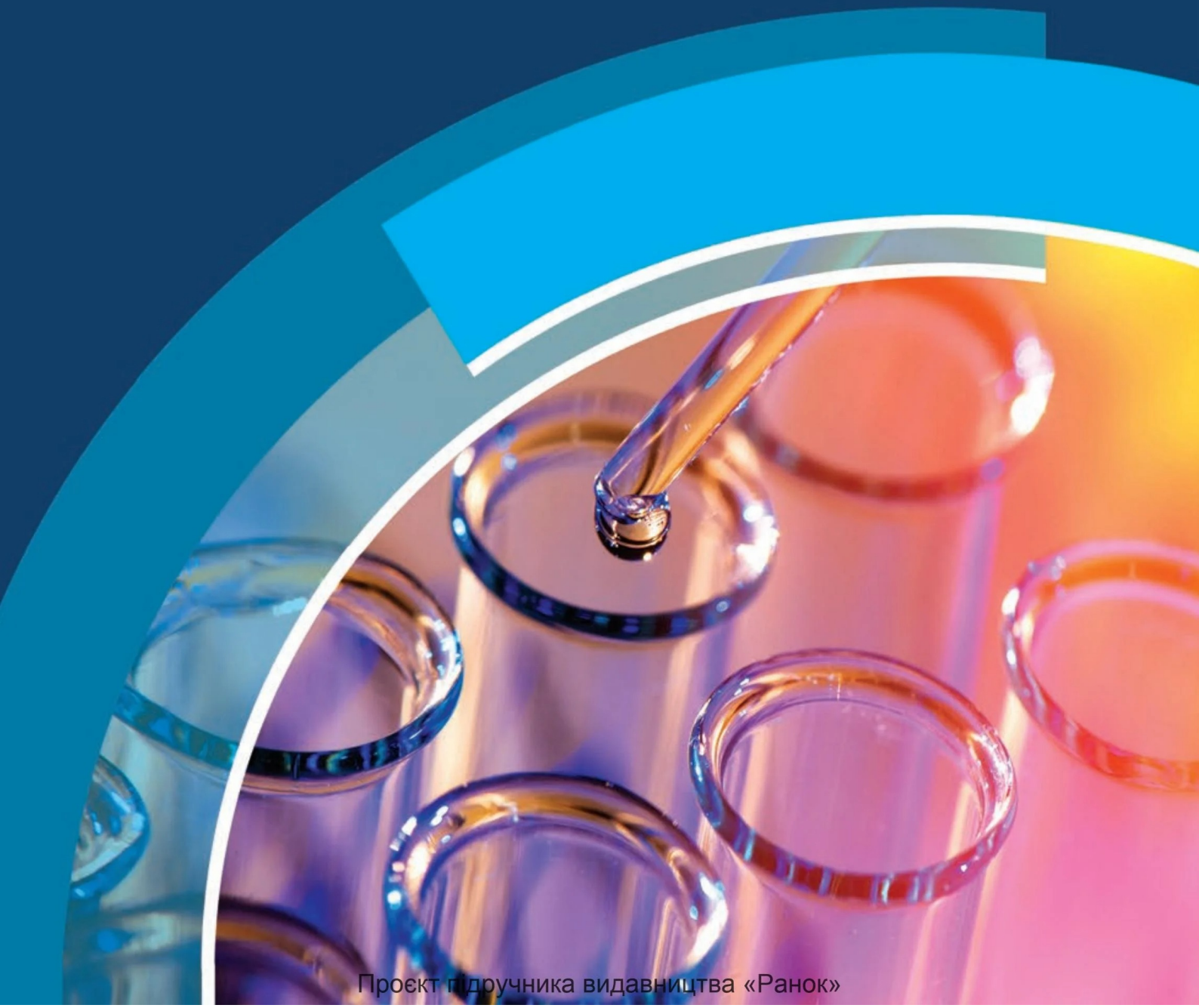
ВИДАВНИЦТВО РАНОК

НАВЧАННЯ БЕЗ МЕЖ

Олексій Григорович, Олександр Недоруб

Хімія 8



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Олексій Григорович
Олександр Недоруб

Хімія

Підручник для 8 класу закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України

rnk.com.ua/107937

Інтерактивний
електронний додаток
до підручника



Київ · Харків
Видавництво «Ранок»

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

УДК 37.016:54(075.3)
Г 83

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

Підручник розроблено за модельною навчальною програмою
«Хімія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти
(автор Григорович О. В.)

Науковий редактор: Бухтіяров В. К., кандидат хімічних наук, доцент
Національного університету біоресурсів і природокористування України

Григорович О. В.
Г 83 Хімія : підруч. для 8 кл. закл. загал. серед. освіти / О. В. Григорович, О. Ю. Недоруб. — Х. : Вид-во «Ранок», 2025. — 320 с., іл.

УДК 37.016:54(075.3)



Інтерактивний електронний додаток до підручника доступний за QR-кодом або посиланням **rnk.com.ua/107937**

© Григорович О. В., Недоруб О. Ю., 2025
© Кот Ю. Г., Кот К. В., фотографії, 2025
© ТОВ Видавництво «Ранок», 2025

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1.
Пізнаємо кількісні закони хімії



§ 1. Елементи, речовини та явища ... 8
§ 2. Формули та назви бінарних сполук ... 18
§ 3. Відносна атомна маса та відносна молекулярна маса . 25
§ 4. Масова частка хімічного елемента в речовині ... 33
§ 5. Установлення хімічних формул сполук ... 38
§ 6. Кількість речовини. Молярна маса речовин ... 45
§ 7. Розрахунки за хімічними рівняннями ... 54

