ x = +2 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} x \quad -1 \\ \text{PCl}_5 \\ 1 \cdot (x) + 5 \cdot (-1) = 0 \\ x = +5 \end{array}$$

Знаєте, що я помітив? Значення ступенів окиснення елементів пов'язані з групами Періодичної таблиці.

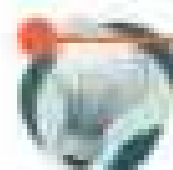


Група ПТ	1	2	13	14	15	16	17
Вищий ступінь окиснення	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Проміжний ступінь окиснення	–	–	–	0, +2	0, +3	0, +2, +4	0, +1, +3, +5
Нижчий ступінь окиснення	0	0	0	–4	–3	–2	–1



Робота в парі

Визначити ступені окиснення хімічних елементів у сполуках: Mn_2O_7 , N_2 , NaBr , Cr_2S_3 , S_8 , SO_2 , O_3 , LiH .



Чи може ступінь окиснення одного й того ж елемента набувати як додатного, так і від'ємного значення?



Робота в парі

Визначити ступені окиснення Хлору у сполуках:



Складання формул бінарних сполук за відомими ступенями окиснення

Складаючи формулу для бінарних сполук за відомими ступенями окиснення, послідовно дотримуйтеся таких дій.

<p>1. Запишіть символи та ступені окиснення елементів.</p> <p>$+3 \quad -2$ $\text{Cr} \quad \text{S}$</p>	<p>2. Враховуючи, що сполука є електронейтральною, доберіть множники для зрівняння ступенів окиснення.</p> <p>$x \cdot (+3) = y \cdot (-2)$</p> <p>$2 \cdot (+3) = 3 \cdot (-2)$</p> <p>$+6 = -6$</p>	<p>3. Дібрані множники запишіть індексами біля символів відповідних елементів.</p> <p>$\text{Cr}_2 \text{S}_3$</p>
--	--	---

Можна скористатися перехресним методом.

1. Запишіть символи і ступені окиснення елементів	2. Запишіть величини ступенів окиснення індексами навхрест	3. Скоротіть індекси за потреби до найменшого співвідношення	Отримані формули
<p>$+1 \quad -2$ $\text{Na} \quad \text{S}$</p>	<p>$\begin{matrix} +1 & -2 \\ \text{Na} & \text{S} \end{matrix}$</p>	<p>Na_2S</p>	<p>Na_2S</p>
<p>$+3 \quad -3$ $\text{Al} \quad \text{P}$</p>	<p>$\begin{matrix} +3 & -3 \\ \text{Al} & \text{P} \end{matrix}$</p>	<p>не скорочуємо</p>	
	<p>$\begin{matrix} +3 & -3 \\ \text{Al}_2 & \text{P}_3 \end{matrix}$</p>	<p>Al_2P_3</p> <p>скорочуємо на 3</p>	<p>AlP</p>

Робота в парі

За відомими ступенями окиснення елементів складіть формули бінарних сполук і назвіть їх.

$-3 \quad +1$ $+4 \quad -2$ $+5 \quad -2$ $+7 \quad -2$
 $\text{N} \quad \text{H}$ $\text{Si} \quad \text{O}$ $\text{P} \quad \text{O}$ $\text{Mn} \quad \text{O}$

Досліджуємо

Визначаємо ступені окиснення у сполуках трьох і більше елементів

Робота в групах

Розробіть критерії оцінювання власної діяльності та діяльності ваших однокласників/однокласниць під час роботи в групах.

1. Використовуючи додаткові джерела інформації, оберіть сполуку з трьох елементів, проаналізуйте її склад, сформулюйте гіпотезу та складіть алгоритм визначення ступенів окиснення елементів у сполуках небінарного типу.

2. Самостійно в групі сформулюйте завдання для іншої групи: використовуючи додаткові джерела інформації, оберіть сполуку, проаналізуйте її склад і придумайте завдання для визначення ступенів окиснення хімічних елементів.

3. Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.



- Закінчіть речення:
 - Ступінь окиснення – це...
 - Ступінь окиснення елементів у простих речовинах...
 - Ступінь окиснення Оксигену ...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Які значення може мати ступінь окиснення?
 - Як визначити ступінь окиснення елемента за відомою формулою сполуки?
 - Як скласти формулу бінарної сполуки за відомими ступенями окиснення хімічних елементів?
- Визначте ступінь окиснення елементів у сполуках: KBr , MgCl_2 , Ca_3N_2 , AlH_3 , Ca_3P_2 , Cr_2O_3 , CO_2 , CBr_4 .
- Складіть формули бінарних сполук і назвіть їх:

$-4 \quad +1$	$+6 \quad -2$	$+3 \quad -2$	$+7 \quad -2$
$\text{C} \quad \text{H}$	$\text{S} \quad \text{O}$	$\text{N} \quad \text{O}$	$\text{Cl} \quad \text{O}$
- Визначте ступені окиснення Нітрогену у сполуках: N_2O_5 , N_2O , Na_3N , N_2O_3 , NO_2 , N_2 . Нанесіть ці значення на числову пряму. Запишіть формули відповідних сполук під кожним значенням ступеня окиснення.
- Складіть молекулярні формули гідрогеновмісних сполук елементів, атоми яких містять 16 електронів; 35 електронів.
- Складіть хімічні формули (формульну одиницю) оксигеновмісних бінарних сполук елементів, порядковий номер яких 19, 38.
- Запишіть хімічні формули літій оксиду, алюміній гідриду, купрум(II) хлориду. Визначіть ступені окиснення неметалічних елементів, заряд йонів, утворених металічними елементами.
- Складіть молекулярну формулу бінарної сполуки Гідрогену з Оксигеном, у якій ступінь окиснення більш електронегативного елемента становить -1 .
- Складіть молекулярну формулу бінарної сполуки Флуору з Оксигеном, у якій ступінь окиснення менш електронегативного елемента становить $+2$.
- Корунд – поширений природний мінерал, який використовують як абразивний матеріал. Це бінарна йонна сполука, утворена хімічними елементами 3-го періоду 13 групи та другого періоду 16 групи.



1) Заповніть таблицю.

Символи елементів	Порядкові номери	Йони	Ступінь окиснення	Формула	Назва сполуки

2) Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про різновиди корунду.

3) Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію, у яких галузях застосовують цей мінерал.



Перевірте себе

- Укажіть ступінь окиснення Літію у сполуках
 $a) -1$ $b) 0$ $в) +1$ $г) +2$
- Укажіть символ хімічного елемента, який у сполуках виявляє мінімальний ступінь окиснення -1
 $a) \text{He}$ $b) \text{Cl}$ $в) \text{Na}$ $г) \text{K}$
- Укажіть хімічну формулу сполуки, у якій Манган виявляє найвищий ступінь окиснення
 $a) \text{Mn}_2\text{O}_9$ $b) \text{MnO}_2$ $в) \text{Mn}_2\text{O}_7$ $г) \text{MnS}$
- Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 $1)$ Ступінь окиснення може мати лише додатні значення.
 $2)$ Ступінь окиснення хімічного елемента в простих речовинах дорівнює 0 .

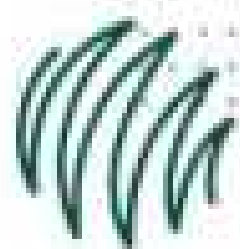


Оце попрацювали! Аж у голові запаморочилося! А мені навіть сподобалося визначати ступені окиснення. Заодно й математику повторюю. І знову переконуюсь, що Періодична таблиця містить багато підказок для нас. Треба вміти їх відшукати.

Сьогодні я виписала такі слова:

the oxidation state, or oxidation number – ступінь окиснення

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§28. ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН І ЙОГО ЗНАЧЕННЯ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

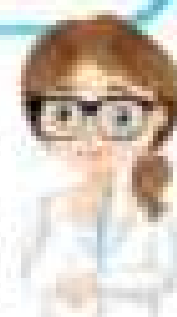
- про Періодичний закон як основний (фундаментальний) закон природи;
- про стадії історичного розвитку Періодичної системи хімічних елементів;
- про вчених, які зробили внесок у створення Періодичної системи;
- який взаємозв'язок між характеристиками елемента та його місцем у Періодичній таблиці.

Сьогодні нас чекає захоплива мандрівка в минуле. Ми дізнаємося, як відкрили Періодичний закон.

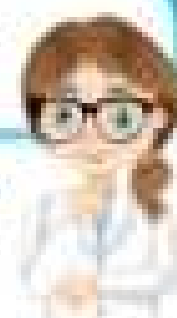


Вам весело, а мені не до подорожей. Миші погризли мені всі мішки з зерном: пшеницею, рисом, кукурудзою, гречкою, горохом. Усе змішалось. Я цілісіньку ніч, наче Попелюшка, прибирала, розділяла та класифікувала.

Класифікація — це розподіл об'єктів, явищ на класи, групи, родини на основі їх спільних ознак. Стривай-но, Селено! А за якими критеріями ти класифікувала свої крупи?



Як за якими? За масою, а тоді за кольором, розміром та іншими властивостями.



Так виглядає, Селено, що твоє вміння нам сьогодні дуже допоможе!



За якими критеріями здійснювали класифікацію хімічних елементів?



Опрацьовуємо інформацію



Етапи розвитку знань про хімічні елементи

В історії хімії можна виділити такі етапи розвитку знань про хімічні елементи:

1. Відкриття елементів і дослідження властивостей їхніх сполук.

2. Пошук схожих ознак елементів та об'єднання їх у родини.

3. Порівняння властивостей елементів та об'єднання їх у групи.



Як утворювалися назви та символи хімічних елементів?



Робота в парі

1) Розгляньте уважно Періодичну таблицю хімічних елементів і перевірте, чи є елементи, назви яких пов'язані з прізвищами відомих учених. Випишіть назви та символи цих елементів.

2) Заповніть таблицю порівняльних властивостей простих речовин металів і неметалів. Доповніть її своїми прикладами простих речовин.

Властивість	Метали: мідь, золото, залізо, ...	Неметали: вугілля, кисень, сірка, ...
Агрегатний стан		
Блиск		
Запах		
Твердість, пластичність		
Теплопровідність		
Електропровідність		



Відкриття Періодичного закону та його значення



А що таке періодичність? Чому закон періодичний? У законі є якісь періоди?

Періодичність у хімії — це повторення хімічного характеру елементів, особливостей будови атомів, складу, будови та властивостей речовин через певну кількість елементів у їхньому природному ряду.



Пропоную пройти основні етапи в пошуку класифікації хімічних елементів разом із науковцями різних епох. Пограємо в гру «Періодичність: історія пошуку».



Досліджуємо



Робота в групах

Гра «Періодичність: історія пошуку».

Для роботи нам потрібно: клей, ножиці, цупкий папір, картон, кольорові олівці, картки з символами елементів, порядкові номери яких 1-20, 26-28, 33-35, 38, 51- 53, 56.

Об'єднайтеся в групи. Розробіть критерії оцінювання власної діяльності та діяльності ваших однокласників/однокласниць під час роботи в групах.



На кожній зупинці відшукайте у філворді прізвище науковця, результати роботи якого описані. Виконайте завдання. За потреби використайте додаткові джерела інформації.

Щ	И	Б	Г	П	Р	А	У	Т	І	Ч	Е
Н	Ф	Е	К	Г	Р	В	А	Р	В	Ш	З
Е	Р	Р	И	Ж	Ь	Є	Ш	О	В	Н	Л
С	Е	Ц	З	Й	О	Є	А	Р	Ж	Д	А
Н	Н	Е	Г	Н	Х	Л	Н	З	Ф	А	В
Е	Й	Л	Й	І	Ф	Е	К	Ї	Ф	Л	У
Л	А	І	Е	Л	Е	Д	У	Ь	Р	Ь	А
Г	Р	У	А	Е	Х	Н	Р	Я	Є	Т	З
Х	Е	С	Г	М	Ю	Е	Т	Ш	Й	О	Ь
Й	Б	Т	Д	Г	П	М	У	Ф	А	Н	Є
І	Е	Г	Л	И	Г	Б	А	Л	М	М	Р
Г	Д	Н	Ь	Ю	Л	Е	Н	Д	С	В	Р

Зупинка 1. «Металічна» (1789 рік).

Класифіковано хімічні елементи у дві групи: металічні та неметалічні.

Розкладіть картки із символами хімічних елементів на дві групи: одна — металічні, друга — неметалічні.

Зупинка 2. «Відносна атомна» (1803 рік).

Уведено поняття *відносної атомної ваги*, що стало основою класифікації хімічних елементів.

Пригадайте, що таке відносна атомна маса елемента. Як її обчислити? Відшукайте відносні атомні маси п'яти обраних навмання карток із символами елементів.

Зупинка 3. «Гідрогенова» (1815 рік).

Висловлено припущення, що всі елементи утворилися шляхом конденсації найлегшого з них — Гідрогену. Як наслідок, атомні ваги всіх елементів, віднесені до атомної ваги Гідрогену, повинні бути цілими числами.

Пригадайте, яка маса прийнята за одиницю вимірювання відносної атомної маси? Чому? За потреби використайте додаткові джерела інформації.

Зупинка 4. «Кислотно-основна» (1818 рік).

Установлено, що металічним елементам найчастіше відповідають основні оксиди та основи, а неметалічним елементам — кислотні оксиди та кислоти.

Пригадайте, як змінюються металічні та неметалічні властивості елементів у періоді та в групі.

Запишіть формули оксидів для елементів: Натрію, Магнію, Алюмінію, Силіцію, Фосфору, Сульфуру, Хлору (для неметалічних елементів – оксиди з найбільшим значенням валентності елемента). Поміркуйте, що об'єднує ці елементи? Розмістіть формули оксидів у порядку розміщення елементів у Періодичній таблиці. Запишіть рівняння можливих реакцій утворення гідратів цих оксидів. Які сполуки ви одержали? Що ви можете сказати про властивості цих сполук. За потреби використайте додаткові джерела інформації. Зробіть фото утворених послідовностей сполук.

Зупинка 5. «Тріадна» (1829 рік).

Сформульовано правило тріад (табл. 28.1): у кожній тріаді атомна маса середнього елемента є середнім арифметичним атомних мас двох крайніх.

Таблиця 28.1

Тріади				
Li	Ca	P	S	Cl
Na	Sr	As	Se	Br
K	Ba	Sb	Te	I

Укладіть картки із символами елементів у тріади відповідно до табл. 28.1. Перевірте правило тріад, використовуючи значення відносних атомних мас указаних елементів. Спробуйте скласти тріади з інших карток. Чи завжди виконується це правило?

Зупинка 6. «Рідкісноземельна» (1857 рік).

Опубліковано таблицю, яка мала 20 тріад, включаючи рідкісноземельні елементи, атомні ваги яких ще не були визначені. Із трьох тріад складено енеади (дев'ятки) подібних елементів.

Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте, які елементи є рідкісноземельними. Чому їх так називають? Де вони містяться в сучасній Періодичній таблиці?

Зупинка 7. «Базисна» (1843 рік)

Складено таблицю хімічно подібних елементів, розміщених за групами в порядку зростання «об'єднаних мас». У верхній частині таблиці окремо розміщено три «базисних» елементи — Оксиген, Нітроген і Гідроген (табл. 28.2).

O		N		H
F Cl Br J				L Na K
S Sc Tc				Mg Ca Sr Ba
P As Sb				G Y Ce La
C B Si				Zr Th Al
Ti Ta W				Sn Cd Zn
Mo V Cr U Mn Co Ni Fe				
Bi Pb Ag Hg Cu				
Os Ir R Pt Pd Au				

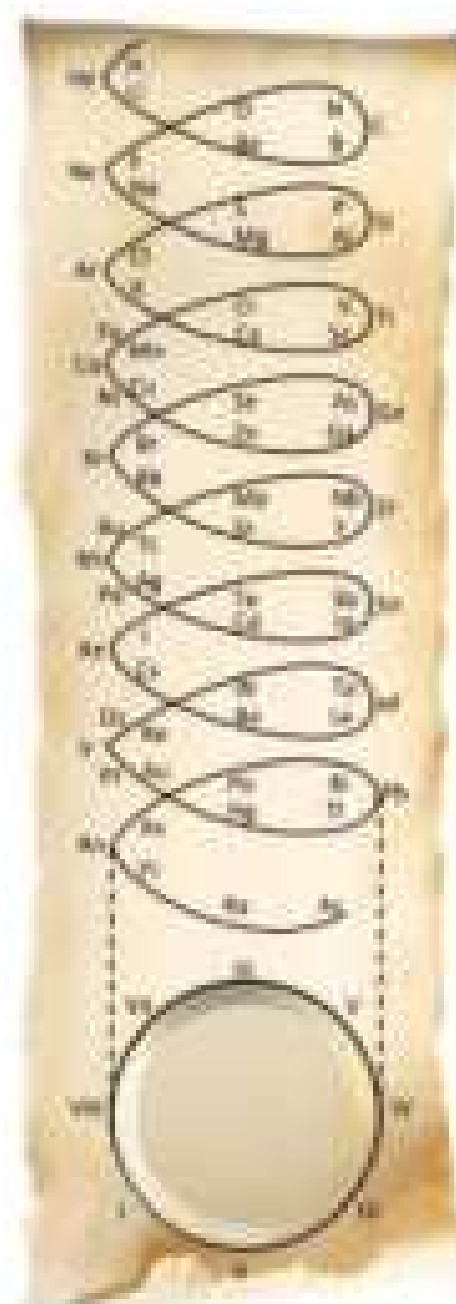
Розгляньте таблицю 28.2. Які закономірності ви в ній помітили? Порівняйте її із сучасною Періодичною таблицею. Обговоріть із однокласниками/однокласницями, де ви розмістили б три «базисних» елементи? Відповідь обґрунтуйте.

Використовуючи таблицю електронегативностей, дослідіть, як змінюється електронегативність елементів у запропонованих науковцем групах.

Зупинка 8. «Спіральна» (1862 рік)

Розміщено майже 50 елементів у вигляді висхідної спіралі. Розділивши одержану конструкцію на 16 вертикальних ліній, можемо помітити, що на одну лінію потрапляють подібні за властивостями елементи. Цей науковець першим розглянув Гідроген як аналог галогенів.

З цупкого паперу або картону зробіть циліндр таких розмірів, щоб можна було розмішувати картки з елементами. Розмістіть елементи 1-20 на спіралі, що огортає циліндр під кутом 45° (як зразок використайте мал. 28.1). Розгляньте уважно одержану конструкцію. Які закономірності ви помітили? Проведіть вертикальні лінії між картками. Які елементи виявилися в одній групі?



Мал. 28.1. Спіральна Періодична система

Зупинка 9. «Музична» (1863 рік).

Сформульовано «закон октав»: властивості хімічних елементів, розміщених за порядком збільшення атомних мас, повторюються в кожного восьмого елемента. Уведено поняття порядкового номера.



Таблиця 28.3

Таблиця «октав»

до	ре	мі	фа	соль	ля	сі
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe
Co Ni	Cu	V	Zn	In	As	Se

Розмістіть картки із символами елементів за «законом октав» (табл. 28.3). Які закономірності ви помітили? Чи всі елементи укладаються в октави?

Зупинка 10. «Новітня» (1870 рік).

Запропоновано таблицю, яка наочно ілюструвала існування періодичності властивостей елементів. Усі елементи розподілено на дев'ять колонок. Подібні елементи розташовувалися в горизонтальних рядах.