РОЗДІЛ 2.
Досліджуємо гази довкілля



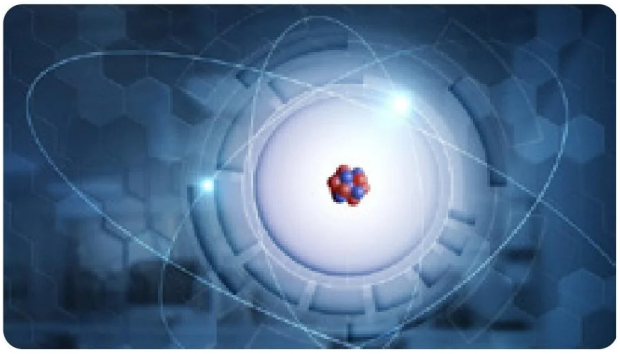
§ 8. Повітря ... 63
§ 9. Кисень: фізичні властивості та одержання ... 69
Навчальне дослідження № 1 «Одержання кисню» ... 78
§ 10. Кисень — єдиний газ повітря, що підтримує горіння ... 83
§ 11. Колообіг Оксигену в природі ... 94
§ 12. Озон ... 100
§ 13. Молярний об'єм газів ... 108
Навчальне дослідження № 2 «Визначення молярного об'єму газів» ... 116
§ 14. Взаємодія оксидів із водою. Поняття про кислоти й основи 120
Навчальне дослідження № 3 «Виявлення кислот і лугів у розчинах» ... 129
Навчальне дослідження № 4 «Виявлення кислот і лугів у побутових хімікатах природними індикаторами» (для експериментування вдома) ... 131
§ 15. Гідроген. Водень ... 133
§ 16. Водень: хімічні властивості та одержання ... 139
Навчальне дослідження № 5 «Досліджуємо водень» (демонстраційно або віртуально) ... 146
§ 17. Солі ... 150
Навчальне дослідження № 6 «Досліджуємо активність металів» ... 156
§ 18. Ряд активності металів ... 158
§ 19. Вуглекислий газ ... 169
Навчальне дослідження № 7 «Досліджуємо розпушувальну дію вуглекислого газу» ... 181

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Навчальне дослідження № 8
«Досліджуємо вуглекислий газ» 182
§ 20. Чадний газ 185
§ 21. Метан 193
§ 22. Колообіг Карбону.
Парниковий ефект 200
Навчальне дослідження № 9
«Моделюємо парниковий ефект» ... 211
§ 23. Декарбонізація діяльності
людини 213
Навчальне дослідження № 10
«Залежність між масою реактанту
та масою продукту реакції» 220

РОЗДІЛ 3.
Досліджуємо будову атома



§ 24. Склад атомів 224
§ 25. Електронна оболонка атомів .. 238
§ 26. Родини хімічних елементів.
Властивості електронних
аналогів 249
§ 27. Будова електронних оболонок
і характер хімічних елементів . 256
§ 28. Періодичний закон 264

РОЗДІЛ 4.
Досліджуємо будову речовини



§ 29. Природа хімічного зв'язку 274
§ 30. Ковалентний зв'язок 280
§ 31. Полярність ковалентного
зв'язку 287
§ 32. Ступінь окиснення хімічних
елементів 293
§ 33. Кристалічний і аморфний
стани твердих речовин 299
§ 34. Атомні й молекулярні
речовини 303
§ 35. Йонний зв'язок.
Йонні кристали 309
Навчальне дослідження № 11
«Будова речовини» 315
Словник термінів 317
Предметний покажчик 318
Відповіді на розрахункові задачі ... 319

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Науковий світогляд, наповнений знаннями природи та математики, є найбільшою силою не лише сьогодення, але й майбутнього.

В. І. Вернадський, перший президент Української академії наук

Шановні восьмикласники й восьмикласниці!

Ви продовжуєте вивчати науку хімію. У 7 класі ви дізналися, що у світі існує безліч хімічних речовин, опанували хімічну мову, навчилися позначати хімічні елементи та речовини, складати рівняння хімічних реакцій.

Цього навчального року на вас чекають нові відкриття. Ви переконаєтеся в тому, що хімічні елементи та сполуки підпорядковуються єдиним законам і правилам. Необхідно вміти користуватися цими законами для розуміння хімії та розкриття її таємниць.

Під час вивчення хімії найважливішими є запитання «Чому?» і «Як?». Уроки хімії — це уроки допитливих чомучок! Навчайтеся думати, знаходити й аналізувати потрібну інформацію, дискутувати, поважати думки інших.

Бажаємо вам успіхів у навчанні!



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Умовні позначення в підручнику

 — рубрика «Пригадайте» (важлива інформація, вивчена раніше, яку варто повторити для успішного опрацювання нової теми)

 — рубрика «Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо» (різноманітні дослідження: експериментальні, віртуальні, математичне моделювання тощо)

 — важлива інформація, яку слід запам'ятати

 — рубрика «Поміркуйте» (самостійно або разом із групою висловте гіпотезу щодо запитання)

 — рубрика «Обговоріть» (разом з усім класом або в групі сформулюйте відповідь на запитання)

 — рубрика «Дізнайтеся більше» (цікаві факти, додаткова корисна інформація)

Завдання в підручнику можна використовувати для оцінювання навчальних досягнень за певними групами результатів навчання.

Так, навчальні дослідження та завдання з рубрики досліджень і моделювання можна використовувати для оцінювання першої групи результатів навчання (ПРО1) «Пізнання світу природи засобами наукового дослідження». Для оцінювання другої групи результатів навчання (ПРО2) можна використовувати завдання рубриці «Робота з інформацією», а для третьої групи (ПРО3) — завдання з рубрики «Розуміння явищ природи (робота в групах)».

Інтерактивний електронний додаток до підручника

На титульній сторінці та на сторінках підручника ви знайдете посилання на інтерактивний електронний додаток, де розміщено різноманітні вправи до кожного параграфа, ілюстративні матеріали, цікаві факти, біографії науковців, відео хімічних дослідів, завдання для самооцінювання за результатами навчання тощо.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

РОЗДІЛ 1

ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ

У ЦЬОМУ РОЗДІЛІ ВИ ДІЗНАЄТЕСЯ:

- чи можна придумати свою унікальну хімічну сполуку;
- як зважити молекулу води;
- що це за «звір» — моль;
- скільки Оксигену міститься в ковтку води;
- як дізнаються хімічну формулу невідомої сполуки;
- що спільного між міллю та вантажем цукру в магазині;
- як правильно розрахувати, скільки соди потрібно для пирога;
- чи треба заучувати напам'ять формули всіх відомих речовин.

ТЕМИ ДОВГОТРИВАЛИХ ПРОЄКТІВ

1. Моделювання з використанням конструктора LEGO: візуалізація атомів і молекул, пояснення поняття про відносну молекулярну масу.
2. Хімічні елементи та речовини в харчових продуктах: аналіз інформації на етикетках (або з інтернет-джерел), порівняння вмісту певних хімічних елементів і речовин у різних харчових продуктах.
3. Маса атомів. Дізнайтеся, як вимірюють маси атомів і молекул. Чому визначення відносної атомної маси «прив'язане» до атомів Карбону?
4. Уплив вимірювань на розвиток хімії та науки в цілому.

СТВОРІТЬ ЛЕПБУК НА ОДНУ З ТЕМ

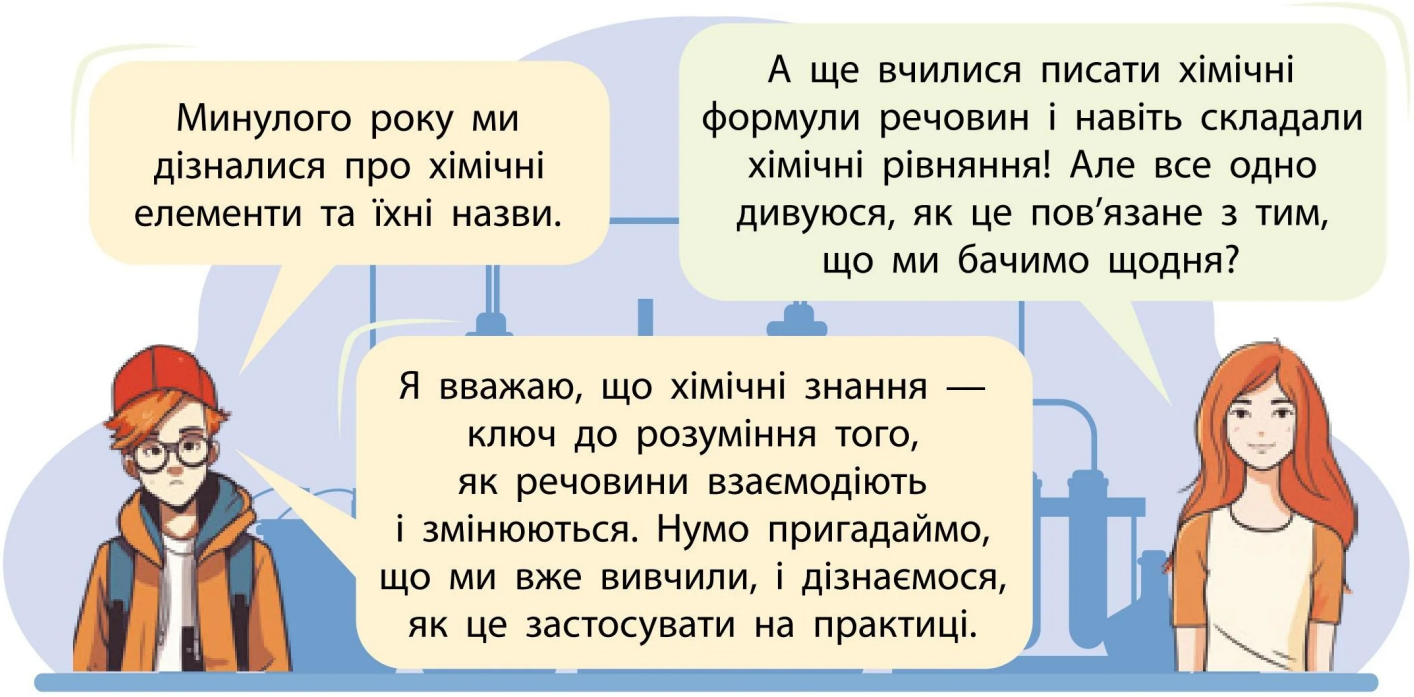
- Каталог бінарних сполук.
- Відносна атомна та молекулярна маса.
- Моль — одиниця вимірювання кількості речовини.
- Масова частка хімічного елемента в речовині.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

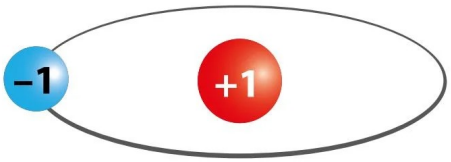
issuu-downloader.com

§ 1. ЕЛЕМЕНТИ, РЕЧОВИНИ ТА ЯВИЩА

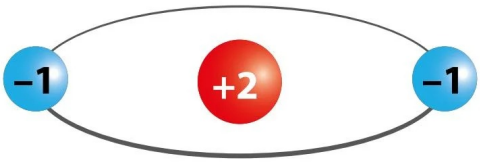


Згадуємо основні поняття курсу хімії 7-го класу

Атоми — це найдрібніші електронейтральні частинки речовини, які складаються з позитивно зарядженого ядра й негативно заряджених електронів.