Таблиця 28.4

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	B=11.0	Al=27.3	-	-	-	In=113.4	-	Tl=202.7
	C=11.97	Si=28		-		Sa=117.8	-	Pb=206.4
			Ti=48		Zr=89.7			
	N=14.01	P=30.9		As=74.9	Sb=112.2			Bi=207.5
			V=51.2		Nb=93.7		Ta=182.2	
	O=15.96	S=31.98		Se=78	Te=128			
			Cr=52.4		Mo=95.6		W=183.5	
	F=19.1	Cl=35.38		Br=79.75		I=126.5		
			Mn=54.8		Ru=101.5		Os=198.6	
			Fe=55.9		Rh=104.1		Ir=196.7	
			Co=Ni=58.6		Pd=106.2		Pt=196.7	
Li=7.01	Na=22.99	K=39.04		Rb=85.2		Cs=132.7		
			Ca=63.3		Ag=107.7		Au=196.2	
Be=9.3	Mg=23.9	Cu=39.9		Sr=87.0		Ba=136.8		

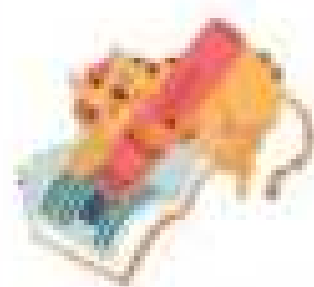
Розкладіть картки із символами елементів за таблицею 28.4. Які закономірності ви помітили? Порівняйте її із сучасною Періодичною таблицею. Чи є в ній недоліки? Якщо так, то які?

Зупинка 11. «Періодична» (1869 рік).

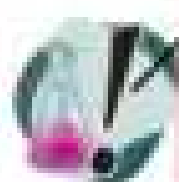
Запропоновано два критерії для класифікації елементів: атомну вагу та хімічні властивості. Підсумовано, що хімічні властивості елементів і їхніх сполук періодично повторюються через певне число елементів.

Сформульовано Періодичний закон: *фізичні й хімічні властивості елементів, що виявляються у властивостях простих і складних тіл, які з них утворюються, перебувають у періодичній залежності від їхньої атомної ваги.*

Розташуйте картки із символами елементів за зростанням їх відносних атомних мас. Схожі за властивостями елементи об'єднайте в групи (скористайтесь фото, зробленим на зупинці №4). Які групи елементів ви отримали? Порівняйте вашу послідовність із сучасною Періодичною таблицею? Чи виявили невідповідності? Як би ви сформулювали періодичний закон?

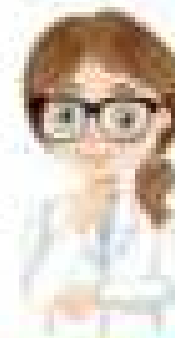


Вітаю переможців. Ми з вами пройшли стежками відомих хіміків і відкрили періодичний закон. Сьогодні його формулюють так:



Електронна будова атомів і властивості елементів перебувають у періодичній залежності від зарядів ядер (протонних чисел) атомів.

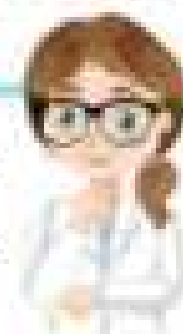
Як цікаво! Скільки зусиль докладено, щоб усе класифікувати! Проте сучасна таблиця виглядає по-іншому і формулювання закону уточнене. То хто ж із науковців відшукав оцю періодичність?



Я думаю, що праця кожного з них стала цеглинкою того закону, який ми використовуємо зараз. Зазвичай стверджують, що науковці, яких ми сьогодні наслідували, незалежно один від одного, прийшли до ідеї періодичності.

Періодичний закон називають фундаментальним законом природи. Він відображає природні зв'язки, які існують між елементами.

Відкриття Періодичного закону та створення Періодичної таблиці хімічних елементів має величезне значення для розвитку природничих наук.





Створіть асоціативний кущ на тему «Значення Періодичного закону» та обговоріть з однокласниками/однокласницями.



Робота в групах

Лондонське королівське товариство в 1882 р. присудило науковцям золоті медалі імені Деві «За відкриття періодичних співвідношень атомних ваг».

Використовуючи додаткові джерела інформації, відшукайте, хто з науковців того часу отримав нагороду.



Мал. 28.2. Медаль Деві



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

- Закінчіть речення:
 - Періодичність у хімії – це ...
 - У кожній тріаді атомна маса середнього елемента ...
 - У періоді зліва направо властивості хімічних елементів змінюються від типових...
 - Графічне зображення Періодичного закону – це ...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Охарактеризуйте етапи розвитку знань про елементи.
 - У чому полягає значення Періодичного закону?
 - Які характеристики атома елемента були використані для їх класифікації?
 - У чому сутність класифікації Лавуазьє? У чому її недоліки?
- Дайте сучасне формулювання Періодичного закону.
- Уважно розгляньте Періодичну таблицю хімічних елементів на форзаці підручника. Відшукайте пари елементів, розміщення яких не відповідає збільшенню їхніх відносних атомних мас.
- На ваш вибір, запишіть назви та символи двох хімічних елементів, які були відкриті у XX-XXI століттях. Укажіть номер періоду, групи, у яких вони розміщені. Запишіть протонне число кожного елемента та його відносну атомну масу. Укажіть кількість електронів в атомах цих елементів.
- Використовуючи додаткові джерела інформації, підготуйте повідомлення про авторів класифікації хімічних елементів, які зображені на поштових марках. Обговоріть цю інформацію з однокласниками/однокласницями. Створіть дизайн власної марки.



Йоганн Вольфганг Деберайнер



Леопольд Гмелін

7. Використовуючи додаткові джерела інформації, підготуйте проєкт «Моя періодична таблиця» («Періодична система навколо нас»). Презентуйте проєкт, перевтілившись в одного з тогочасних науковців. За результатами проєктів створіть спільну віртуальну галерею світлин.
8. Накресліть лінію часу. Позначте на ній відповідні дати та прізвища науковців, які працювали над систематикою хімічних елементів. Розв'яжіть хронологічну задачу.
 - 1) У 1803 році Дж. Дальтон увів поняття відносної атомної ваги, яке стало основою класифікації хімічних елементів. У 1829 році Й. Деберайнер сформулював правило тріад. Скільки минуло років між цими подіями?
 - 2) Обчисліть, скільки минуло років із часу введення поняття порядкового номера.
9. Використовуючи додаткові джерела інформації, створіть лепбук «Графічні представлення Періодичної системи хімічних елементів».
10. Складіть інтелект-карту за темою «Періодична система хімічних елементів».



Перевірте себе

1. Увідповідніть прізвища авторів класифікації хімічних елементів і її сутність.

а) Лавуазьє	1) Елементи розмістив за порядком збільшення атомних мас; встановив, що властивості елементів перебувають у періодичній залежності від атомних мас.
б) Деберайнер	2) Запропонував правило «октав».
в) Шанкуртуа	3) Елементи розмістив у тріади.
г) Майєр	4) Усі елементи розподілив на дев'ять колонок.
д) Ньюлендс	5) Відомі елементи поділив на металічні й неметалічні.
	6) Елементи розмістив на поверхні циліндру по спіралі.

2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
- 1) Властивості хімічних елементів зі збільшенням протонного числа змінюються періодично.
 - 2) Знаючи положення елемента в Періодичній системі, можна описати його властивості.



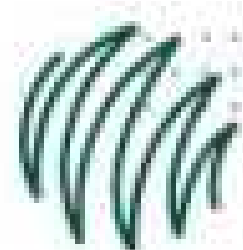
Оце мандрівка! Але як це? Виявляється, я класифікувала вночі свої крупы за тими ж ознаками, що й потрібно було класифікувати хімічні елементи, — за масою й властивостями. Я про це навіть не здогадувалася!

Вражає значення Періодичного закону! Він дозволив передбачити, які елементи будуть відкриті в майбутньому та прогнозувати їх властивості.

Сьогодні я виписала такі слова:

the Periodic Law — Періодичний закон

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.

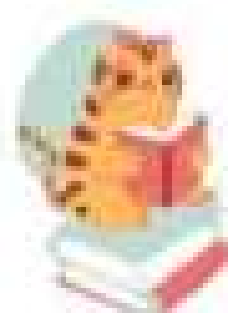


§29. ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ І ЇЇ ГРАФІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ



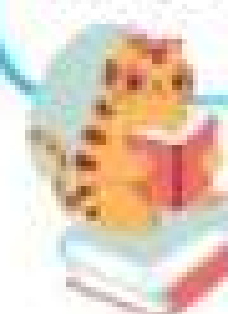
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- про характер зміни властивостей елементів залежно від їхньої відносної атомної маси;
- про лужні та лужноземельні, інертні елементи, галогени;
- про фізичні та хімічні властивості простих речовин лужних і лужноземельних металів, галогенів, благородних газів.

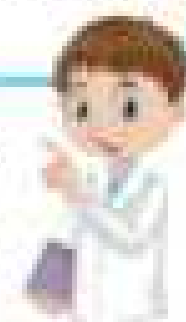


Мене вразила історія відкриття Періодичного закону, хоча нічого дивного нема. Ми багато що впорядковуємо в житті. От стало багато відкритих хімічних елементів — і, звісно ж, їх треба було якось класифікувати.

Бо як ще інакше дати раду безладу? Ще більш дивним є те, що складна система періодичності, про яку ми говорили раніше, знайшла відображення в таблиці, яка легко вміщається на форзаці підручника.



Саме так, Селено. З періодичної таблиці можна дізнатися і про конкретний елемент, і про його родину, і про закономірності зміни властивостей.



Але як, дивлячись у таблицю, відшукати цю всю інформацію? Там є якісь приховані тексти, які ми ще не бачили?



Яку інформацію про елементи та їх властивості можна дізнатися з Періодичної таблиці?



Опрацьовуємо інформацію



Періодична система хімічних елементів і будова атома

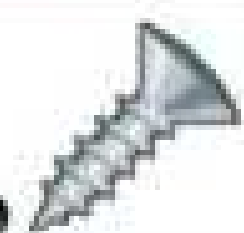


Пригадайте структуру Періодичної таблиці хімічних елементів. Що таке періоди? Що таке групи? Яку інформацію про хімічні елементи подано в Періодичній таблиці?



Робота в парі

Розгадайте ребуси.

Д, , М

--	--	--	--	--

Б, , 

--	--	--	--	--



Охарактеризуйте елементи за відомостями, що їх можна отримати з клітинки Періодичної таблиці.

Заповніть таблицю

Назва елемента	Символ елемента	Назва простої речовини	Порядковий номер	Ar	Номер періоду (малий, великий)	Номер групи	Металічний/Неметалічний



Де розміщені металічні та неметалічні елементи в Періодичній таблиці? Як змінюються металічні та неметалічні властивості елементів зі збільшенням порядкових номерів у групах, періодах?



Періодична зміна деяких характеристик і властивостей атомів



Робота в групах

Пригадайте та наведіть приклади явищ, з якими ви познайомилися під час вивчення інших предметів, що повторюються періодично.



Робота в парі

Використовуючи Періодичну таблицю хімічних елементів та додаткові джерела інформації, заповніть таблицю.

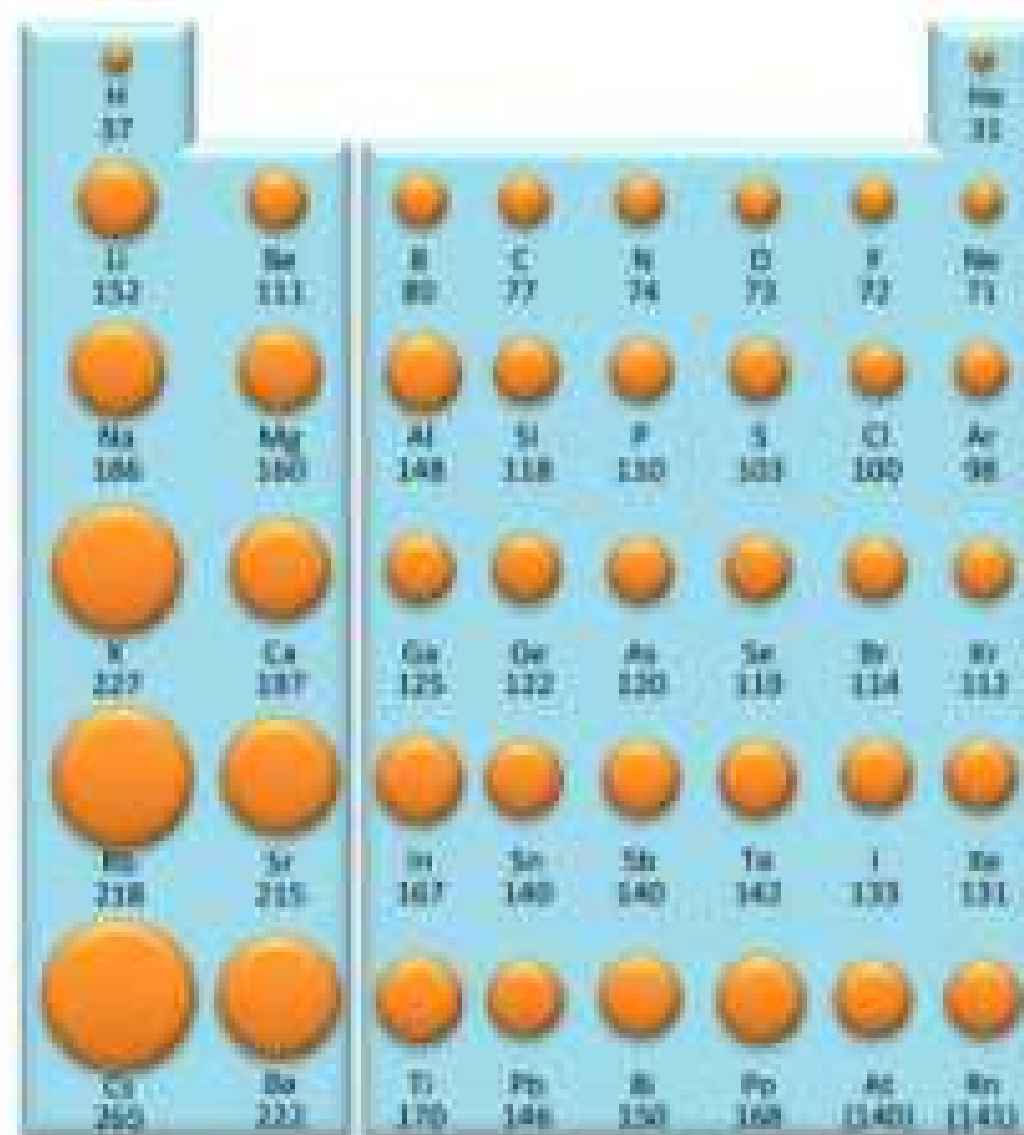
Символ елемента	Порядковий номер	Z	A	Кількість			Заряд ядра	Кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні	Номер періоду	Радіус атома, нм
				p ⁺	s ⁺	p ⁰				
⁷ Li										
¹² C										
¹⁴ N										
⁹ Be										
²⁰ Ca										
¹³⁷ Ba										

Проаналізуйте отримані вами дані в таблиці та дайте відповіді на запитання?

- Як змінюється заряд ядра атомів Літію, Карбону та Нітрогену; Берилію, Кальцію та Барію?
- Яка кількість електронів міститься на зовнішньому енергетичному рівні в атомах Літію, Карбону та Нітрогену; Берилію, Кальцію та Барію?
- Які закономірності ви ще помітили?

Радіус атома — середня відстань між ядром атома та найвіддаленішим енергетичним рівнем, на якому розміщені електрони. Радіус атома визначається розмірами електронної оболонки (мал. 29.1). Атомний радіус вимірюють у пікометрах (діаметр ядра атома: приблизно 0,001 пм)

або ангстремах (діаметр атома від 1 Å до 6 Å ; діаметр ядра атома приблизно 0,00001 Å).



Мал. 29.1. Порівняльна таблиця зміни радіусів атомів (у пм)



У Періодичній системі зі збільшенням порядкового номера властивості атомів хімічних елементів змінюються:

1. У межах однієї групи:

- металічні властивості посилюються, неметалічні – послаблюються;
- заряди атомних ядер збільшуються;
- кількість енергетичних рівнів збільшується;
- радіус атома збільшується;
- кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні однакова.

2. У межах одного періоду:

- металічні властивості послаблюються – неметалічні посилюються;
- заряди атомних ядер збільшуються;
- кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні збільшується;
- радіус атома зменшується;
- кількість енергетичних рівнів однакова.



Характеристика елемента за місцем у Періодичній таблиці та будовою атома

За розміщенням у Періодичній таблиці можна дати характеристики елементам і спрогнозувати їхні властивості.

Характеристика елемента за місцем у Періодичній таблиці та будовою атома

Алгоритм	Приклад
Місце елемента в Періодичній таблиці	
Назва елемента	Флуор
Порядковий номер	9
Відносна атомна маса елемента	19
Номер періоду (малий чи великий)	2, малий
Номер групи	17
Будова атома	
Символ хімічного елемента	F
Протонне число	9
Масове число	19
Заряд ядра	+9
Кількість нейтронів	10
Кількість електронів в електронній оболонці атома	9
Кількість енергетичних рівнів в електронній оболонці атома	2
Електронна формула	2с ² , 7с ²
Кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні	7
Завершений чи незавершений зовнішній енергетичний рівень	незавершений
Властивості елемента та його сполук	
Назва простої речовини	фтор
Формула простої речовини	F ₂
Метал чи неметал	неметал (найактивніший)
Порівняння із сусідами в періоді та групі	
Порівняння з сусідами в періоді	Флуор проявляє сильніші неметалічні властивості, ніж Оксиген
Порівняння з сусідами в групі	Флуор проявляє сильніші неметалічні властивості, ніж Хлор



Робота в парі

За поданим алгоритмом охарактеризуйте Сульфур, Магній.



Групи хімічних елементів: лужні, лужноземельні й інертні елементи, галогени



На які групи поділяють хімічні елементи? Які назви мають деякі групи елементів? Яку назву має 1 група Періодичної системи? Як називаються елементи 18 групи?

Кожен елемент має індивідуальні характеристики. Водночас деякі елементи подібні за властивостями.

Подібні за властивостями елементи об'єднують у природні родини (групи).

Лужні металічні елементи: *Літій, Натрій, Калій, Рубідій, Цезій*. Прості речовини, утворені лужними металічними елементами, називають лужними металами. За фізичними властивостями лужні метали (мал. 29.2) — це речовини сріблясто-білого кольору, пластичні, легкоплавкі, легко ріжуться, мають малу густину, добру тепло- та електропровідність.

Лужні метали — хімічно активні речовини: легко окиснюються киснем повітря, реагують із водою, неметалами. Це найактивніші метали.



літій



натрій



калій



рубідій



цезій

Мал. 29.2. Лужні метали



Робота в групах

Заповніть таблиці для елементів 2-4 періодів.

Загальна характеристика лужних металічних елементів

Назва, символ хімічного елемента	Порядковий номер	A_r	Кількість протонів	Заряд ядра	Кількість електронів	Кількість нейтронів	Розподіл електронів за енергетичними рівнями

Фізичні властивості простих речовин

Назва простої речовини	Агрегатний стан	Колір	$t_{\text{плавлення}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{кипіння}}, ^\circ\text{C}$	Густина, г/см^3	Забарвлення полум'я

Лужноземельні елементи: *Кальцій, Стронцій, Барій, Радій*. Гіпотетичний 120-й елемент (унбінілій) також має належати до лужноземельних елементів.

Прості речовини лужноземельних металічних елементів називають лужноземельними металами. Це метали сріблясто-білого кольору, легкі, м'які, легкоплавкі, можна різати ножом, мають добру електропровідність. Хімічно активні метали, проте менш активні, ніж лужні.

Галогени: *Фтор, Хлор, Бром, Йод*. Галогени — типові неметалічні елементи. Утворюють двоатомні молекули фтору (F_2), хлору (Cl_2), броду (Br_2), йоду (I_2) (мал. 29.3-29.5). Хімічна активність галогенів зі збільшенням заряду ядра знижується.



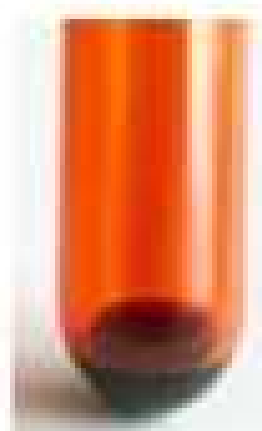
Мал. 29.3. Моделі молекул галогенів



фтор



хлор



бром

Мал. 29.4. Прості речовини — галогени: фтор (за $-196^\circ C$), хлор, бром

Йод під час нагрівання за атмосферного тиску сублимує (мал. 29.5).



Що таке сублимація?