Модель атома Гідрогену

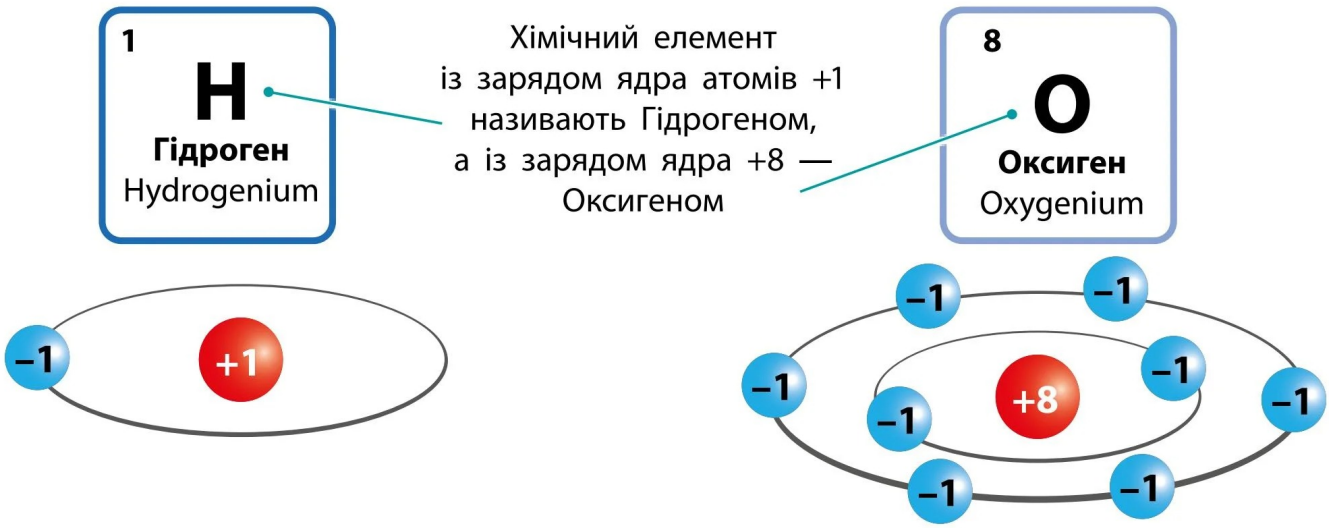


Модель атома Гелію

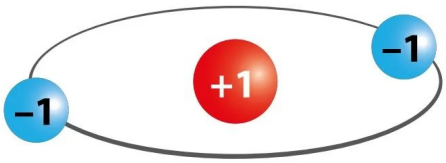
Різновид атомів із певним зарядом ядра називають **хімічним елементом.** Порядковий номер хімічного елемента в Періодичній таблиці чисельно дорівнює заряду ядра.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

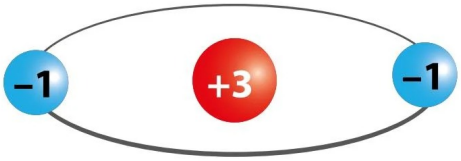
issuu-downloader.com



Атоми можуть приєднувати або втрачати електрони, перетворюючись на **йони:** катіони (позитивно заряджені) або аніони (негативно заряджені).



Модель аніона Гідрогену із зарядом –1

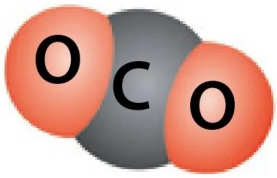


Модель катіона Літію із зарядом +1

Атоми можуть об'єднуватися, утворюючи молекули.

Молекула — це найдрібніша частинка речовини, яка здатна існувати самостійно і яка є носієм властивостей речовини.

Склад речовин записують хімічними формулами, використовуючи символи хімічних елементів та індекси.



Вуглекислий газ CO_2

За символами хімічних елементів можна дізнатися, із яких атомів складається речовина.
Індекс позначає кількість атомів того хімічного елемента, поруч із яким він записаний.
Якщо індекс «1», його не пишуть.

Кожній речовині притаманні певні властивості — ознаки, за якими вона відрізняється від інших речовин.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Фізичними властивостями речовин є:

- колір;
- запах;
- здатність змінювати агрегатний стан (що характеризується температурами плавлення та кипіння);
- густина;
- здатність проводити електричний струм і теплоту;
- розчинність у воді;
- пластичність / крихкість тощо.

Хімічними властивостями речовини є її здатність перетворюватися на інші речовини під час хімічних явищ, або хімічних реакцій. Під час таких перетворень змінюються склад і будова речовин (або тільки будова), що записують хімічними рівняннями.

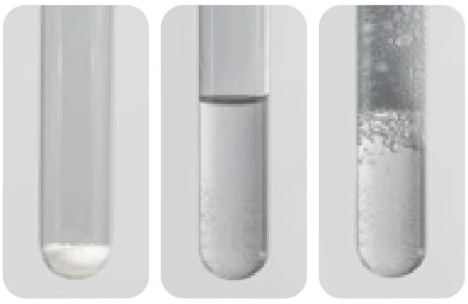
Аби відрізнити хімічне явище від фізичного, слід брати до уваги спостереження; під час хімічних реакцій відбуваються певні зміни, що свідчать про перетворення речовин.



Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

У пробірку насипимо харчової соди (1–2 шпателі) й долиймо столовий оцет об'ємом 2–3 мл.

Поміркуйте, чи спостерігаємо ми хімічне явище. Як це визначити?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Після змішування соди й оцту ми спостерігаємо, що рідина ніби «закипає». Проте для кипіння ми мали б нагрівати рідину, отже, в нашому дослідженні виділення газу може відбуватися лише внаслідок хімічного явища.