а)



б)



Мал. 29.5. Металічний йод (а). Сублимація йоду (б)



Робота в групах

Заповніть таблиці для елементів 2-4 періодів, використовуючи за потреби додаткові джерела інформації.

Загальна характеристика галогенів							
Назва, символ хімічного елемента	Порядковий номер	A,	Кількість протонів	Заряд ядра	Кількість електронів	Кількість нейтронів	Розподіл електронів за енергетичними рівнями

Фізичні властивості простих речовин галогенів							
Назва	Формула	M,	Агрегатний стан	Колір	Запах	t _{пл.} , °C	t _{кип.} , °C

Інертні елементи: *Гелій, Неон, Аргон, Криптон, Ксенон, Радон.*

Кожен період Періодичної таблиці завершує інертний елемент. Прості речовини інертних елементів — благородні гази. За кімнатної температури — газуваті речовини без кольору та запаху; мають малу густину; хімічно неактивні. Атоми інертних елементів не сполучаються між собою, не утворюють складних речовин із металічними елементами.

А чи знаєте ви...

Більшість живих організмів, у тому числі людина, потребують кисень для дихання. Необхідно обережно поводитися з великою кількістю інертних газів, особливо в закритих приміщеннях. Чому? Ви вже знаєте, що вуглекислий газ за високих концентрацій у повітрі призводить до відчуття задухи, а більшість інертних газів такого відчуття не викликає й витіснення ними кисню з повітря призводить до асфіксії. Як наслідок її, може бути втрата свідомості та смерть через задуху.

Мал. 29.6. Попереджувальний знак небезпеки задухи

Робота в групах

Використовуючи додаткові джерела інформації, складіть ментальну карту «Сфери використання благородних газів».



Робота в групах

Об'єднайтеся в групи. Розробіть критерії оцінювання власної діяльності та діяльності ваших однокласників/однокласниць під час роботи в групах.

1. Сформулюйте гіпотезу, як змінюються властивості природних родин (лужних металічних елементів і галогенів) зі зміною їхніх відносних атомних мас.

2. Використовуючи додаткові джерела інформації, заповніть пропуски в таблиці.

Зміна властивостей елементів і простих речовин

Родина	Лужні металічні елементи					Галогени			
Символи	Li	Na	K	Rb	Cs	F	Cl	Br	I
A _r	7	23	39	86	133	19	35,5	80	127
Прості речовини									
Агрегатний стан за 25 °С									
Температура плавлення, °С									
Температура кипіння, °С									
Густина, г/см³									
Колір									

Виявлені закономірності

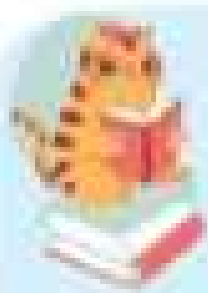
	Температура плавлення _____→	_____
	Температура кипіння _____→	Температура кипіння _____
	Густина _____→	Густина _____
	Хімічна активність (взаємодія з киснем та водою)	Хімічна активність (взаємодія з воднем і металами)

3. Побудуйте графік залежності температури плавлення від порядкового номера лужних металічних елементів у Періодичній таблиці.

4. Побудуйте графік залежності густини галогенів від порядкового номера елемента в Періодичній системі.

5. Зробіть висновок. Чи підтверджено вашу гіпотезу?

6. Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.



Виявляється, властивості елементів природних родин та утворених ними простих речовин закономірно змінюються залежно від зміни їхніх відносних атомних мас. Це потрібно запам'ятати!



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



- Закінчіть речення:
 - У межах одного періоду зі зменшенням заряду ядра металічні властивості ...
 - У межах однієї групи зі збільшенням заряду ядра неметалічні властивості ...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Як змінюються радіуси атомів у періоді справа наліво?
 - Як змінюються металічні властивості елементів у періоді справа наліво?
 - Як змінюються радіуси атомів елементів у групі знизу вгору?
 - Як змінюються металічні властивості елементів у групі знизу вгору?
- Запишіть символи інертних елементів.
- Запишіть назви простих речовин елементів 17 групи.
- Укажіть назву елемента, який проявляє найсильніші металічні властивості.
- Укажіть назву елемента, який проявляє найсильніші неметалічні властивості.
- Укажіть, як змінюються металічні властивості елементів у ряду:
а) $\text{Cs} \rightarrow \text{Rb} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{Li}$; б) $\text{Na} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Al}$.
- Укажіть, як змінюються неметалічні властивості елементів у ряду:
а) $\text{I} \rightarrow \text{Br} \rightarrow \text{Cl} \rightarrow \text{F}$; б) $\text{Br} \rightarrow \text{Se} \rightarrow \text{As}$.
- Порівняйте значення радіусів атомів металічних і неметалічних елементів, які розміщені в одному періоді.
- Як змінюються радіуси лужних металічних елементів у ряду $\text{Li} - \text{Cs}$?
- Обчисліть об'єм (л) водню (н.у.), який виділяється під час взаємодії натрію кількістю речовини 2 моль з водою за схемою
$$\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$$
- Обчисліть кількість речовини (моль) калію, який реагує з хлором (н.у.) об'ємом 44,8 л за схемою
$$\text{K} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl}$$

13. Обчисліть об'єм (л) гідроґен хлориду, який утворюється під час взаємодії водню об'ємом 50 л з хлором (н.у.).
- 14.* Порівняйте об'єми (л) водню (н.у.), які виділяються під час взаємодії літійу кількістю речовини 2 моль і калію масою 78 г з водою.
15. Складіть кроссенс «Галогени».
16. Використовуючи додаткові джерела інформації, обговоріть, яке біологічне значення Кальцію та Магнію.
17. Позначте елементи 2 періоду буквами за алфавітом (А, Б, В, ...). Укажіть, якою буквою позначений:
 - інертний елемент;
 - галоген;
 - лужний металічний елемент;
 - лужноземельний металічний елемент.
 Якою буквою позначений елемент із найбільшою відносною атомною масою?
18. Складіть формули речовин, молекули яких містять
 - а) два атоми елемента, у якого кількість електронів дорівнює числу електронних рівнів й один атом елемента, загальна кількість електронів якого у 8 разів більша, ніж в атомі першого елемента;
 - б) один атом елемента, порядковий номер якого в Періодичній таблиці в 3,5 рази більший, ніж число електронних рівнів, і три атоми елемента, який не містить нейтронів у ядрі.



Перевірте себе

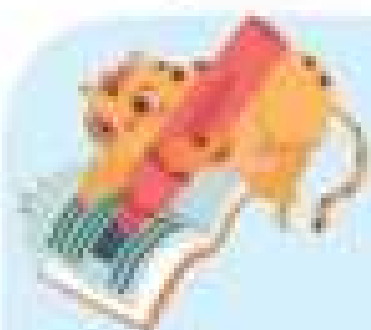
1. Металічні властивості елементів посилюються в ряду:

а) Mg, Al, Si	б) Ca, Mg, Be
в) Mg, Ca, Sr	г) Ga, Al, B.
2. Радіус атома елементів збільшується в ряду:

а) Be, Mg, Ca	б) C, O, F
в) I, Br, Cl	г) N, As, P
3. Число електронів на зовнішньому енергетичному рівні однакове в атомів елементів:

а) Сульфуру та Нітроґену	б) Нітроґену та Фосфору
в) Калію та Кальцію	г) Алюмінію та Силіцію
4. Проаналізуйте твердження. Чи є поміж них правильні?
 - I. У періодах зліва направо послаблюються металічні властивості елементів.
 - II. В Оксигену неметалічні властивості виражені сильніше, ніж у Карбону.

- a) лише I* *б) лише II*
в) обидва правильні *г) немає правильних*
5. Для наведеного ряду елементів Mg, Ca, Sr правильні твердження, що зліва направо:
- a) кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні стала*
б) кількість енергетичних рівнів стала
в) металічні властивості простих речовин посилюються
г) радіус атома зменшується
д) заряд ядра зменшується
6. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
- 1) У ряду C – N – O радіус атома зменшується.*
2) Усі елементи 3 періоду – металічні елементи.



Тепер я розумію, чому всі хіміки й хіміки-ні використовують Періодичну таблицю. У ній міститься вся інформація про хімічні елементи та їхні сполуки. Дуже зручно: відшукали елемент у таблиці — і все про нього знаєте. А я колись думала, що її потрібно вчити напам'ять. Ох і смішненька ж була!

Сьогодні я виписала такі слова:

лужні метали — alkaline metals

лужноземельні метали — alkaline earth metals

галогени — halogens

благородні гази — noble gases

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



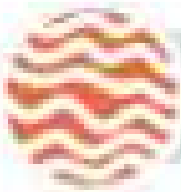
- 228

11. У відповідність символи хімічних елементів та розподіл електронів на енергетичних рівнях у атомах.

Хімічний елемент	Розподіл електронів
<i>a) O</i>	<i>1) 2ē, 8ē</i>
<i>б) S</i>	<i>2) 2ē, 8ē, 5ē</i>
<i>в) Ne</i>	<i>3) 2ē, 8ē, 6ē</i>
<i>г) P</i>	<i>4) 2ē, 6ē</i>
	<i>5) 2ē, 7ē</i>

12. Установіть послідовність зменшення значення електронегативності хімічних елементів

<i>a) Al</i>	<i>б) Cl</i>	<i>в) H</i>	<i>г) Na</i>	<i>р) Ba</i>	<i>д) F</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>



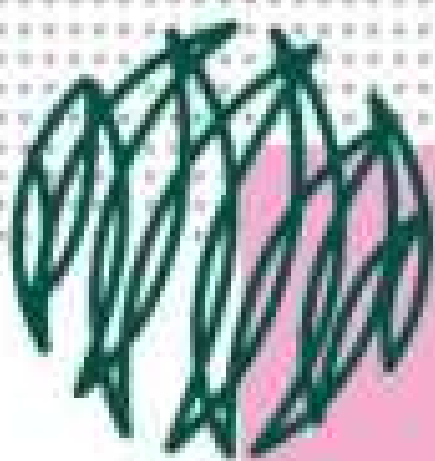
Доповніть речення та оцініть свої досягнення

- Я дізнався/дізналася
- Я знаю
- Я можу
- Я вмію

Я все розумію та можу пояснити.

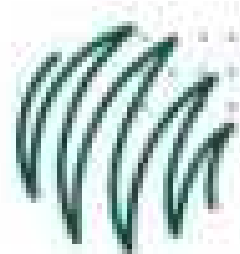
Я ще не все розумію та допускаю помилки.

Мені важко відповісти на запитання.



ТЕМА 4. ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ





§30. ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК. РІЗНОВИДИ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- про електронну природу хімічного зв'язку;
- про різновиди хімічного зв'язку;
- про основні характеристики хімічного зв'язку.



Коли дізналася будову атома, мені стало цікаво. Чому атоми більшості елементів сполучаються з іншими атомами? Чому утворюються молекули? Що змушує атоми перетворюватися на йони? Яюсь знову виникло багато запитань.

Між частинками речовини, очевидно, виникають зв'язки. Але якісь із них будуть сильними, а якісь — слабкими. Погоджуюся, Селено, питань більше, ніж відповідей.



Чому утворюється хімічний зв'язок?



Опрацьовуємо інформацію



Електронна природа хімічного зв'язку



Робота в парі

Хімічна естафета.

Об'єднайтеся в групи. Розробіть критерії оцінювання власної діяльності та діяльності ваших однокласників/однокласниць під час роботи в групах. Виконайте завдання.

1. Назвіть хімічні елементи Періодичної таблиці, що мають завершений зовнішній енергетичний рівень.
2. Наведіть приклади 5 хімічних елементів із незавершеним зовнішнім енергетичним рівнем.
3. Наведіть приклади 3-х металічних елементів.
4. Наведіть приклади 3-х неметалічних елементів.
5. Напишіть електронні формули атомів Натрію та Хлору.
6. Чим відрізняється будова зовнішнього енергетичного рівня цих елементів? Як це впливатиме на їх властивості?
7. Пригадайте, що таке йон. Які бувають види йонів? Наведіть по 2 приклади кожного йона. Назвіть їх.

Оцініть роботу учасників вашої групи та інших груп.





Як у Періодичній таблиці відшукати металічні та неметалічні елементи? Що таке інертні елементи? Запишіть електронні формули Гелію, Неону й Аргону. Скільки електронів вони містять на зовнішньому енергетичному рівні?

Ви вже знаєте, що атоми інертних елементів мають завершені енергетичні рівні, саме тому вони не сполучаються між собою, перебуваючи в стабільному енергетично вигідному стані.



Яку кількість електронів містять завершені перший і другий енергетичні рівні?

Маючи незаповнений зовнішній енергетичний рівень, атом прагне досягнути його заповнення. Це є причиною виникнення хімічного зв'язку, який утворюється внаслідок взаємодії атомів через електрони незавершеного енергетичного рівня. Ці електрони називають валентними, і вони відіграють головну роль у формуванні хімічних зв'язків.

Хімічний зв'язок забезпечує міцність і стійкість хімічних сполук, визначаючи їхні фізичні та хімічні властивості. Наприклад, завдяки певним хімічним зв'язкам вода — рідина за кімнатної температури, метали мають високу електропровідність, а кухонна сіль добре розчиняється у воді.



Хімічний зв'язок — це зв'язок між частинками речовини, який утримує їх разом у молекулі або кристалі.

Атоми (за винятком елементів першого періоду) прагнуть досягти енергетично вигідного стану, доповнивши незавершений енергетичний рівень електронами до восьми, що є характерним для атомів інертних елементів.

Таке доповнення відбувається двома способами:

- 1) передача одного або декількох електронів від одного атома до іншого та перетворення їх на йони;
- 2) утворення електронних пар атомами та їх усупільнення (спільна електронна пара належить одночасно двом атомам і доповнює одночасно енергетичні рівні в обох атомах).

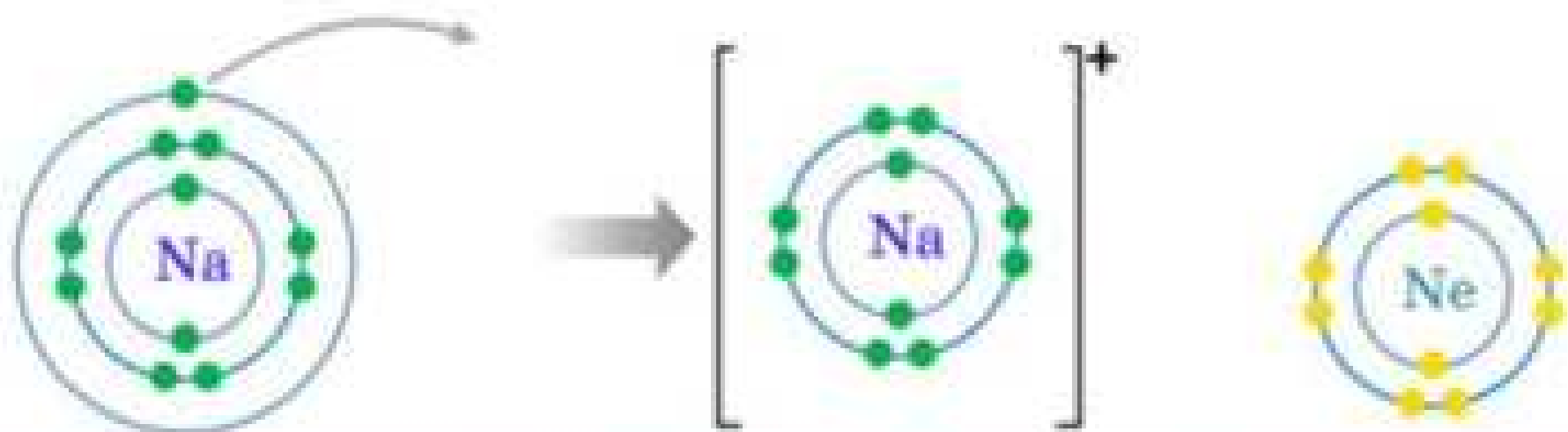


Робота в парі

Запишіть електронні формули для атомів Гідрогену, Карбону, Нітрогену, Оксигену. Укажіть, скільки електронів їм не вистачає до завершення енергетичного рівня.

Атоми металічних елементів здебільшого прагнуть віддавати електрони із зовнішнього енергетичного рівня та перетворюва-

тись на катіони. У більшості металів на зовнішньому енергетичному рівні є лише 1–3 електрони, тому віддати їх набагато легше, ніж отримувати. Наприклад, атом Натрію має 1 електрон на зовнішньому рівні, і, віддаючи цей електрон, він у такий спосіб досягає конфігурації атома найближчого інертного елемента — Неону (мал. 30.1).



Мал. 30.1. Схема перетворення атома Натрію на йон



Що таке радіус атома? Як він змінюється в періоді та групі?

Радіус атома має значення для хімічних властивостей елементів. Чим більший атомний радіус, тим далі від ядра перебувають електрони зовнішнього рівня і тим слабше вони зв'язані з ядром. У такій ситуації атом легше віддає електрони, перетворюючись на катіон, що є типовою характеристикою для металічних елементів.



Різновиди хімічного зв'язку

Залежно від того, як атоми взаємодіють між собою і як доповнюють енергетичні рівні електронами, існує кілька основних видів хімічного зв'язку.



Кожен із цих видів зв'язку виникає за певних умов і характеризується своїм механізмом взаємодії між частинками, що дозволяє нам передбачити властивості речовини.



Характеристики хімічного зв'язку

Хімічний зв'язок між атомами має певні характеристики, які впливають на фізичні та хімічні властивості речовин. Основні з них для ковалентного зв'язку — довжина та енергія зв'язку. Кожна з них визначає, наскільки міцним є зв'язок.

Довжина зв'язку — це відстань між ядрами двох атомів, що утворюють хімічний зв'язок.

Вона залежить від виду зв'язку, розмірів атомів і кількості електронів, що беруть участь у зв'язку.

Чим менша довжина зв'язку, тим міцніший зв'язок між атомами.

Енергія зв'язку — це кількість енергії, необхідна для розриву хімічного зв'язку між двома атомами.

Вона вимірюється в кДж/моль. Чим вище значення енергії зв'язку, тим стійкішою є молекула.

Енергія зв'язку є показником міцності зв'язку та його стійкості до розриву.

Наприклад, зв'язок між атомами Карбону та Гідроґену (C–H) у метані (CH₄) має велику енергію зв'язку, що робить цю молекулу стійкою.



Досліджуємо



Робота в парі

1. Запишіть електронні формули та сформулюйте гіпотезу про можливість утворення йонів для пар атомів Калію і Хлору; Кальцію і Оксигену; Барію і Магнію; Бору і Нітроґену; Сульфуру і Гідроґену.

Спрогнозуйте (де це можливо), який атом буде віддавати електрони, а який приєднуватиме. Перевірте свої припущення, використовуючи додаткові джерела інформації. Чи підтверджено вашу гіпотезу?

2. Використовуючи підручні матеріали, змодельуйте молекули водню, кисню, азоту та хлору, враховуючи пропорції для розмірів атомів і довжини зв'язку. Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся енергію зв'язку між атомами в цих молекулах. Чи існує взаємозв'язок між довжиною та енергією зв'язку? Відповідь обґрунтуйте.

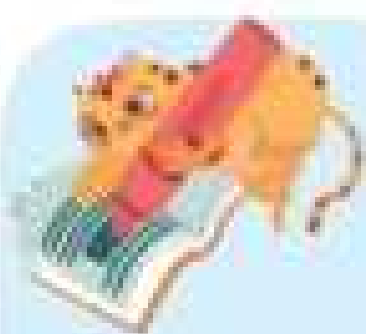
3. Енергія зв'язку в молекулі водню (H₂) становить 432 кДж/моль, а в молекулі хлору (Cl₂) — 243 кДж/моль. Яка молекула є стійкішою? Обґрунтуйте відповідь.

1. Закінчіть речення:
 - Хімічний зв'язок – це ...
 - Хімічний зв'язок виникає між ...
 - Основними характеристиками хімічного зв'язку є...
2. Дайте відповіді на запитання:
 - Як виникає йонний зв'язок?
 - Як виникає ковалентний зв'язок?
 - Які електрони є валентними?
3. Поясніть, чому атоми металічних елементів віддають електрони під час утворення зв'язку, а неметалічних — приєднують.
4. Який взаємозв'язок між довжиною та енергією зв'язку? Наведіть конкретні приклади, використовуючи додаткові джерела інформації.
5. Як енергія хімічного зв'язку впливає на стійкість хімічних сполук? Наведіть конкретні приклади, використовуючи додаткові джерела інформації.
6. Спрогнозуйте, у який спосіб можливо доповнити незавершений енергетичний рівень для атомів Сульфуру, Хлору, Арсену. Скільки електронів потрібно для довершення енергетичного рівня? Електронним формулам яких інертних елементів будуть відповідати їхні електронні формули в цьому випадку?
- 7.* Водень H_2 є перспективним джерелом чистої енергії, оскільки під час його спалювання утворюється вода, а не вуглекислий газ. Однак для отримання водню необхідно витратити енергію на розрив ковалентних зв'язків у молекулах води під час електролізу.
 - а) Намалюйте модель молекули води.
 - б) Яка маса водню (г) утвориться під час електролізу води масою 36 г, і яку кількість енергії (кДж) потрібно витратити для цього процесу? Енергія зв'язку в молекулі води дорівнює 463 кДж/моль.

Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за поданим покликанням <https://learningapps.org/watch?v=p940svkrk25> і виконайте вправу.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Атоми Гелію і Неону мають завершені енергетичні рівні.
 - 2) Атом Магнію, віддаючи електрони, перетворюється в катіон.





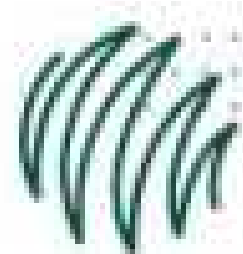
Дуже цікаво! Я завжди почуваюся дуже комфортно й енергетично вигідно, коли завершуюю обід чи вечерю різними смаколиками. Виявляється, атоми теж прагнуть перебувати в енергетично вигідному для них стані. А це вимагає доповнення незавершених енергетичних рівнів і можливе, здебільшого, за умови утворення хімічних зв'язків. І знову це все пов'язане з будовою атома.

Сьогодні я виписала такі слова:

chemical bond — хімічний зв'язок;

atomic radius — радіус атома.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§31. МОДЕЛЬ КОВАЛЕНТНОГО ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ. ПОЛЯРНИЙ І НЕПОЛЯРНИЙ КОВАЛЕНТНІ ЗВ'ЯЗКИ

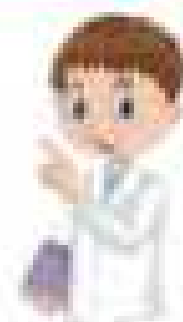
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- як утворюється ковалентний зв'язок;
- про різновиди ковалентного хімічного зв'язку.



А як утворюються спільні електронні пари? Якщо в нас з Марком і Тамілою є щось спільне, то ми цим ділимося або спільно використовуємо. А як атоми використовують ці пари? І на що це впливає?

Ми вже, здається, раніше говорили, що властивості речовин дуже залежать від їх будови. То, мабуть, речовини з різними видами зв'язків будуть мати різні властивості. Але от як нам це прогнозувати? Чи є якісь підказки?



Як залежать властивості речовин від видів зв'язку?



Опрацьовуємо інформацію



Ковалентний зв'язок



Що таке хімічний зв'язок? Які є його види?



Робота в парі

Розгадайте ребус, щоб пригадати, завдяки чому утворюється ковалентний зв'язок.



Ковалентний зв'язок — це зв'язок між неметалічними елементами, що утворений за допомогою спільних електронних пар.

Ковалентний зв'язок утворюється внаслідок спільного використання електронів атомами. Атоми, які мають незаповнені електронні оболонки, прагнуть досягти енергетично вигідного стану (завершення зовнішньої електронної оболонки), об'єднуючи в пари свої електрони та електрони іншого атома.

Залежно від розподілу електронів між атомами, ковалентний зв'язок може бути як полярним, так і неполярним.



Спільні електронні пари утворюють електрони зовнішніх енергетичних рівнів атомів. Це забезпечує спільне використання електронів, завдяки чому атоми утримуються разом.

Робота в парі

Напишіть електронні формули атомів Гідрогену, Хлору та Оксигену. Скільки в них електронів на зовнішньому енергетичному рівні? Скільки електронів потрібно до завершення рівня? Спрогнозуйте, скільки спільних електронних пар вони можуть утворити? Які сполуки можуть утворити ці атоми за умови утворення ковалентного зв'язку?

Неполярний ковалентний зв'язок

 Що таке електронегативність? Який елемент має найбільшу електронегативність? Який елемент має найменшу електронегативність?

Неполярний ковалентний зв'язок утворюється, коли атоми мають однакову або майже однакову електронегативність, тобто здатність притягувати електрони.

Неполярні ковалентні зв'язки найчастіше утворюють атоми одного й того ж елемента. Наприклад, у молекулі водню два атоми Гідрогену утворюють одну спільну електронну пару електронами зовнішнього енергетичного рівня — один неполярний ковалентний зв'язок (мал. 31.1), що дозволяє кожному атому досягти енергетично вигідного стану.



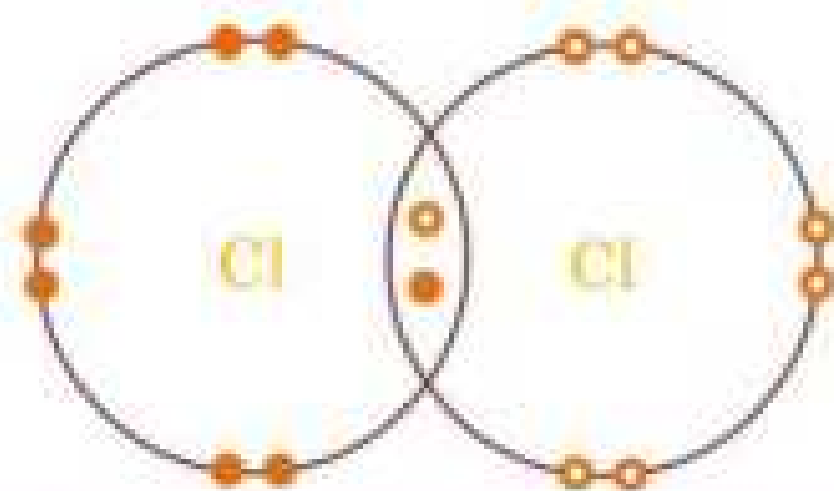
Мал. 31.1. Утворення ковалентного неполярного зв'язку в молекулі водню

Залежно від кількості спільних електронних пар між атомами ковалентні зв'язки можуть бути одинарними, подвійними або потрійними. Чим більше спільних електронних пар, тим міцніший зв'язок.

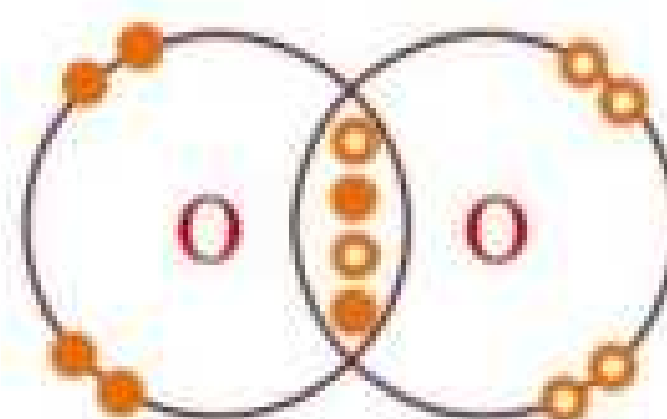
Робота в парі

Розгляньте мал.31.2. Обговоріть, як утворюється зв'язок у молекулі хлору.

Молекула кисню утворюється за участю двох пар електронів (мал. 31.3).



Мал. 31.2. Утворення неполярного ковалентного зв'язку в молекулі хлору



Мал. 31.3. Утворення неполярного ковалентного зв'язку в молекулі кисню

Робота в парі

Намалюйте схему утворення молекули азоту, враховуючи, що між атомами Нітрогену утворюється потрійний зв'язок.

А чи знаєте ви...

Азот — одна з найпоширеніших і водночас унікальних простих речовин у нашій атмосфері. Його частка в повітрі становить приблизно 78%, і це не випадково. Молекула азоту (N_2) складається з двох атомів, які зв'язані міцним потрійним ковалентним зв'язком. Саме цей зв'язок робить азот дуже інертним і малоактивним за звичайних умов.

Уявіть собі, навіть за таких екстремальних явищ, як виверження вулканів, коли температура може сягати кількох тисяч градусів, азот не взаємодіє з речовинами. Це свідчить про його стійкість до впливу високих температур та агресивних хімічних середовищ.



Для речовин, молекули яких утворені неполярним ковалентним зв'язком, характерні такі **фізичні властивості**:

- малорозчинні у воді;
- низькі температури плавлення й кипіння.

Робота в групах

Упізнайте елементи та речовини за підказками. Запишіть формули сполук цих елементів, утворених неполярним ковалентним зв'язком. Проаналізуйте їх фізичні властивості, використовуючи додаткові джерела інформації. Що між ними схожого, а що відмінного?

- Елемент розташований у 2 періоді 16-ї групи. Його проста речовина захищає планету від ультрафіолетового випромінювання та може використовуватися для знезараження води.
- Проста речовина елементу 3 періоду 17 групи була використана як перша хімічна зброя під час Першої світової війни в 1915 році (під час битви при Іпрі). Потрапляючи в організм, викликає задуху й сильне подразнення дихальних шляхів у легенях. Це спричиняє кашель, відчуття печіння, набряк легень, болісне дихання. У важких випадках може призводити до незворотних уражень легень і смерті через дихальну недостатність.
- Проста речовина елементу 5 періоду 17 групи була відкрита французьким ученим Бернаром Куртуа в 1811 році. Цікаво, що, за легендою, до цього відкриття доклався кіт. Цю речовину використовують як антисептичний засіб для обробки ран і профілактики інфекцій.
- Елемент 3 періоду 15 групи утворює просту речовину, яка здатна світитися в темряві, може спалахнути за низьких температур. Саме завдяки цій властивості речовину використовували у виробництві перших сірників на початку XIX століття. У сучасних сірниках цю речовину замінили, адже вона виявилася дуже отруйною.
- Елемент 2 періоду 14 групи Періодичної таблиці може утворювати кілька простих речовин. Одна з них стає вам у нагоді, коли потрібно щось записати, а також має добру електропровідність і використовується як матеріал для електродів. Якщо ви подорожуєте тролейбусом, то шматочок цієї речовини допомагає жити ваш транспортний засіб.

Полярний ковалентний зв'язок

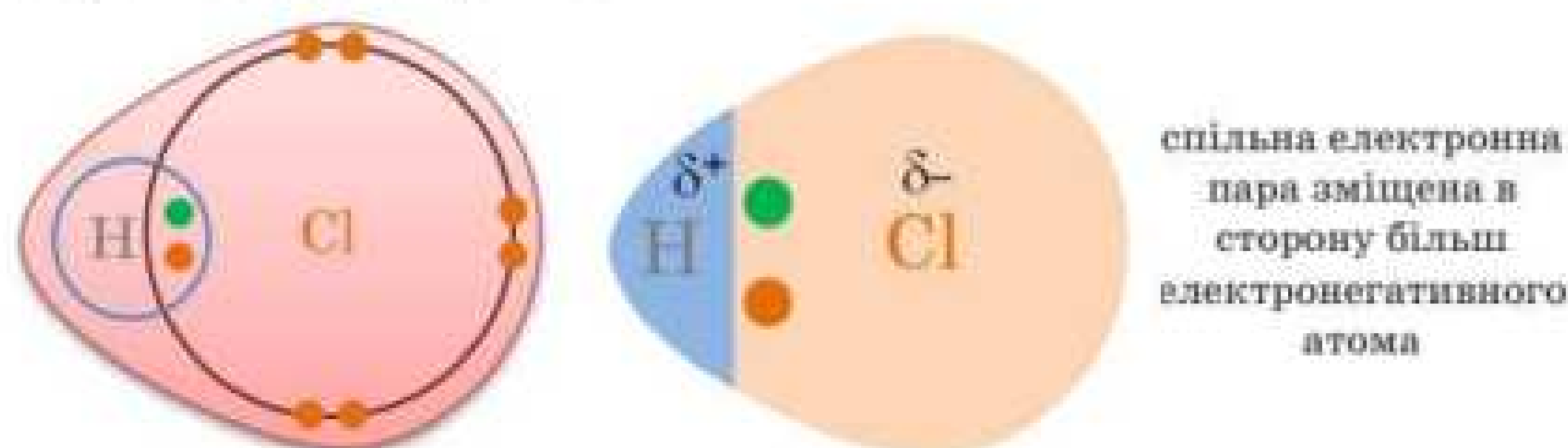
Полярний ковалентний зв'язок виникає між атомами неметалічних елементів з різною електронегативністю.

Чим більшу електронегативність матиме атом, тим сильніше притягуватиме до себе спільну електронну пару.

Якщо один атом притягує електрони сильніше, ніж інший, це

призводить до утворення часткових зарядів на атомах: один атом набуває часткового негативного заряду (δ^-), а інший — часткового позитивного заряду (δ^+).

У молекулі гідроген хлориду (HCl) атом Хлору має більшу електронегативність, ніж атом Гідрогену. Тому спільні електрони зміщуються в бік атома Хлору, що робить зв'язок між атомами Гідрогену і Хлору полярним.



Робота в парі

Схематично покажіть, як утворюються зв'язки в молекулах H_2O та NH_3 . Позначте часткові заряди (δ^+ і δ^-) на атомах і покажіть напрямок полярності.

Полярні речовини мають такі фізичні властивості:

- *добра розчинність у воді* (полярні молекули розчиняються у воді, яка також є полярною).
- *вищі температури плавлення й кипіння ніж, у неполярних.*

Робота в групах

Користуючись мобільними телефонами, перейдіть у додаток Molecular Constructor за QR-кодом або за покликанням



<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alextepl.molconstr>.

Утворіть молекули H_2O , O_2 , Cl_2 , CCl_4 . Запишіть значення енергії зв'язків у кожній із молекул.

Полярні зв'язки відіграють важливу роль у біологічних процесах і хімічних реакціях. Вода як полярна молекула є універсальним розчинником для багатьох речовин.

Полярність молекул впливає на їх фізичні властивості (*температура плавлення, температура кипіння, розчинність*), міжмолекулярні взаємодії й хімічні реакції. Розуміння цих аспектів допомагає пояснити, чому речовини поведуться саме так і як їх можна використовувати в практичних ситуаціях.

Порівняння властивостей сполук із неполярним і полярним ковалентним зв'язком.

Для дослідження нам потрібно: пробірки, штатив для пробірок, корки з газовідвідними трубками, розчин кислоти, індикатори, розчин соди, гідроген пероксид H_2O_2 , манган(IV) оксид (порошок), шпатель.

1. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
2. Проаналізуйте реактиви, які ви маєте для дослідження. Сформулюйте гіпотезу, які гази можна одержати. Яке обладнання для цього потрібно?
3. Складіть план експерименту для одержання газів і дослідження їхньої взаємодії з водою. Спрогнозуйте результати. Які речовини ви отримаєте? Як їх виявити?
4. Виконайте експеримент. Запишіть спостереження.
5. Поясніть результати експерименту. Як впливає природа зв'язку на властивості одержаних речовин?
6. Зробіть висновок. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу?

Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

1. Закінчіть речення:
 - неполярний ковалентний зв'язок утворюють ...
 - чим більшу електронегативність матиме атом ...
 - полярність молекул впливає на ...
 - основними характеристиками хімічного зв'язку є...
 2. Дайте відповіді на запитання:
 - Що таке ковалентний зв'язок?
 - За яких умов між атомами виникає полярний ковалентний зв'язок?
 - Як вид зв'язку впливає на властивості речовин?
 3. Укажіть атом, до якого зміститься спільна електронна пара в сполуках:

а) SiO_2 б) OF_2 в) HI г) NH_3

Укажіть сполуку з найбільш полярним і найменш полярним зв'язком. Відповідь поясніть.
 4. Виберіть зі списку формули сполук із ковалентним зв'язком. Розподіліть їх у таблицю.
- K_2O , P_2O_5 , O_2 , Fe_2O_3 , Cl_2O_7 , N_2 , CrO_3 , NH_3 , Li_2O , S_8 , HgO , SiO_2 ,

SO_3 , PbO_2 , H_2S , PH_3 , H_2 , Mn_2O_7 .

Чи всі формули ви розподілили в таблиці? Чому?

Ковалентний зв'язок	
Полярний	Неполярний

5. Як ви поясните вислів «*подібне розчиняється в подібному*»? Наведіть приклади.

6. Вивчення полярності молекул в історії хімічних досліджень було важливим кроком для розуміння хімічних реакцій і міжмолекулярних взаємодій. Вивченню полярності молекул були присвячені дослідження Гільберта Льюїса та Лайнуса Полінга.

Створіть хронологічну шкалу важливих відкриттів у вивченні полярності молекул. Позначте дати, імена вчених і ключові відкриття.

Поміркуйте, як знання про полярність молекул, отримані завдяки роботам цих науковців, допомагають у сучасних дослідженнях і технологіях?

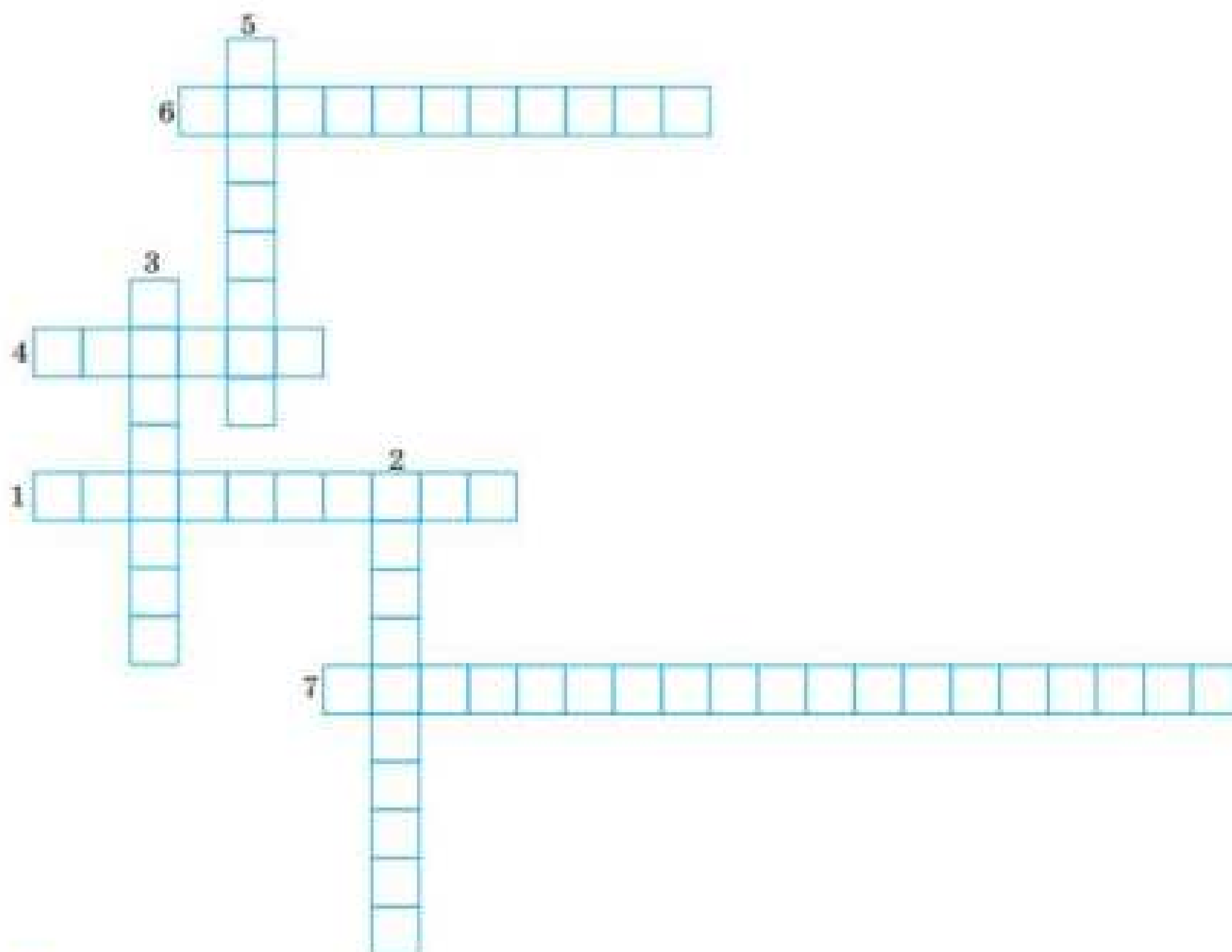
7. Розгадайте кросворд.