Поміркуйте

Хімічна формула харчової соди $NaHCO_3$, а в столовому оцті наявна оцтова кислота з формулою CH_3COOH. Під час хімічної реакції між цими речовинами утворюються сіль із формулою CH_3COONa, вуглекислий газ і вода. Чи правильно складене хімічне рівняння для цієї реакції?

$$CH_3COONa + CO_2 + H_2O = NaHCO_3 + CH_3COOH$$

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Мідну пластинку зачистимо наждачним папером, а потім внесемо її в полум'я пальника. Поміркуйте, які явища ми спостерігаємо.



Після зачищення наждачним папером мідна пластинка стає блискучою — змінюється її колір. Чи відбулося хімічне явище? Ні. Речовина, яка утворювала верхній тьмяний шар на мідній пластині, залишилася на наждачному папері. Ми лише відділили тьмяну речовину від блискучої (міді). Тут не відбулося перетворення речовин, отже, це фізичне явище. А під час прожарювання пластинки червона блискуча мідь перетворюється на речовину чорного кольору, отже, відбувається хімічна реакція.

Наукові факти й омани

Щодня ми одержуємо багато інформації зі шкільних підручників, книг, інтернет-джерел, від друзів і близьких тощо. Іноді ми віримо тому, що чуємо, особливо, якщо довіряємо джерелу інформації.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Утім інколи інформація є недостовірною — такою, що не підтверджена науковими дослідженнями.

До прикладу, говорять, що «яблука корисно вживати, тому що вони багаті на залізо».

Обговоріть у групах

Чи справді це твердження є достовірним фактом? Запропонуйте аргументи «за» і «проти».



Зазвичай, як доказ цього факту наводять те, що на зрізі світлий колір м'якуша швидко змінюється на «іржавий». Тож, начебто, це «залізо» в яблуці після розрізання швидко іржавіє.

Проте саме заліза в яблуках не може бути, адже ви вже знаєте, що залізо — це сріблясто-сірий метал. А в яблуках містяться йони Феруму, які справді можуть утворювати іржу, проте в яблуках їх не так і багато. Ферум — цінний для людини хімічний мікроелемент (елемент, необхідний людині в дуже малих кількостях, менше тисячної відсотка), без нього неможливе утворення крові, але його джерелом є інші харчові продукти. Яблука містять багато цінних для людини речовин, але сполуки Феруму — не в тих кількостях, щоб бути його важливим джерелом.



Отже, варто перевіряти достовірність усієї нової інформації. Коли ж ні, ви самі поширюватимете хибні відомості, а також можете завдати шкоди своєму здоров'ю або стати жертвою шахраїв.

Аби навчитися відрізняти достовірні (наукові) факти від хибної інформації варто пам'ятати:

- наукові факти ґрунтуються на спостереженнях і експериментах. Вони мають бути підтверджені результатами досліджень. Якщо якесь твердження не може бути перевірене або спростоване експериментально, воно не є науковим;
- якщо результати експерименту можуть повторити інші дослідники, це підтверджує достовірність цих результатів;

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

- наукова теорія має бути прогностичною, тобто надавати можливість передбачати певні явища. Якщо прогнози узгоджуються з результатами спостережень, це посилює достовірність теорії;
- наукові пояснення фактів мають бути логічними й послідовними, ґрунтуватися на прийнятих наукових принципах;
- науковці й науковиці постійно перевіряють наявні теорії та допускають можливість їх спростування або модифікації на основі нових даних. Ненаукові пояснення часто не передбачають можливості перегляду думок.

Робота з інформацією

1. Можливо, ви чули забобони, пов'язані з молоком і дріжджовим тістом. Поспілкуйтеся зі своїми близькими дорослими та дізнайтеся, чого не можна робити, аби «молоко не скисло» та «тісто не осіло». Запропонуйте способи перевірки цих фактів на наукову достовірність.



2. У легендах, казках і повір'ях є так звані «народні прикмети». Знайдіть приклади таких прикмет, пов'язаних із хімічними явищами. Запропонуйте способи перевірки їх на наукову достовірність.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

3. Марія та Микола досліджували хімічні властивості магнію. Вони виконали такі дії:

1) виміряли масу тигля з кришкою;
2) помістили смужку магнію в тигель і знову зважили;
3) наділи захисні окуляри, поставили тигель на штатив і нагріли;
4) кожні 30 секунд вони щипцями злегка піднімали кришку аби визначити: світиться ще магній чи ні;
5) коли магній загас (за 5–10 хв), припинили нагрівання й тигель охолонув. Після чого знову зважили тигель з умістом.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Результати вимірювань:
маса тигля — 23,4 г,
маса тигля з магнієм до нагрівання — 24,6 г,
маса тигля з умістом після нагрівання — 25,4 г.

Проаналізуйте результати дослідження та дайте відповіді на запитання.



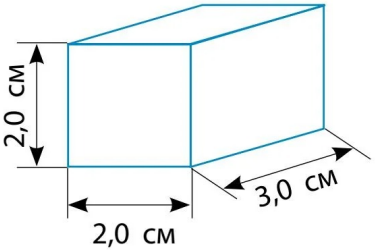
1. Визначте масу магнію та масу продукту реакції.
2. Ґрунтуючись на досліді, Микола склав для цієї реакції таке хімічне рівняння: $Mg + O_2 = MgO$. Але Марія зауважила, що Микола не має рації, і виправила рівняння. Запишіть рівняння, яке, на вашу думку, склала Марія.
3. Як ви вважаєте, навіщо під час нагрівання потрібно використовувати кришку для тигля? Чому під час нагрівання її не відкривали, а лише злегка піднімали?

4. У давні часи один король доручив ювелірові виготовити для доньки іграшку-брязкальце та видав йому брусок із пластичного металу масою 231,0 г. Через тиждень ювелір приніс виріб і сказав, що залишок металу (19,25 г) він узяв як оплату за роботу. Король запідозрив, що ювелір його обманув, і покликав придворного науковця, аби дізнатися, чи справді брязкальце виготовлене саме з того металу, який було видано ювелірові.