По горизонталі:

1. Елемент, атом якого перетворюється в катіон, віддаючи електрони.
4. Зв'язок між металічним і неметалічним елементом.
6. Зв'язок, утворений спільними електронними парами.
7. Здатність атома притягувати до себе електрони.

По вертикалі:

2. Вид зв'язку між атомами неметалічних елементів, де спільна електронна пара рівновіддалена від центрів атомів.
3. Елемент, атоми якого мають завершений енергетичний рівень.
5. Вид зв'язку між атомами неметалічних елементів, де спільна електронна пара зміщена в сторону більш електронегативного атома.



Робота в групах

Уявіть, що в річку потрапила велика кількість побутових відходів, що містять як полярні, так і неполярні молекули. Полярні речовини (розчинники або мийні засоби) швидко змішуються з водою, а неполярні речовини (нафтопродукти) залишаються на поверхні або формують плівки на воді.

Використовуючи додаткові джерела інформації, дайте відповіді на запитання:

1. Який вплив полярних і неполярних забруднювачів на водні екосистеми?
2. Які наслідки можуть мати такі забруднення для флори та фауни річки?
3. Створіть просту модель, яка демонструє, як полярні й неполярні забруднювачі впливають на водну поверхню. Використайте прозорі посудини з водою, а також олію та кольорові розчини, щоб продемонструвати, як ці речовини взаємодіють із водою та яка частина води залишається чистою. Презентуйте модель однокласникам/однокласницям.

4. Використовуючи додаткові джерела інформації, розгляньте можливі методи очищення води від полярних і неполярних забруднювачів: фільтрацію, адсорбцію, біоремедіацію. Проаналізуйте, які методи є найбільш ефективними для різних типів забруднювачів.



Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за поданим покликанням <https://learningapps.org/watch?v=phmrswuac24> і виконайте вправу.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
1) Молекули кисню та водню утворені неполярним ковалентним зв'язком.
2) Молекули вуглекислого та чадного газів утворені полярним ковалентним зв'язком.



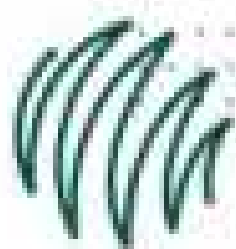
Таки-так. Властивості речовин залежать не тільки від того, з атомів яких елементів вони утворені, а й від виду зв'язків, які між цими атомами виникають. А це означає, що ретельно потрібно досліджувати будову речовин.

Сьогодні я виписала такі слова:

covalent bond — ковалентний зв'язок;

polarity — полярність.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§32. КРИСТАЛІЧНІ Й АМОРФНІ РЕЧОВИНИ



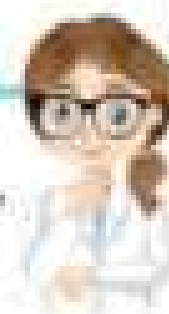
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- про властивості кристалічних й аморфних речовин;
- чим відрізняються кристалічні речовини від аморфних.



Сьогодні хочу почастувати своїх друзів і подружок чимось смачним. Вирішила зробити різнокольорове желе. Ось маю порошок желатину та скляні формочки. Якийсь дивний порошок — зовсім не порошок, більше схожий на дрібні кристалики. А застигле желе схоже на смолу. Я пам'ятаю, що речовини можуть бути кристалічними й аморфними. Я навіть вирощувала кристал кухонної солі. Такий красивий виріс! Така гарна форма!

А от смола та віск набувають будь-якої форми. Очевидно, що властивості речовин і матеріалів залежать від їх будови.



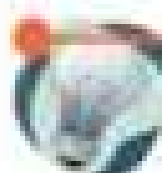
Чим відрізняються за будовою кристалічні речовини від аморфних?



Опрацьовуємо інформацію



Будова твердих речовин



Пригадайте з курсу «Пізнаємо природу», «Природничі науки» або «Довкілля», які речовини називають кристалічними, а які аморфними. Назвіть по 2-3 приклади цих речовин. Де їх використовують?

Кристалічні речовини — це речовини, у яких атоми, молекули або йони упорядковані в регулярну, повторювану тривимірну структуру, що утворює кристалічну ґратку.

Аморфні речовини — це речовини, у яких атоми, молекули або йони не мають регулярної або повторюваної структури. Вони не утворюють строго впорядкованих кристалічних ґраток, а частинки розташовані безладно (табл. 32.1).



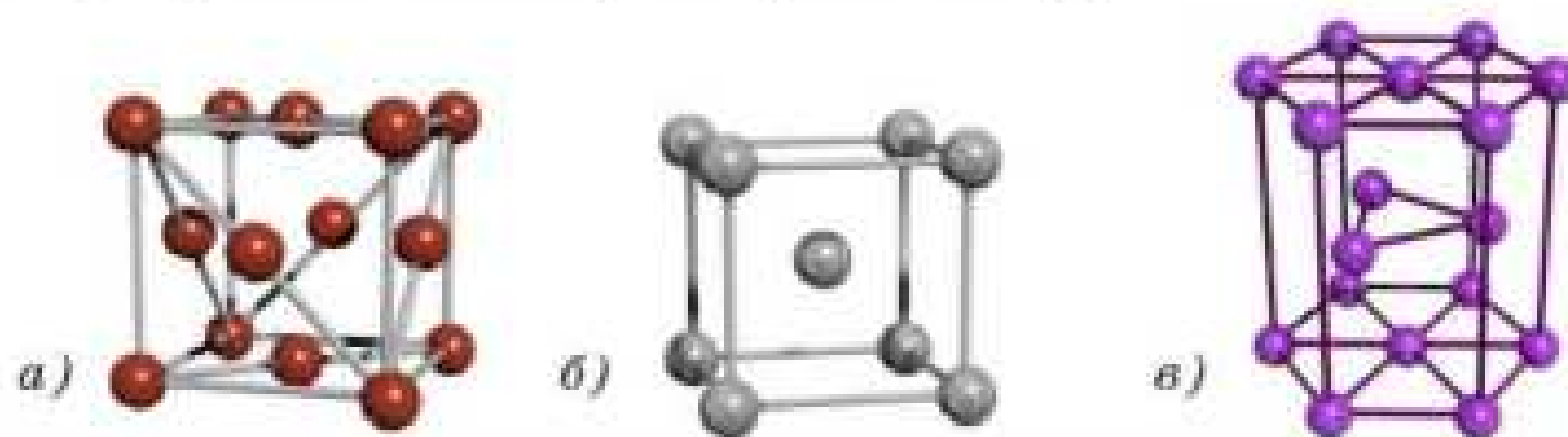
**Особливості будови та властивостей кристалічних
та аморфних речовин**

Характеристика	Кристалічні речовини	Аморфні речовини
Структура	Регулярна, повторювана ґратка	Не впорядкована
Організація частинок	Атоми/молекули/йони упорядковані в тривимірній ґратці	Атоми/молекули/йони розташовані безладно
Властивості	Однорідність властивостей, дуже висока температура плавлення	Властивості можуть варіюватися, широкий діапазон температур плавлення
Приклади	Сіль (NaCl), кварц (SiO ₂), алмаз (C)	Скло (SiO ₂ в аморфній формі), пластмаси, воски

Кристалічні речовини

У кристалічних речовинах атоми, молекули або йони утворюють строго впорядковану, регулярну структуру, яка повторюється в усіх напрямках. Цю структуру називають кристалічною ґраткою. Регулярність організації частинок надає кристалу визначену форму та властивості.

Кристалічна ґратка утворює тривимірну структуру, яка може бути різної форми. Металічні кристали утворюють, переважно, три види кристалічних ґраток (мал. 32.1).



Мал. 32.1. Кристалічні ґратки металів: а) кубічна гранецентрована (Cu, Au, Ag, Al); б) кубічна об'ємноцентрована (Li, Na, Ba, Mo, W, V); в) гексагональна (Mg, Zn, Ti, Cd, Cr)

Регулярна структура забезпечує однорідність властивостей кристалічної речовини в будь-якій частині кристала. Це дає можливість прогнозувати поведінку матеріалу під впливом зовнішніх факторів.

Кристалічні речовини можуть проводити електричний струм (наприклад, метали) або бути ізоляторами (наприклад, сіль у твердому стані).

Твердість кристалічних речовин може набувати різних значень, залежно від типу кристалічної ґратки та сил, що утримують частинки разом.

А чи знаєте ви...

Шкала Мооса — це шкала твердості мінералів, розроблена Фрідріхом Моосом у 1812 році. Вона ранжує мінерали від найм'якших до найтвердіших за їхньою здатністю до надрипування. Шкала складається з десяти мінералів, кожен з яких є еталоном для визначення твердості інших.

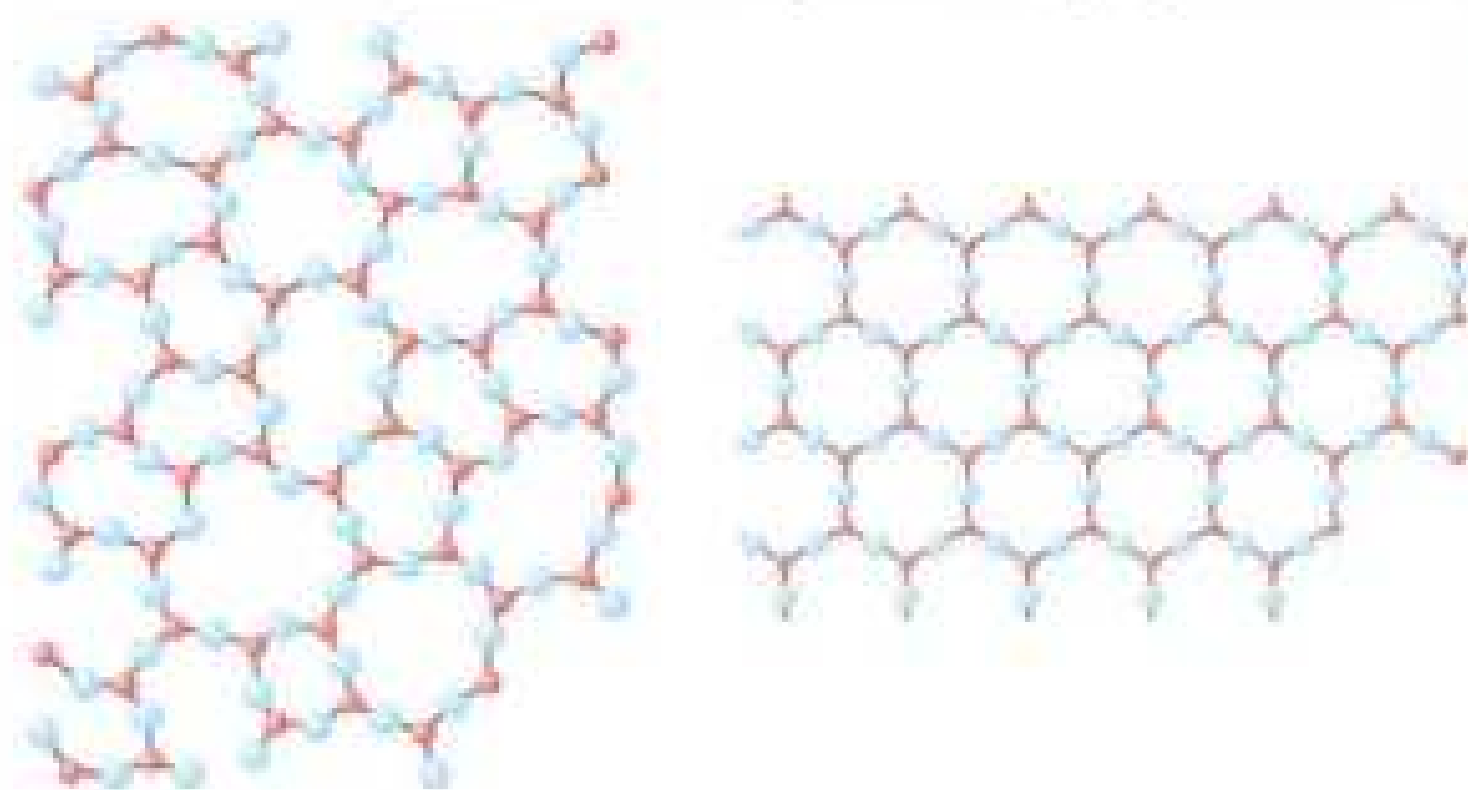
Робота в парі

Дізнайтеся, у якому порядку розташовані мінерали за шкалою Мооса. Використовуючи додаткові джерела, відшукайте інформацію про їх будову та основні характеристики.

Мінерали: апатит, топаз, кварц, кальцит, корунд, тальк, алмаз, гіпс, ортоклаз, флюорит.

Аморфні речовини

Аморфні речовини не мають регулярної або повторюваної структури, як кристалічні. Їхні частинки розташовані випадковим чином, без чіткої організації (мал. 32.2).



Мал. 32.2. Розташування атомів в аморфному склі (зліва) і кристалічному кварці (справа)

Через таке розташування частинок властивості аморфних речовин можуть змінюватися у всій речовині.

Аморфні речовини не мають чітко визначеної температури плавлення. Замість цього вони м'якшають і перетворюються в рідину в широкому температурному діапазоні.

Аморфні речовини можуть мати різні значення твердості залежно від умов і складу. Наприклад, скло може бути твердим, але ламким.

Аморфні речовини можуть мати різні оптичні властивості, як от прозорість або кольоровість, залежно від складу та структури.



Значення кристалічних та аморфних речовин

Кристалічні та аморфні речовини мають важливе значення в нашому повсякденному житті, промисловості та природі (табл. 32.2). Розуміння будови цих речовин допомагає краще усвідомити їхню роль у створенні сучасних матеріалів і технологій.

Таблиця 32.2

Використання кристалічних та аморфних речовин

	Кристалічні речовини	Аморфні речовини
Промисловість	У будівництві (сталь, залізо)	Виготовлення скла (вікна), пластмас (пакування)
Електроніка та технології	Силіцій для мікросхем і напівпровідників	Аморфні матеріали для OLED-дисплеїв, гнучких екранів
Побут	Алмазні диски для різання природного каменю, кераміка для посуду, діаманти для ювелірних виробів	Пластмаси для побутових виробів, пакувальних матеріалів
Природа	Мінерали з кристалічною структурою (кварц, алмаз)	Вулканічне скло (обсидіан)
Значення для техніки та будівництва	Міцність і стійкість конструкцій, надійність електронних систем	Створення інноваційних матеріалів і покриттів



Досліджуємо

Виявлення відмінностей у фізичних властивостях аморфних і кристалічних речовин.

Для дослідження нам потрібно: зразки кристалічних речовин (сіль, цукор, мідний дріт, пісок), зразки аморфних речовин (скло, пластмаса, віск, гума), скляні палички, молоток, лупа або мікроскоп, нагрівальний прилад (спиртівка або електроплитка), пінцет, вольтметр або мультиметр, термометр, вода, хімічні склянки, джерело світла.

- 1) Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
- 2) Розгляньте зразки речовин (використайте лупу або мікроскоп).
- 3) Сформулюйте гіпотезу про залежність властивостей речовин від їх будови. Складіть план експерименту з дослідження властивостей речовин і спрогнозуйте результати.

4) За результатами експерименту заповніть таблицю. Порівняйте властивості досліджених речовин.

Властивість	Кристалічні речовини	Аморфні речовини (скло, пластмаса, віск, гума)	Висновки щодо структури та властивостей
Аналіз структури (опис за допомогою лупи/мікроскопа)			
Твердість			
Електропровідність			
Теплопровідність			
Оптичні властивості (прозорість, здатність пропускати або заломлювати світло)			
Розчинність у воді			

5. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу? Зробіть обґрунтовані висновки.

Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті

- Закінчіть речення:
 - Кристалічні речовини — це ...
 - Регулярна структура забезпечує однорідність ...
 - Аморфні речовини не мають ...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Що таке кристалічна ґратка?
 - Як розміщуються частинки в аморфних речовинах?
 - Які фізичні властивості характерні для кристалічних речовин?
- Наведіть приклади кристалічних речовин і їхнього використання в промисловості чи побуті.
- Які методи використовують для визначення кристалічної або аморфної структури матеріалу? За потреби використайте додаткові джерела інформації.
- Поміркуйте, як термічна та механічна обробка можуть вплинути на структуру аморфних і кристалічних речовин. За потреби використайте додаткові джерела інформації.
- * Виготовлення венеційського скла розпочалося ще в XIII столітті. Скларі Венеції створили спеціальні технології виробництва скла, які тримали в суворій таємниці. Для захисту секретів склярів у 1291 році всі майстерні перенесли на острів

Мурано. Найвідомішими видами венеційського скла є мільфіорі (скло, прикрашене різнокольоровими квітковими візерунками), кристалін (дуже прозоре та чисте скло) і філігранне скло (зі складними візерунками з тонких ниток скла).



Завдання. У кольоровому склі мільфіорі масою 50 кг міститься силіцій(IV) оксид (масова частка компонента 70%), натрій карбонат (Na_2CO_3) масою 10 кг і решта — кальцій оксид. Додатково до скла додали: купрум(II) оксид масою 0,5 кг (для надання зеленого кольору) та кобальт(II) оксид масою 1 кг (для надання синього кольору). Обчисліть масову частку (%) кожного компонента в складі скла.

7. Знайдіть у філворді назви 10 речовин. Укажіть особливості їхньої будови. Опишіть їх властивості.

К	Т	Е	В	У	С	К	Л	О	Ш
Р	Й	М	І	Д	Ь	З	З	О	Щ
О	О	П	С	Ю	Ь	А	К	І	Г
Х	Д	Ц	К	Я	Н	Л	И	Ь	У
М	Я	Д	К	Й	Г	І	С	Е	М
А	А	Л	М	А	З	З	Е	Б	А
Л	С	І	Л	Ь	Ф	О	Н	Г	Ю
Ь	Ж	Н	А	Н	У	Ю	Ь	Х	В

Робота в парі

Об'єднайтесь у дві групи.

Уважно розгляньте зображення. Випишіть назви фізичних тіл, виготовлених:

- 1 група — із кристалічних речовин і матеріалів;
- 2 група — з аморфних речовин і матеріалів.

Поясніть, чому саме ці речовини використані для виготовлення фізичних тіл? Які перспективи їх використання в майбутньому?



Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за поданим покликанням <https://wordwall.net/uk/resource/78197422> і виконайте вправу.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Кухонна сіль — аморфна речовина.
 - 2) Віск, бурштин — аморфні матеріали.



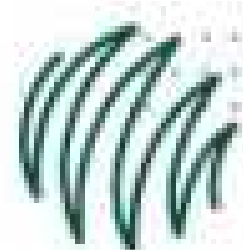
Як бачите, з будовою речовини пов'язані не тільки її властивості, а й галузі її використання, адже в будівництві ми підбираємо міцні, надійні матеріали, у літакобудуванні — легкі та міцні метали, а для вікон — крихке й прозоре скло. Думаю, що помилка в підборі матеріалу може стати для нас великою неприємністю. Тож будьте уважними.

Сьогодні я виписала такі слова:

crystalline substances — кристалічні речовини;

amorphous substances — аморфні речовини.

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§33. МОДЕЛЬ ЙОННОГО ЗВ'ЯЗКУ. ЙОННІ КРИСТАЛИ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- як утворюється йонний зв'язок;
- про властивості та застосування йонних кристалів.



Виконувала сьогодні вправу з Марком і Тамілою. Ми визначали вид зв'язку в сполуках. Приєднуйтесь! У таблиці записані формули речовин.

NaCl	CH ₄	O ₃	BN
S ₈	HF	K ₂ S	Na ₃ N

Потрібно визначити, який вид зв'язку у цих сполуках: неполярний чи полярний ковалентний. Я вже майже впоралась. А ви?

Селено, ти нічого не плутаєш? Я вважаю, що не всі сполуки, формули яких тут наведені, утворені ковалентним зв'язком. Я нарахував три таких сполуки.



Так. Є три сполуки, утворені металічним і неметалічним елементом. У них не ковалентний зв'язок. У цьому я впевнена. Це йонні сполуки, пригадуєте?



Як утворюється зв'язок між йонами?



Опрацьовуємо інформацію



Механізм утворення йонного зв'язку



Що таке хімічний зв'язок? Що таке йони? Як вони утворюються?

Йонний зв'язок — це вид хімічного зв'язку, що виникає внаслідок електростатичної взаємодії між йонами з протилежними зарядами: катіонами й аніонами.

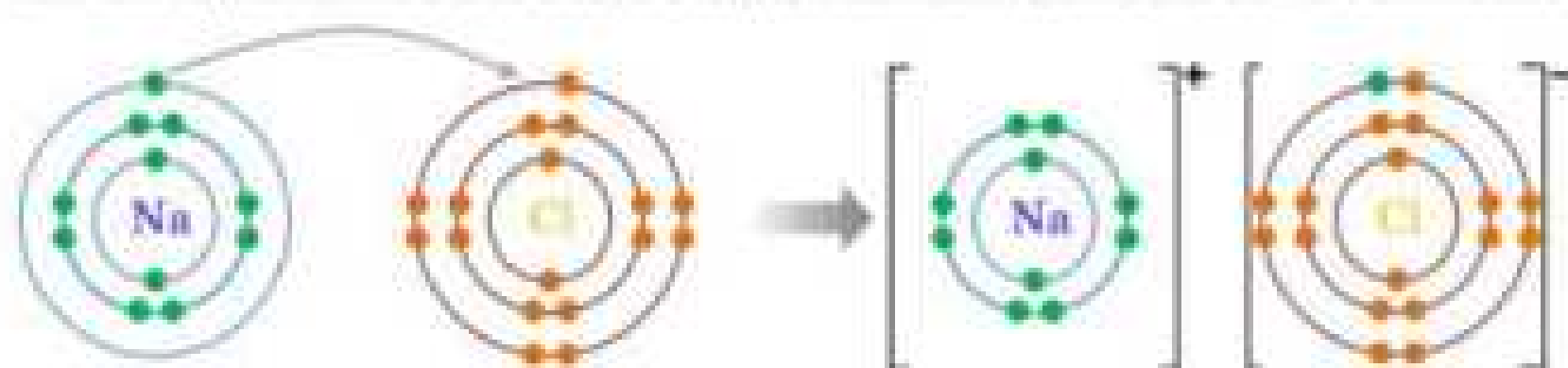
Такий зв'язок утворюється в результаті повної передачі одного або кількох електронів від атома металічного елемента до атома неметалічного елемента. Як наслідок, утворюються йони з різними зарядами, які взаємно притягуються, що й забезпечує стійкість йонної сполуки.



Чому металічні елементи легко віддають електрони? Скільки електронів може максимально віддати елемент у разі утворення йонного зв'язку?

Розглянемо атоми Натрію та Хлору. Для цих елементів буде взаємовигідним утворення йонного зв'язку. Атом Натрію віддає єдиний електрон зовнішнього енергетичного рівня й перетворюється на катіон, у якого завершений зовнішній енергетичний рівень (ним стає передостанній енергетичний рівень атома Натрію), а атому Хлору вигідно приєднати цей електрон на свій зовнішній енергетичний рівень і завершити його. У цьому разі нейтральні атоми Натрію та Хлору перетворюються на заряджені частинки — йони (мал. 33.1).

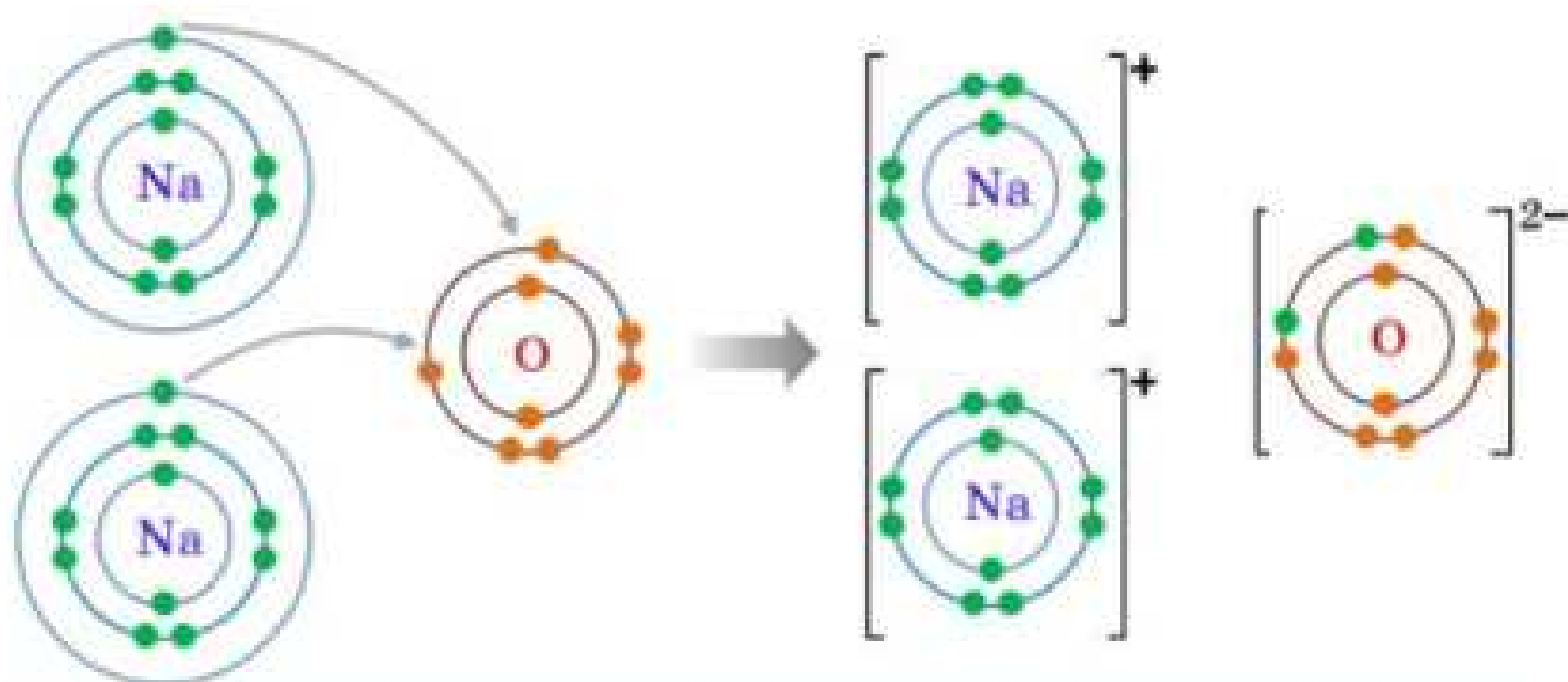
Між різнойменно зарядженими йонами діють сили притягання, виникає зв'язок, який називають йонним.



Мал. 33.1.
Схема утворення йонного зв'язку в натрій хлориду

Робота в парі

Напишіть електронні формули атомів Натрію та Оксигену. Сформулюйте гіпотезу, як утвориться зв'язок між цими атомами. Які процеси відбудуться? Розгляньте мал. 33.2 і перевірте своє припущення. Поясніть, як утвориться йонний зв'язок.



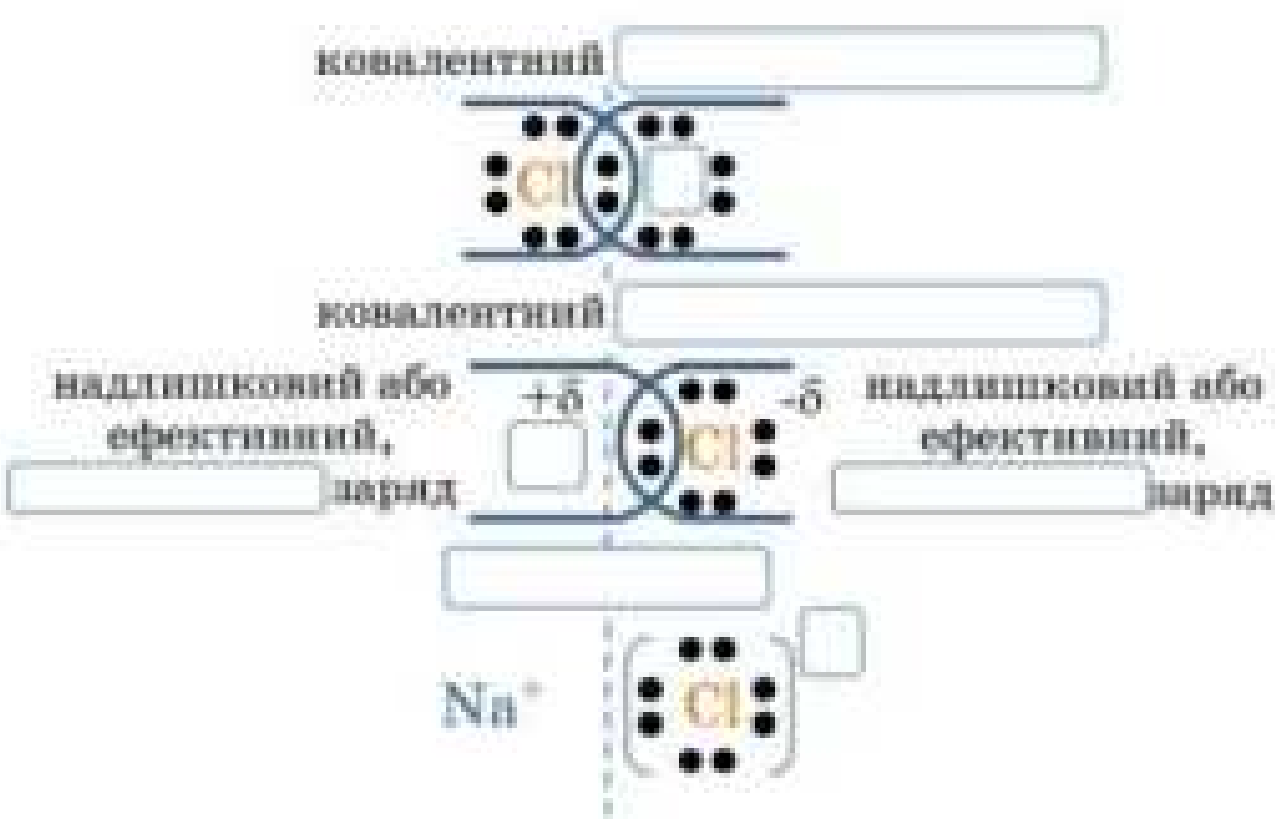
Мал. 33.2. Схема утворення йонного зв'язку в натрій оксиду



Як утворюється ковалентний зв'язок? Чим відрізняються механізми утворення ковалентного та йонного зв'язків?

Робота в групах

Розгляньте малюнок. Заповніть пропуски, дописавши символи елементів і пропущені слова. Підпишіть зображені типи хімічних зв'язків.



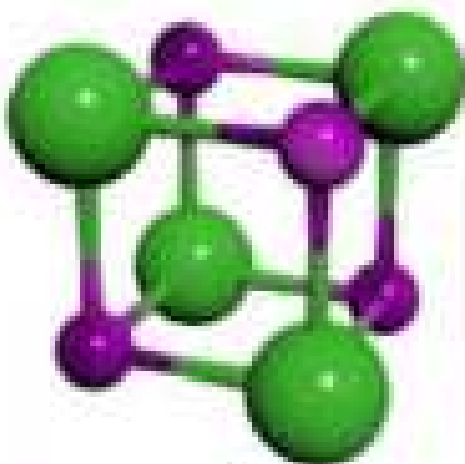
Йонні кристали

Електростатичні сили притягування, які діють між різнойменно зарядженими йонами, є дуже сильними, що призводить до утворення стійких йонних сполук. Йони утворюють кристалічні ґратки, у яких вони розміщені впорядковано, що забезпечує максимальне притягування й мінімальне відштовхування між ними.

У типових йонних кристалах йони утворюють кубічну ґратку, де кожен катіон оточений аніонами та навпаки. Таке розташування забезпечує максимальне притягування йонів і стійкість структури.



а



б

— йон Натрію — йон Хлору

Мал. 33.2. Кристал натрію хлориду (а) і фрагмент кристалічної ґратки солі (б)



Чому йонні кристали мають високу температуру плавлення? Які фактори впливають на цю властивість?

Таблиця 33.1

Фізичні властивості йонних кристалів

Фізична властивість	Опис	Приклади
Температура плавлення	Висока температура плавлення	NaCl (801°C), MgO (2852°C)
Температура кипіння	Висока температура кипіння	NaCl (1413°C), CaF ₂ (1428°C)

Твердість	Іонні кристали тверді завдяки міцним йонним зв'язкам	Кухонна сіль, корунд
Крихкість	Іонні кристали крихкі та можуть легко розламатися під механічним навантаженням	NaCl, KBr
Електропровідність	Не проводять струм у твердому стані, але проводять струм у розчині або розплаві	Розчин NaCl, розплав CaCl ₂
Розчинність у воді	Багато йонних сполук добре розчинні у воді	NaCl, KNO ₃



Пригадайте, які умови необхідні для виникнення електричного струму? Чому йонні сполуки не проводять струм у твердому стані, але є добрими провідниками в розчині чи розплаві?



Досліджуємо

Вирощування йонних кристалів

Для дослідження нам потрібно: кухонна сіль (NaCl).

1. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.
2. Розгляньте кристалики солі (використайте лупу або мікроскоп).
3. Ознайомтеся з методикою вирощування кристалів, підберіть посуд, сплануйте та виконайте експеримент.

Методика вирощування кристалів

- 1) Підготуйте насичений розчин солі. Налийте в склянку гарячу воду (приблизно $\frac{3}{4}$ об'єму). Поступово додавайте кухонну сіль у воду, помішуючи ложкою (приблизно 6 столових ложок на склянку води).
- 2) Перелийте розчин солі у тарілку та залиште в темному сухому місці.
- 3) На 2-3 день частина води випарується, і в тарілці з'являться маленькі кристали.
- 4) Щодня спостерігайте за ростом кристалів. Через 5-7 днів кристали мають значно збільшитися в розмірах. За необхідності додавайте в розчин нові порції солі.
- 5) Коли кристали досягнуть бажаних розмірів, обережно виїміть їх із тарілки. Покладіть на паперовий рушник, щоб вони висохли.

4. Розгляньте форму одержаних кристалів за допомогою лупи. Поміркуйте, чому кристали мають кубічну форму? Як температура води впливає на швидкість утворення кристалів? Запропонуйте, як можна зробити кристали більшими?

5. Порівняйте форму вирощених кристалів із кристалами з купленої солі. Чим вони відрізняються?

6. Зробіть загальний висновок. Чи все вам вдалося? Який етап дослідження був найбільш складним?



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



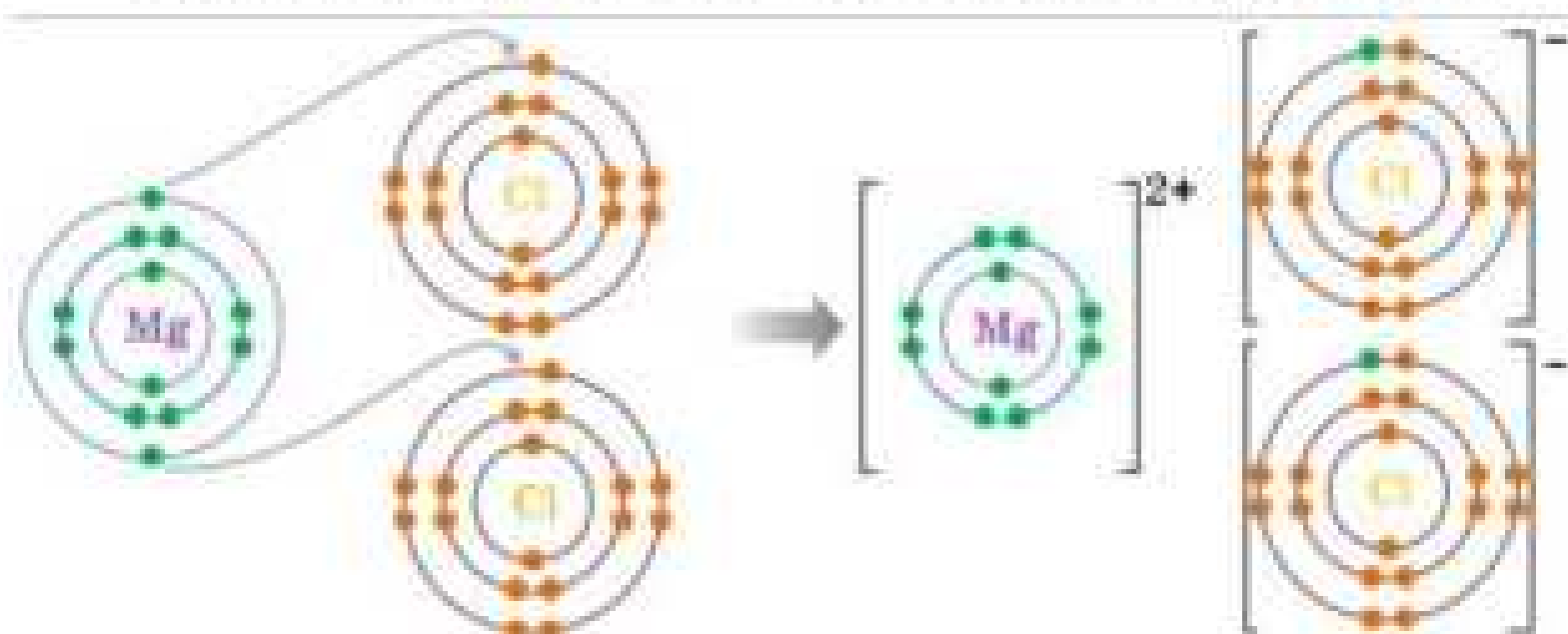
1. Закінчіть речення:

- Йон — це ...
- Катіон — це ...
- Аніон — це ...

2. Дайте відповіді на запитання:

- Як утворюється йонний зв'язок?
- Як упорядковані частинки в йонних речовинах?
- Які фізичні властивості характерні для йонних кристалів?
- Чому йонні кристали зазвичай є твердими та крихкими?

3. Поясніть механізм виникнення йонного зв'язку за мал. 33.4. Назвіть йонну сполуку, яка утворилася.



Мал. 33.4.
Утворення
йонного зв'язку

4. Використовуючи додаткові джерела інформації, наведіть приклади йонних сполук і їхнього використання.
5. Які умови потрібні для формування стійкої йонної кристалічної структури? Які особливості структури йонних кристалів можна спостерігати під мікроскопом?
- 6.* У стародавні часи кухонна сіль (NaCl) мала величезну цінність. Римські легіонери отримували частину своєї зарплати сіллю, звідси походить термін «саярій» (з лат. *salarium*), що є основою сучасного слова «salary» — «зарплата». Сіль мала стратегічне значення для довготривалого зберігання продуктів, а це було дуже важливо в періоди воєн і подорожей. Наприклад, для забезпечення римської армії запасами їжі

під час довгого походу необхідно було зберегти м'ясо масою 1000 кг протягом місяця. Відомо, що для консервування м'яса масою 1 кг потрібно використати сіль кількістю речовини 1,71 моль. Обчисліть масу (кг) солі, яку потрібно було для цього підготувати. Поміркуйте, які властивості йонної сполуки зумовлюють процес консервування. За потреби використайте додаткові джерела інформації.