Уважно прочитайте опис дій науковця, проаналізуйте результати дослідів й обчислень і дайте відповідь на питання, яке цікавило короля.

1. Насамперед науковець зважив іграшку: її маса збігалася з тією, що оголосив ювелір.
   - Обчисліть масу брязкальця.
2. Науковець обчислив об'єм такого самого металевого бруска та визначив густину металу, який було видано ювелірові.
   - Обчисліть об'єм бруска та густину металу, з якого зроблений брусок.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

3. Для визначення густини матеріалу брязкальця науковець використав необхідне обладнання з-поміж того, що зображене на малюнку.



- Виберіть необхідні для дослідження лабораторний посуд і обладнання.
- Опишіть методику визначення густини, яку, на вашу думку, застосував науковець.
- Чому ви обрали саме це обладнання й цю методику?

4. Дослід із визначення об'єму брязкальця науковець повторив п'ять разів. Для кожної спроби він обчислював густину матеріалу, а результати фіксував у таблиці.

- Навіщо науковець вимірював кілька разів?
- Обчисліть середнє значення густини матеріалу брязкальця за даними експерименту.
- Чи можна на цьому етапі повідомити королю про можливий обман? Аргументуйте свою думку.

Дослід	Об'єм брязкальця, $см^3$	Густина матеріалу, $г/см^3$
1	16,0	13,2
2	15,8	13,4
3	16,0	13,2
4	15,9	13,3
5	16,2	13,1

5. Науковець порівняв обчислену густину матеріалу, з якого виготовлена іграшка, з довідниковими густинами металів.
- Порівняйте довідникові значення густин металів із результатами ваших обчислень (для бруска й для брязкальця). З якого металу, імовірніше за все, був виготовлений брусок-заготовка? Поясніть результати порівняння.

Густини деяких металів

Метал	Густина, $г/см^3$
Платина	21,09
Золото	19,32
Вольфрам	19,25
Срібло	10,49
Мідь	8,96
Залізо	7,87
Алюміній	2,70

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

- Що ви могли б розповісти королю про матеріал, із якого виготовлене брязкальце? Це чиста речовина чи суміш різних металів? Якщо матеріал є сумішшю, то висловіть гіпотезу, сумішшю саме яких металів? Аргументуйте свою думку.

5. Андрій і Софія запланували певні експерименти, для яких в окремі хімічні склянки насипали відповідно: кухонну сіль, залізні ошурки, деревну тирсу та глину.



Молодша сестра Андрія вирішила допомогти й змішала всі речовини в одну склянку.

Софія та Андрій не розгубилися. Вони розділили суміш на складники, як зазначено на схемі. Компоненти суміші позначено літерами A, B, C, D.

Етап 1. Скористалися магнітом	A, B, C, D → A, B, C; D
Етап 2. Додали воду і зібрали з поверхні те, що спливло	A, B, C → A; B, C, вода
Етап 3. Відфільтрували суміш	B, C, вода → B; C, вода
Етап 4. Випарили воду	C + вода → C; вода

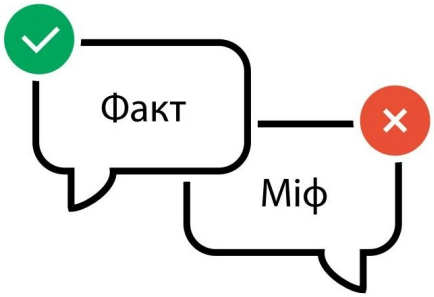
- Які правила безпеки мали згадати Софія та Андрій перед початком розділення суміші?
- Визначте літери, якими позначено кожен компонент суміші.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