7. Відомо, що кухонна сіль використовується для очищення доріг узимку. Хоча це допомагає зменшити ризик аварій на дорогах, надмірне застосування солі може негативно впливати на навколишнє середовище. Солонна вода стікає у водойми, а це шкодить їх мешканцям. Також сіль може спричиняти ерозію ґрунту та пошкодження кореневої системи рослин. Використовуючи додаткові джерела інформації, дайте відповіді на запитання:

- Який вплив має надмірна кількість солі на прісноводні екосистеми?
- Які сполуки можна використовувати як менш шкідливі альтернативи для обробки доріг?
- Які заходи можуть бути запроваджені для зменшення негативного впливу солі на довкілля?

Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за поданим покликанням <https://wordwall.net/uk/resource/78214184> і виконайте вправу.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
1) Кухонна сіль має йонну кристалічну ґратку.
2) Йонні кристали мають високі температури плавлення й добре розчинні у воді.

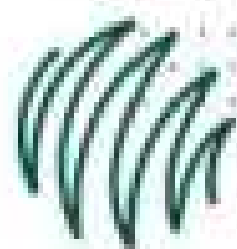


До мене сьогодні прийшла сусідка позичити трішки солі. А я вже їй стільки про сіль розказала! І про її унікальні властивості! І про її цінність у різні часи! І про можливості використання. Її ж не тільки для приготування їжі застосовують. Усе-таки вивчати хімію дуже корисно для нашого повсякденного життя.

Сьогодні я виписала такі слова:

ionic crystal — йонний кристал

Чи все вам сьогодні вдалося? Внесіть інформацію про ваші досягнення в карту успіху.



§34. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АТОМНИХ І МОЛЕКУЛЯРНИХ КРИСТАЛІВ

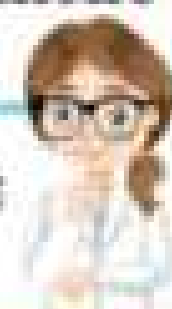


У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

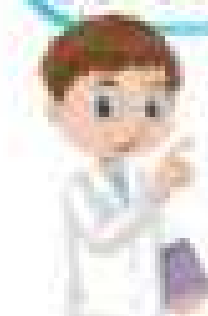
- про характеристики атомних і молекулярних кристалів;
- чим відрізняються за властивостями атомні, молекулярні та йонні кристали.



Я захоплююся детективними романами та їх екранізаціями. Один із моїх улюблених — «Пригоди Шерлока Голмса». Переглядаючи серіал, я побачила в одній із серій цікавий момент: головний антагоніст Моріарті здійснює пограбування: розбиває мегаміцну вітрину, використовуючи алмаз. Це проста речовина Карбону і дійсно дуже твердий матеріал, ми вже це знаємо.



Так. Але інша проста речовина Карбону — графіт — має зовсім інші властивості.



Очевидно, це якимось пов'язано з їхньою будовою. Обидві прості речовини утворені однаковими атомами Карбону. Тому, найімовірніше, справа в розміщенні цих частинок.



У чому причина різних властивостей алмазу та графіту?



Опрацьовуємо інформацію



Атомні та молекулярні кристали



Що таке кристалічні речовини? Чим вони відрізняються від аморфних? Назвіть по 3 приклади кристалічних й аморфних речовин.

У світі кристалічних речовин розрізняють йонні, атомні та молекулярні кристали залежно від того, які частинки знаходяться в їхніх вузлах і які сили їх утримують.

Атомні кристали утворені ковалентними зв'язками, які виникають між атомами в усіх напрямках, що створює суцільну тривимірну сітку. Це призводить до утворення дуже міцних і стійких структур.

Прикладами атомних кристалів є *алмаз, графіт, силіцій* (один із найважливіших матеріалів в електроніці).

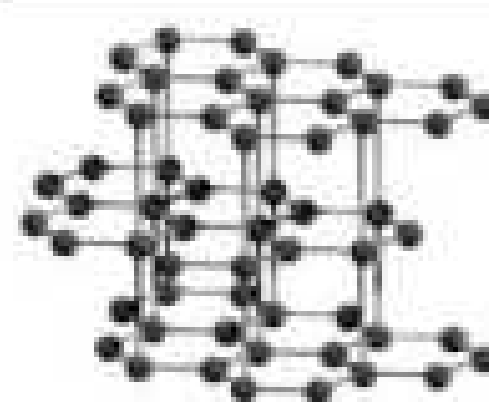
Важливим також є порядок розміщення атомів у кристалі, адже у випадку різного розміщення одних і тих же атомів, отримано різні видозміни простих речовин одного й того ж елемента (наприклад, алмаз і графіт).

Робота в парі

Уважно розгляньте кристалічні ґратки та зображення алмазу й графіту (мал. 34.1). З огляду на їх будову спрогнозуйте їх властивості. Чому графіт може залишати слід на папері?



Алмаз



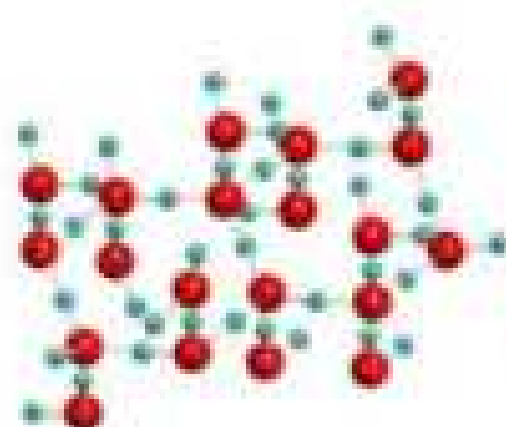
Графіт



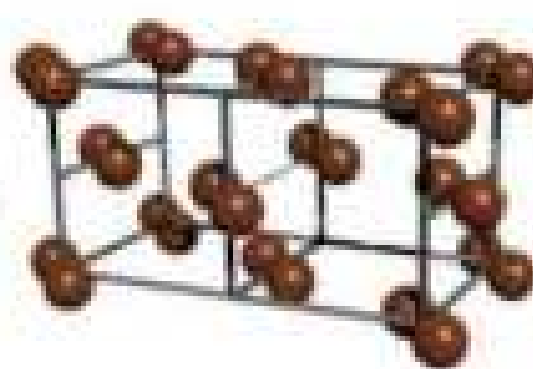
Мал. 34.1. Моделі кристалічних ґраток алмазу й графіту

Молекулярні кристали утворені молекулами, що взаємодіють між собою за допомогою слабких міжмолекулярних сил.

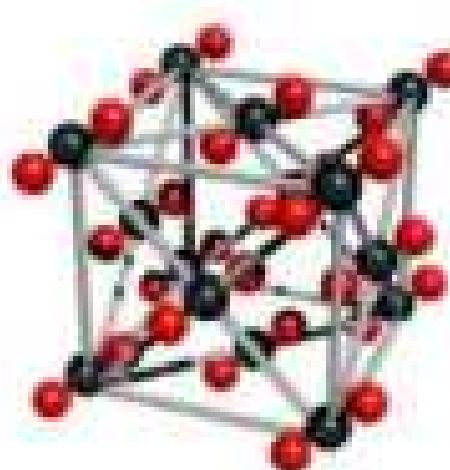
Молекулярні кристали утворює лід, йод (у твердому стані), вуглекислий газ (CO_2) (у твердому стані відомий як «сухий лід») (мал. 34.2).



лід



йод



карбон(IV) оксид

Мал. 34.2. Моделі молекулярних кристалів

Основна відмінність між цими типами кристалів полягає в природі зв'язків, які утримують частинки: атомні кристали мають сильні ковалентні зв'язки, тоді як частинки в молекулярних кристалах утримуються за допомогою слабких міжмолекулярних взаємодій.

Фізичні властивості



Якими силами утримуються частинки в йонних кристалах? Пригадайте їхні фізичні властивості. Поміркуйте, чи будуть вони схожі до властивостей атомних чи молекулярних кристалів? Відповідь обґрунтуйте, наведіть приклади.

Атомні кристали. Для зміни агрегатного стану речовини з атомною ґраткою доводиться розривати міцні ковалентні зв'язки між атомами. Тому речовини з такою структурою або плавляться за дуже високих температур, як, наприклад, кварц (SiO_2) або не плавляться взагалі (графіт, алмаз, бор, силіцій). Такі речовини під час сильного нагрівання просто руйнуються.

Для атомних кристалів характерна висока твердість. Вам уже відомо, що алмаз є одним із найтвердіших відомих матеріалів, завдяки дуже міцним ковалентним зв'язкам у всіх напрямках. Його широко використовують для різання та обробки інших твердих матеріалів. Незважаючи на високу твердість, атомні кристали можуть бути крихкими. Якщо кристал сильно вдарити, він може розколотися, оскільки зв'язки в певних напрямках можуть бути розірвані.

Більшість атомних кристалів (наприклад, алмаз) не проводять електричний струм, оскільки в їхній структурі немає вільних носіїв струму. Винятком є графіт, який добре проводить електрику.



Робота в парі

Використовуючи додаткові джерела інформації, поясніть крихкість та електропровідність графіту з позиції будови кристалічної ґратки.

Молекулярні кристали. Для розриву слабких міжмолекулярних зв'язків у молекулярних кристалах потрібна відносно невелика кількість енергії. Тому такі кристали мають низькі температури плавлення та кипіння. Наприклад, лід тоне за 0°C , а сухий лід сублімує за температури -78°C .



Що таке сублімація? Назвіть приклади речовин, які здатні сублімувати. Проаналізуйте їхню будову.

Молекулярні кристали зазвичай крихкі й легко руйнуються за механічного впливу. Вони не мають міцної внутрішньої структури порівняно з атомними кристалами. Наприклад, кристали йоду можна легко роздрібнити.

Досліджуємо

Порівняння фізичних властивостей сполук йонної, атомної та молекулярної будови.

Для дослідження нам потрібно: штатив із пробірками, вода, цукор, кухонна сіль, графіт, скляна паличка, шпатель.

1. Повторіть правила безпеки під час виконання роботи.

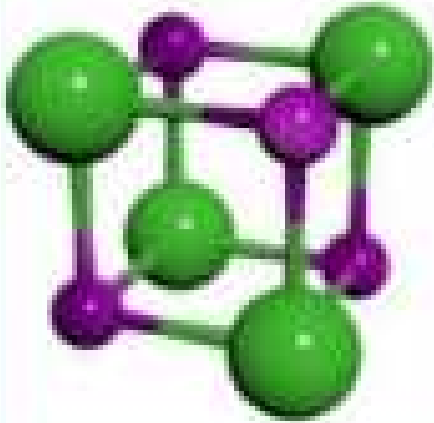
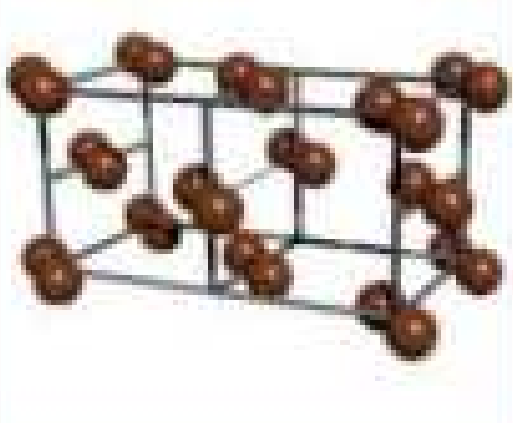
2. Розгляньте зразки речовин (використайте лупу або мікроскоп).
3. Сформулюйте гіпотезу про залежність властивостей речовин від їх будови. Складіть план експерименту з дослідження фізичних властивостей речовин і спрогнозуйте результати.
4. За результатами експерименту заповніть таблицю, використовуючи додаткові джерела інформації за потреби. Порівняйте властивості досліджених речовин.

Фізичні властивості	Речовина		
	Цукор	Кухонна сіль	Графіт
Агрегатний стан			
Колір			
Блиск			
Запах			
Розчинність у воді			
Міцність			
Температура плавлення			
Тип кристалічної ґратки			

5. Підтверджено чи спростовано вашу гіпотезу? Зробіть обґрунтовані висновки.

Ми зробили загальну порівняльну таблицю властивостей речовин із різним типом кристалічної ґратки. Так можна краще все запам'ятати.



Критерій для порівняння	Іонні	Атомні	Молекулярні
Моделі кристалічних ґраток			
Структурна одиниця ґраток	Іон (катіон та аніон)	Атом	Молекула
Тип зв'язку структурних одиниць	Іонний	Ковалентний	Міжмолекулярна взаємодія
Міцність кристала	Твердий, крихкий	Надтвердий	Крихкий

Температура плавлення	Висока	Дуже висока	Невисока
Приклад	NaCl, KI, ZnS	Алмаз, графіт, SiO ₂ , SiC	Лід, O ₂ , Cl ₂ , I ₂ (кр)



Пояснюємо, творимо, використовуємо в житті



- Закінчіть речення:
 - Іонні кристали — це ...
 - Атомні кристали утворені ...
 - Молекулярні кристали, на відміну від атомних, ...
- Дайте відповіді на запитання:
 - Що таке кристалічна ґратка?
 - Як упорядковані частинки в атомних і молекулярних кристалах?
 - Які фізичні властивості характерні для атомних і молекулярних кристалічних речовин?
- Як фізичні властивості кристалів залежать від виду зв'язку між частинками?
- Використовуючи додаткові джерела інформації, наведіть приклади атомних і молекулярних кристалічних речовин і їхнього використання.
- Чому молекулярні кристали зазвичай не проводять електричний струм?
- Як відрізняються температури плавлення атомних, молекулярних і йонних кристалів? Поясніть причини.
- Чому атомні кристали мають вищу твердість порівняно з молекулярними та йонними?
- Вставте пропущені слова:
 - У вузлах молекулярних кристалічних ґраток містяться ____, що зв'язані між собою _____. Сполуки з цим видом кристалічної ґратки мають _____ температури плавлення й кипіння.
 - Сполуки з _____ кристалічною ґраткою мають високі температури плавлення та кипіння, тверді та нерозчинні у воді.



Сьогодні побувала в лабораторії, розглядала моделі різних кристалічних ґраток, досліджувала види зв'язку у різних сполуках... І сталась неприємність: у мене впали коробочки — і всі аркуші з формулами-підписами перемішалися. Допоможіть мені все знову впорядкувати.

1. S_8	7. H_2	13. CaH_2	19. NH_3
2. PH_3	8. N_2	14. Br_2	20. PH_3
3. CH_4	9. H_2S	15. C	21. SO_2
4. $FeCl_3$	10. Al_2O_3	16. Cl_2	22. SiO_2
5. O_2	11. K_2S	17. CaF_2	23. P_4
6. F_2	12. MgO	18. $LiCl$	



Перевірте себе

1. Перейдіть на сайт за QR-кодом або за поданим покликанням <https://wordwall.net/uk/resource/78213950> і виконайте вправу.
2. Знайдіть і виправте помилки, якщо вони є в даних твердженнях:
 - 1) Кварц і кухонна сіль мають високі температури плавлення.
 - 2) Вода та вуглекислий газ у твердому стані утворюють атомні кристали.



Невже це остання тема в цьому році? А в мене ще так багато запитань... Сподіваюся, вам було так само цікаво вчитися, як і мені. Особливо сподобалися дослідження! Таміло, Марку, дякую за допомогу! Разом ми пізнавали закони природи, читали й досліджували, помилялися й виправляли помилки. Наші дискусії були неперевершені!

Сподіваюся на зустріч з вами наступного року! А зараз ... Усі на вулицю! Тепле літечко приготувало для нас багато цікавих моментів!



1. Хімічний зв'язок —
 - а) це відстань між ядрами двох атомів
 - б) показник міцності і стійкості до розриву
 - в) зв'язок між частинками речовини, який утримує їх разом у молекулі або кристалі
 - г) умовна величина, яка характеризує здатність атомів елемента відтягувати до себе електрони
2. Зв'язок, який виникає між атомами неметалічних елементів з різною електронегативністю, — ...
 - а) йонний
 - б) полярний ковалентний
 - в) неполярний ковалентний
 - г) неметалічний
3. Укажіть хімічну формулу речовини, у молекулі якої між атомами утворюється одна спільна електронна пара
 - а) O_2
 - б) HBr
 - в) NH_3
 - г) H_2O
4. Укажіть тип хімічного зв'язку в речовині, формула якої CsF
 - а) неполярний ковалентний
 - б) полярний ковалентний
 - в) йонний
 - г) металічний
5. Хімічні формули речовин з йонним типом хімічного зв'язку
 - 1) $NaCl$
 - 2) HI
 - 3) H_2S
 - 4) K_2N
 - 5) O_2
 - 6) NaF
 - а) 1, 2, 4
 - б) 2, 3, 4
 - в) 1, 4, 6
 - г) 1, 3, 5
6. Назва речовини з молекулярною кристалічною ґраткою
 - а) алмаз
 - б) водень
 - в) калій йодид
 - г) кальцій нітрид
7. Проаналізуйте твердження. Чи є поміж них правильні?
 - I. У сполуці NH_3 спільні електронні пари зміщені до Гідрогену, оскільки його електронегативність нижча, ніж у Нітрогену
 - II. У сполуці N_2 спільні електронні пари розміщені на однаковій відстані від ядер обох атомів Нітрогену
 - а) лише I
 - б) лише II
 - в) обидва правильні
 - г) немає правильних
8. Увідповідніть електронні формули атомів хімічних елементів із типом зв'язку в утворених ними сполуках

Тип хімічного зв'язку	Електронні формули
а) йонний	1) $1s^2$ і $2s^2, 8s^2, 7s^2$
б) ковалентний полярний	2) $2s^2, 6s^2$ і $2s^2, 6s^2$
в) ковалентний неполярний	3) $2s^2, 1s^2$ і $2s^2, 8s^2, 6s^2$
	4) $2s^2, 8s^2, 1s^2$ і $2s^2, 8s^2, 1s^2$

9. У відповідність хімічні формули сполук з кількістю спільних електронних пар у них

Кількість спільних пар	Хімічна формула
а) 1	1) NH_3
б) 2	2) O_2
в) 3	3) CH_4
г) 4	4) H_2
	5) SO_2

10. Розмістіть формули речовин у порядку зростання полярності зв'язку

а) H_2	б) H_2O	в) CH_4	г) HCl	д) HF
1	2	3	4	5

11. Йонні кристалічні ґратки має речовина, що утворена елементами з електронними формулами

а) $2s^2, 8s^2, 4s^2$ і $2s^2, 8s^2, 6s^2$	б) $1s^2$ і $2s^2, 8s^2, 7s^2$
в) $1s^2$ і $2s^2, 5s^2$	г) $2s^2, 8s^2, 2s^2$ і $2s^2, 5s^2$

12. Проаналізуйте перелік речовин, хімічні формули яких:

CuCl_2 ; N_2O ; S_8 ; FeO ; CO_2 ; CaO ; Cl_2 .

У цьому переліку сполуки: з йонним зв'язком (І), з неполярним ковалентним зв'язком (ІІ), з полярним ковалентним зв'язком (ІІІ)

	І	ІІ	ІІІ
а)	CuCl_2 , FeO , CaO	S_8 , Cl_2	N_2O , CO_2
б)	S_8 , Cl_2	N_2O , FeO , CO_2 , CaO	CuCl_2
в)	FeO , CO_2 , CaO	CuCl_2 , S_8 , Cl_2	N_2O
г)	CuCl_2 , FeO , CaO	N_2O , CO_2	S_8 , Cl_2



Доповніть речення та оцініть свої досягнення

- Я дізнався/дізналася
- Я знаю
- Я можу
- Я вмію

Я все розумію та можу пояснити.

Я ще не все розумію та допускаю помилки.

Мені важко відповісти на запитання.



Аморфні речовини — це речовини, у яких атоми, молекули або йони не мають регулярної або повторюваної структури.

Аніон — негативно заряджений йон.

Атом — найменша хімічно неподільна електронейтральна частинка.

Атомна одиниця маси — це $1/12$ маси атома Карбону-12 (маса атома Карбону дорівнює 12 а.о.м.)

Бінарні сполуки — це сполуки, утворені двома хімічними елементами.

Біогаз — це відновлюване джерело енергії, яке утворюється внаслідок анаеробного (безкисневого) розкладу органічних матеріалів: сільськогосподарських відходів, гною, харчових залишків або відходів тваринництва.

Валентність — це чисельна характеристика здатності атомів утворювати певну кількість зв'язків.

Вихід продукту хімічної реакції — це відношення фактично одержаної кількості (маси, об'єму) речовини до максимально можливої, обчисленої за рівнянням реакції.

Відносна атомна маса — це відношення маси атома хімічного елемента до $1/12$ маси атома Карбону-12.

Відносна молекулярна маса речовини — відношення маси молекули до $1/12$ маси атома Карбону-12 (1 а.о.м., 1 Да).

Відносна формульна маса — відносна маса формульної одиниці речовини.

Властивості — специфічні озна-

ки, якими можна ідентифікувати (описати) речовину.

Група — стовпчик Періодичної таблиці.

Декарбонізація — це процес зменшення викидів вуглекислого газу та інших парникових газів із метою боротьби зі зміною клімату.

Довжина зв'язку — це відстань між ядрами двох атомів, що утворюють хімічний зв'язок

Електрон — негативно заряджені частинки, які рухаються навколо ядра.

Електронегативність — це умовна величина, яка характеризує здатність атомів елемента відтягувати до себе електрони, що беруть участь в утворенні хімічних зв'язків.

Енергія зв'язку — це кількість енергії, необхідна для розриву хімічного зв'язку між двома атомами.

Закон — теоретично обґрунтоване і практично доведене наукове твердження.

Закон об'ємних відношень газів — за незмінних температури й тиску об'єми газів, які беруть участь у реакції, відносяться між собою як невеликі цілі числа (коефіцієнти в рівнянні реакції).

Закон Авоґадро — у рівних об'ємах різних газів за однакових умов (t , p) міститься однакова кількість молекул.

Інгібітори — це речовини, які уповільнюють або повністю зупиняють хімічні реакції.

Індикатори — це органічні речовини, які внаслідок реакції з

кислотою або лугом змінюють забарвлення.

Йонний зв'язок — це вид хімічного зв'язку, що виникає внаслідок електростатичної взаємодії між йонами з протилежними зарядами: катіонами й аніонами.

Каталізатори — речовини, які прискорюють хімічну реакцію та залишаються після її перебігу незмінними.

Катіон — позитивно заряджений йон.

Кількість речовини — це фізична величина, яка визначає кількість частинок (молекул, атомів, електронів, йонів, йонних угруповань — асоціатів) у певній її порції.

Класифікація — це розподіл об'єктів, явищ на класи, групи, родини на основі їх спільних ознак.

Ковалентний зв'язок — це зв'язок між неметалічними елементами, що утворений за допомогою спільних електронних пар.

Колообіг Карбону — це природний процес, який забезпечує постійний рух Карбону між атмосферою, гідросферою, літосферою та біосферою.

Кристалічні речовини — це речовини, у яких атоми, молекули або йони упорядковані в регулярну, повторювану тривимірну структуру, що утворює кристалічну ґратку.

Маса — фізична величина, яка є мірою інертності тіла.

Масова частка елемента — відношення маси елемента, який міститься в даній масі речовини, до маси речовини.

Масове число або нуклонне число (A) — загальна кількість нуклонів у ядрі атома елемента.

Молекула — це найменша частинка речовини, що має її властивості.

Молекулярна формула — хімічна формула молекул простих та складних речовин, що містить символи хімічних елементів та індекси.

Молярна маса — це фізична величина, яка чисельно дорівнює відношенню маси речовини до кількості речовини.

Молярний об'єм газу — це об'єм 1 моль даного газу.

Моль — це така кількість речовини, у якій міститься стільки структурних одиниць (атомів, молекул, йонів, формульних одиниць тощо), скільки атомів Карбону-12 міститься у 12 г вуглецю.

Нейтрони — електронейтральні частинки.

Нормальні умови (н.у.) — це фізичні умови, що визначаються тиском $p = 101325 \text{ Па}$ (760 мм рт. ст.) і температурою $T = 273,15 \text{ К}$ ($t = 0^\circ \text{C}$).

Нуклон — загальна назва частинок, з яких складається ядро атома (протонів і нейтронів).

Окиснення — це хімічна реакція взаємодії речовин із киснем.

Оксид — це бінарна сполука, одним із елементів якої є Оксиген.

Паришковий ефект — явище в атмосфері Землі, коли енергія сонячних променів, відбиваючись від поверхні, утримується в атмосфері молекулами вуглекислого та інших газів.

Парникові гази — це гази в атмосфері, які здатні поглинати інфрачервоне випромінювання.

Період — горизонтальний ряд Періодичної таблиці.

Періодичний закон — електронна будова атомів і властивості елементів, які від неї залежать, є періодичною функцією зарядів ядер (протонних чисел) атомів.

Періодичність у хімії — це повторення хімічного характеру елементів, особливостей будови атомів, складу, будови та властивостей речовин через певну кількість елементів у їхньому природному ряду.

Прості речовини — речовини, які складаються з атомів одного хімічного елемента.

Протони — позитивно заряджені елементарні частинки.

Протонне число (Z) — кількість протонів у ядрі атома елемента.

Радіус атома — середня відстань між ядром атома та найвіддаленішим енергетичним рівнем, на якому розміщені електрони.

Складні речовини — речовини, утворені двома або більшою кількістю хімічних елементів.

Спринклерні системи пожежогашіння — це автоматичні системи, які допомагають швидко виявити й загасити пожежу, обмежуючи її поширення.

Сталий розвиток — це концепція, яка передбачає досягнення соці-

ально-економічного прогресу без шкоди для навколишнього середовища та майбутніх поколінь.

Формульна одиниця — найпростіша формула, яка показує співвідношення атомів у складних речовинах немолекулярної будови.

Хімічна формула — умовне позначення атома, молекули чи речовини за допомогою хімічних символів та індексів.

Хімічне рівняння — запис хімічної реакції за допомогою хімічних формул реагентів та продуктів, який відповідає закону збереження маси речовин.

Хімічний елемент — вид атомів з однаковим зарядом ядра.

Хімічний зв'язок — це зв'язок між частинками речовини, який утримує їх разом у молекулі або кристалі.

Хімічний символ — умовне позначення хімічного елемента за допомогою букв його латинської назви.

Хімічні реакції — явища перетворення одних речовин на інші.

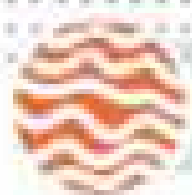
Хімія — наука про речовини та їх перетворення.

Явище — те, що ми спостерігаємо або відчуваємо навколо себе.

Ядро — центральна частина атома, в якій зосереджена основна частина маси атома (понад 99,9%).

Відповіді до задач можна переглянути за QR-кодом або за покликанням
<https://cutt.ly/Oe6m5gQU>





СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. SUPERSIMPLE CHEMISTRY. The ultimate bitesize study guide / Nigel Saunders, Kat Day, Iain Brand, Anna Claybourne. – London: A Penguin Random House (Dorling Kindersley Limited), 2020 – 288 p.
2. Білик О.М. Хімія у визначеннях, таблицях і схемах. 7-11 кл. / О.М. Білик. – Харків: Вид-во «Ранок», 2021. – 128 с. – (Серія «Рятівник 3.0»).
3. Дячук Л.С. Хімія: підручник для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. / Л.С. Дячук, М.М. Гладюк. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2015. – 240с.: іл.
4. Лесеві історії. Експериментуй і дізнавайся / Юля Смаль. – Львів: Вид-во Старого Лева, 2019. – 136 с.
5. Мешкова О.В. 100 тем. Хімія / О.В. Мешкова. – Х.: ACCA, 2020. – 192 с. – (Нова школа).
6. Островерхова Н.І. Хімія. 7-11 класи / Н.І. Островерхова. – Х.: ПП Українське літературне агенство «УЛА», 2017. – 32 с. – («Довідник у таблицях»).
7. Пізнаємо природу: підручник інтегрованого курсу для 5 класу закладів загальної середньої освіти / Л. Я. Мідак, Н. В. Фоменко, В. Я. Гайда, С. М. Подолук, В. І. Кравець, І. В. Кравець, І. В. Олійник, В. П. Стахурська, З. М. Пушкар, С. В. Банах, Л. П. Козловська. – Тернопіль: Астон, 2022. – 264 с.
8. Пізнаємо природу: підручник інтегрованого курсу для 6 класу закладів загальної середньої освіти / Л. Я. Мідак, Н.В. Кокар, В. І. Кравець, Н. В. Фоменко, І. В. Кравець, Г.Я. Жирська. – Тернопіль: Астон, 2023. – 256 с.
9. Попель П. Хімія: підруч. для 7 кл. закл. заг. серед. освіти / Павло Попель, Людмила Крикля. – 2-ге вид., переробл. – Київ: ВЦ «Академія», 2020. – 216 с.: іл.
10. Попель П. Хімія: підруч. для 8 кл. закл. заг. серед. освіти / Павло Попель, Людмила Крикля. – 2-ге вид., переробл. – Київ: ВЦ «Академія», 2021. – 232 с.: іл.
11. Савчин М.-В.М. Хімія: підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. / Марія-Віра Михайлівна Савчин. – К.: Грамота, 2015. – 184 с.: іл.
12. Савчин М.М. Хімія: підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. / М.М. Савчин. – К.: Грамота, 2016. – 224 с.: іл.
13. Смаль Ю. Цікава хімія. Життєпис речовин / Юля Смаль. – Львів: Вид-во Старого Лева, 2016. – 112 с.
14. Телегус В.С., Бодак О.І., Заречнюк О.С., Кінжибало В.В. Основи загальної хімії / За ред. В.С. Телегуса: Підручник. – Львів: Світ, 2000. – 424 с.
15. Хімія: підручник для 7 кл. загальноосвітніх навчальних закладів / Буринська Н.М. – К.: Педагогічна думка, 2017. – 112 с., іл.
16. Шляхов А. Хімія на пальцях/ А. Шляхов; перекладач О.Кобелецька; 3-те вид., доопр. і виправл. – Київ: Форс Україна, 2021. – 400с.
17. <https://phet.colorado.edu/uk/>
18. <https://www.webelements.com/>
19. <https://www.chemistryworld.com/>
20. <https://childdevelop.com.ua/>

ЗМІСТ

ДІАГНОСТУВАННЯ УМІНЬ, НАБУТИХ У 7 КЛАСІ	6
§1. Фізичні властивості речовини	7
§2. Фізичні та хімічні явища	15
ТЕМА 1. ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ	22
§3. Принципи складання формул і назв бінарних сполук.....	23
§4. Відносні атомна й молекулярна маси	31
§5. Масова частка хімічного елемента в речовині.....	40
§6. Масова частка хімічного елемента в речовині. Розв'язування задач	46
§7. Установлення хімічних формул бінарних сполук за даними про їхній склад	53
§8. Кількість речовини.....	59
§9. Молярна маса	66
§10. Визначення маси продукту реакції за відомою масою одного з реагентів.....	72
§11. Відносний вихід продукту реакції	80
§12. Склад повітря. Кисень як найважливіший газ життя.....	91
ТЕМА 2. ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ	91
§13. Одержання кисню. Каталізатори.....	98
§14. Горіння. Сучасні засоби пожежогасіння	105
§15. Озон. Колообіг Оксигену в природі	114
§16. Закон Авогадро. Молярний об'єм газів.....	120
§17. Закон об'ємних відношень газів	127
§18. Взаємодія оксидів із водою	133
§19. Властивості та застосування водню.....	140
§20. Вуглекислий і чадний газ: властивості та застосування	149
§21. Вуглекислий газ як парниковий газ.....	155
§22. Колообіг Карбону в природі	161
§23. Властивості та застосування метану.....	167
§24. Біогаз. Декарбонізація економіки	173
§25. Будова атома	185
ТЕМА 3. ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА	185
§26. Електронна оболонка атомів і властивості хімічних елементів..	193
§27. Ступені окиснення хімічних елементів.....	199
§28. Періодичний закон і його значення.....	207
§29. Періодична система хімічних елементів і її графічне представлення	217
ТЕМА 4. ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ	230
§30. Хімічний зв'язок. Різновиди хімічного зв'язку	231
§31. Модель ковалентного хімічного зв'язку. Полярний і неполярний ковалентні зв'язки	237
§32. Кристалічні й аморфні речовини	246
§33. Модель йонного зв'язку. Йонні кристали.....	253
§34. Фізичні властивості атомних і молекулярних кристалів	259
Словник термінів	267
Список використаної та рекомендованої літератури	270

Навчальне видання

Авторський колектив:
МІДАК Лілія Ярославівна
КУЗИШИН Ольга Василівна
ПАХОМОВ Юрій Дмитрович
БУЖДИГАН Христина Василівна

Хімія

Підручник для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

У виданні використані ілюстрації з інтернет-джерел, що розміщені у вільному доступі. На шмуц-титулах використано (з дозволу батьків і самих дітей) фото Марка Кравця і Таміли Пахомової, зроблені в навчальних лабораторіях кафедри хімії середовища та хімічної освіти Карпатського національного університету імені Василя Стефаника

Головний редактор Іван Білах
Літературний редактор Світлана Галуга
Комп'ютерна верстка Дарії Янік
Обкладинка Надія Кравець
Художнє оформлення Тетяни Волошин, Надії Кравець

Формат 70×100/16.
_____ ум. др. арк., _____ обл.-вид. арк.

ТзОВ «Видавництво Астон», 46006, м. Тернопіль, вул. Гайова, 8
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ТР №28 від 09.06.2005 р.
www.aston.te.ua, e-mail: tovaston@gmail.com

Періодична таблиця хімічних елементів (короткий варіант)

Period	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII																				
1	¹ H Hydrogen 1.00794							² He Helium 4.00260																				
2	³ Li Lithium 6.941	⁴ Be Beryllium 9.01218	⁵ B Boron 10.811	⁶ C Carbon 12.011	⁷ N Nitrogen 14.0064	⁸ O Oxygen 15.9994	⁹ F Fluorine 18.9984	¹⁰ Ne Neon 20.180																				
3	¹¹ Na Sodium 22.98976928	¹² Mg Magnesium 24.304	¹³ Al Aluminum 26.9815385	¹⁴ Si Silicon 28.0855	¹⁵ P Phosphorus 30.973761998	¹⁶ S Sulfur 32.06	¹⁷ Cl Chlorine 35.45	¹⁸ Ar Argon 39.948																				
4	¹⁹ K Potassium 39.0983	²⁰ Ca Calcium 40.078	²¹ Sc Scandium 44.955912	²² Ti Titanium 47.867	²³ V Vanadium 50.9415	²⁴ Cr Chromium 51.9961	²⁵ Mn Manganese 54.938045	²⁶ Fe Iron 55.845	²⁷ Co Cobalt 58.933194	²⁸ Ni Nickel 58.6934																		
	²⁹ Cu Copper 63.546	³⁰ Zn Zinc 65.38	³¹ Ga Gallium 69.723	³² Ge Germanium 72.63	³³ As Arsenic 74.9216	³⁴ Se Selenium 78.9718	³⁵ Br Bromine 79.904	³⁶ Kr Krypton 83.798																				
5	³⁷ Rb Rubidium 85.4678	³⁸ Sr Strontium 87.62	³⁹ Y Yttrium 88.90584	⁴⁰ Zr Zirconium 91.224	⁴¹ Nb Niobium 92.90638	⁴² Mo Molybdenum 95.94	⁴³ Tc Technetium —	⁴⁴ Ru Ruthenium 101.07	⁴⁵ Rh Rhodium 102.9055	⁴⁶ Pd Palladium 106.42																		
	⁴⁷ Ag Silver 107.8682	⁴⁸ Cd Cadmium 112.411	⁴⁹ In Indium 114.818	⁵⁰ Sn Tin 118.710	⁵¹ Sb Antimony 121.757	⁵² Te Tellurium 127.6	⁵³ I Iodine 126.90547	⁵⁴ Xe Xenon 131.29																				
6	⁵⁵ Cs Cesium 132.90545196	⁵⁶ Ba Barium 137.327	⁵⁷ La Lanthanum 138.9047	⁵⁸ Ce Cerium 140.12	⁵⁹ Pr Praseodymium 140.90765	⁶⁰ Nd Neodymium 144.242	⁶¹ Pm Promethium 144.9127	⁶² Sm Samarium 150.36	⁶³ Eu Europium 151.964	⁶⁴ Gd Gadolinium 157.25	⁶⁵ Tb Terbium 158.92534	⁶⁶ Dy Dysprosium 162.5001	⁶⁷ Ho Holmium 164.93032	⁶⁸ Er Erbium 167.259	⁶⁹ Tm Thulium 168.93032	⁷⁰ Yb Ytterbium 173.05468	⁷¹ Lu Lutetium 174.967											
	⁷² Hf Hafnium 178.49	⁷³ Ta Tantalum 180.94788	⁷⁴ W Tungsten 183.84	⁷⁵ Re Rhenium 186.207	⁷⁶ Os Osmium 190.23	⁷⁷ Ir Iridium 192.222	⁷⁸ Pt Platinum 195.084	⁷⁹ Au Gold 196.966569	⁸⁰ Hg Mercury 200.59	⁸¹ Tl Thallium 204.38	⁸² Pb Lead 207.2	⁸³ Bi Bismuth 208.980399	⁸⁴ Po Polonium —	⁸⁵ At Astatine —	⁸⁶ Rn Radon —													
7	⁸⁷ Fr Francium —	⁸⁸ Ra Radium —	⁸⁹ Ac Actinium —	⁹⁰ Th Thorium 232.0377	⁹¹ Pa Protactinium —	⁹² U Uranium 238.02891	⁹³ Np Neptunium —	⁹⁴ Pu Plutonium —	⁹⁵ Am Americium —	⁹⁶ Cm Curium —	⁹⁷ Bk Berkelium —	⁹⁸ Cf Californium —	⁹⁹ Es Einsteinium —	¹⁰⁰ Fm Fermium —	¹⁰¹ Md Mendelevium —	¹⁰² No Nobelium —	¹⁰³ Lr Lawrencium —											
	¹⁰⁴ Rf Rutherfordium —	¹⁰⁵ Db Dubnium —	¹⁰⁶ Sg Seaborgium —	¹⁰⁷ Bh Bohrium —	¹⁰⁸ Hs Hassium —	¹⁰⁹ Mt Meitnerium —	¹¹⁰ Ds Darmstadtium —	¹¹¹ Rg Roentgenium —	¹¹² Cn Copernicium —	¹¹³ Nh Nihonium —	¹¹⁴ Fl Flerovium —	¹¹⁵ Mc Moscovium —	¹¹⁶ Lv Livermorium —	¹¹⁷ Ts Tennessine —	¹¹⁸ Og Oganesson —													
	¹⁰⁸ Ce Cerium 140.12	¹⁰⁹ Pr Praseodymium 140.90765	¹¹⁰ Nd Neodymium 144.242	¹¹¹ Pm Promethium —	¹¹² Sm Samarium 150.36	¹¹³ Eu Europium 151.964	¹¹⁴ Gd Gadolinium 157.25	¹¹⁵ Tb Terbium 158.92534	¹¹⁶ Dy Dysprosium 162.5001	¹¹⁷ Ho Holmium 164.93032	¹¹⁸ Er Erbium 167.259	¹¹⁹ Tm Thulium 168.93032	¹²⁰ Yb Ytterbium 173.05468	¹²¹ Lu Lutetium 174.967	¹²² Th Thorium 232.0377	¹²³ Pa Protactinium —	¹²⁴ U Uranium 238.02891	¹²⁵ Np Neptunium —	¹²⁶ Pu Plutonium —	¹²⁷ Am Americium —	¹²⁸ Cm Curium —	¹²⁹ Bk Berkelium —	¹³⁰ Cf Californium —	¹³¹ Es Einsteinium —	¹³² Fm Fermium —	¹³³ Md Mendelevium —	¹³⁴ No Nobelium —	¹³⁵ Lr Lawrencium —