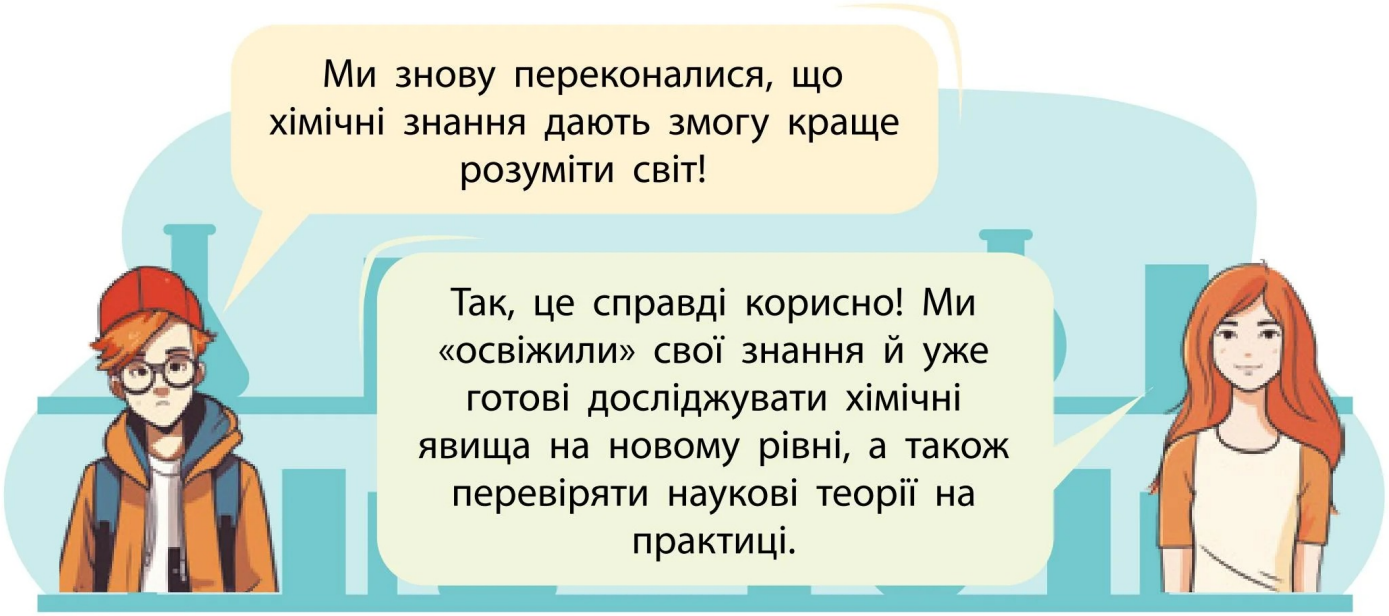
issuu-downloader.com

- Для кожного етапу зазначте суміш (однорідна / неоднорідна), з якою мали справу Софія та Андрій.
- Чи можна обрати іншу послідовність дій (або інші дії) для оптимальнішого розділення суміші? Відповідь обґрунтуйте.
- Які чинники (приміром, властивості тирси) могли завадити роботі Софії та Андрія?

6. Обговоріть достовірність наведених фактів. Запропонуйте способи їх перевірки.



1. Багато диму — малий вогонь.
2. Вогонь кочерги не боїться.
3. Коли вогонь розгориться, то спалює і мокре, і сухе.
4. Склянка молока задовольнить добову потребу людини в Кальції.
5. Чим довший термін придатності молока, тим більше в ньому консервантів.
6. Щоб схуднути, потрібно відмовитися від продуктів, що містять жири та вуглеводи.
7. Мед не можна нагрівати — він стає отрутою.
8. ГМО можуть змінити ДНК людини.
9. ГМО шкідливі для навколишнього середовища.
10. Срібло знезаражує воду.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 2. ФОРМУЛИ ТА НАЗВИ БІНАРНИХ СПОЛУК



Чому хімічні формули саме такі, як їх пишуть

Поміркуйте

Що, на вашу думку, означає термін «бінарні сполуки»?

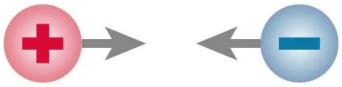
У 7-му класі ви вже дізналися, що склад речовин описують хімічними формулами, на кшталт згаданих H_2O або CO_2. Вони саме такі, бо в цих речовинах так сполучені атоми Гідрогену й Карбону з атомами Оксигену.

У більшості речовин атоми хімічних елементів сполучені в певних відношеннях. Щоб дізнатися, які речовини можуть утворитися, треба розуміти, як атоми можуть взаємодіяти один з одним.

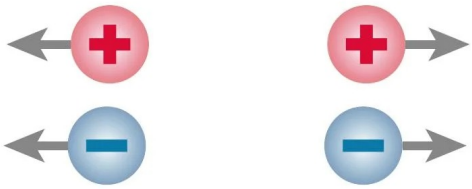
Ви вже знаєте, що атоми можуть перетворюватися на йони: катіони (позитивно заряджені) й аніони (негативно заряджені).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



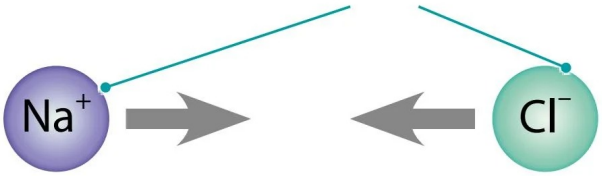
Протилежно заряджені йони притягуються один до одного



Однойменно заряджені йони відштовхуються один від одного

Приміром, атоми Натрію утворюють катіони із зарядом 1+, а атоми Хлору — аніони із зарядом 1–. Ці йони притягуються один до одного, утворюючи сполуку з формулою NaCl — кухонну сіль.

Для позначення йонів поруч із символом хімічного елемента правим верхнім індексом записують його заряд

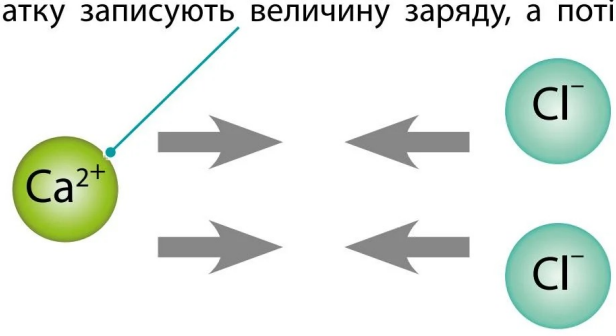


NaCl

Якщо заряд 1+ або 1–, у позначенні йонів «1» зазвичай не записують

Аніони Хлору також утворюють сполуку з катіонами Кальцію, які мають заряд 2+. Будь-яка речовина є електронейтральною, а для цього кількість позитивних і негативних зарядів у речовині має бути однаковою.

Якщо заряд йона більше 1, то в позначенні йонів спочатку записують величину заряду, а потім його знак



Для нейтралізації заряду одного катіона Кальцію необхідно два аніони Хлору

$CaCl_2$

Отже, у формулі сполуки ми записуємо символи одного атома Кальцію та двох атомів Хлору

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

За принципом електронейтральності можна складати формули бінарних сполук — сполук, що складаються з атомів двох хімічних елементів.

Пригадайте

Формули яких бінарних сполук ви пам'ятаєте з курсу хімії 7-го класу?

Важливо! Знаючи заряди, добираємо індекси у формулі сполуки так, щоб кількості позитивних і негативних зарядів були однакові.

Алгоритм: складаємо формули бінарних сполук за значеннями зарядів йонів

1. Записуємо символи хімічних елементів: першим пишемо з позитивним зарядом, а другим — із негативним, і надписуємо заряди	$Al^{3+}S^{2-}$
2. Визначаємо найменше спільне кратне (НСК) для значень зарядів (за модулем)	НСК(3 і 2) = 6
3. Результат ділення НСК на заряд (за модулем) дорівнює індексу цього елемента у формулі	6:3 = 2 (Al) 6:2 = 3 (S)
4. Записуємо індекси після символів хімічних елементів	$Al_2^{3+}S_3^{2-}$

Як дізнатися заряди йонів?

Щоб визначати заряди йонів для всіх хімічних елементів, слід знати певні хімічні закономірності. Почнемо з найпростіших випадків.

Пригадайте

Як за розміщенням хімічного елемента в Періодичній таблиці дізнатися, є він металічним чи неметалічним?

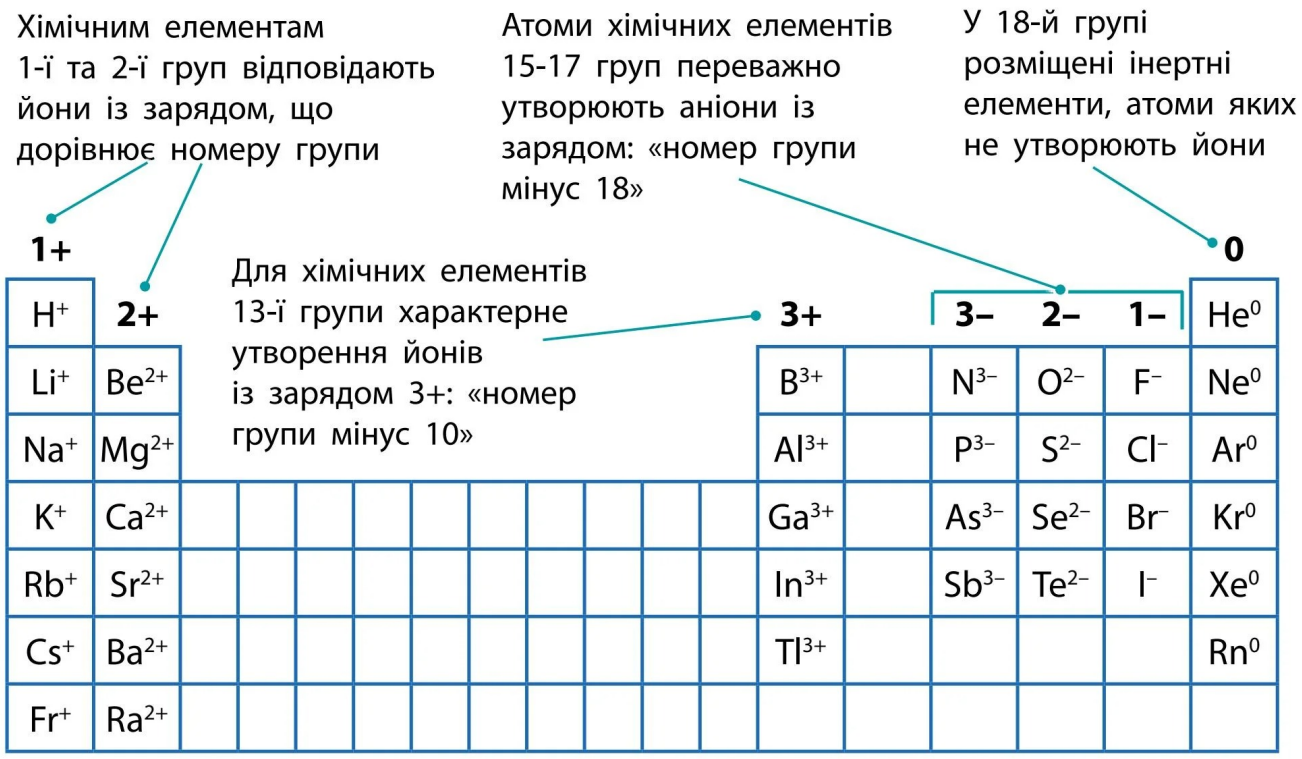
Атоми металічних елементів можуть лише віддавати електрони, тож для йонів металічних елементів характерні тільки позитивні заряди.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

І навпаки, атоми неметалічних елементів у хімічних реакціях переважно приєднують електрони та перетворюються на аніони[1].

Визначити заряди йонів, утворених з атомів деяких хімічних елементів можна за схемою.



Чи є в речовин імена?

Минулого року ви ознайомилися з багатьма речовинами й знаєте їхні назви: вода, вуглекислий газ, кухонна сіль, метан тощо. Ці назви склалися історично і є традиційними. Але для всіх речовин, які існують у природі, навряд чи можна придумати, а тим паче запам'ятати мільйони традиційних назв. Тому в хімії існують правила складання назв речовин — **хімічна номенклатура** (від лат. *nomenclatura* — називальник імен). Ці правила рекомендує міжнародна спілка IUPAC (та сама, яка затверджує назви хімічних елементів). Назви речовин, складені за правилами хімічної номенклатури, називають *систематичними*.

1 Неметалічні елементи можуть і віддавати електрони, але про це ви дізнаєтеся на наступних уроках.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Для складання систематичних назв бінарних сполук існує правило.



Назви одноатомних аніонів утворюються від назв відповідних хімічних елементів і суфікса *–ид* (*–ід*).

Хімічний елемент	Назва елемента	Назва аніона
O	Оксиген	окс**ид**
N	Нітроген	нітр**ид**
P	Фосфор	фосф**ід**
S	Сульфур	сульф**ід**
F	Флуор	флуор**ид**
Cl	Хлор	хлор**ид**
Br	Бром	бром**ід**
I	Йод	йод**ид**

У назвах речовин йонної будови зазначають заряд катіона (для тих хімічних елементів, заряди яких не можливо визначити за схемою на с. 21).

До прикладу:

$FeCl_2$ — ферум(2+) хлорид; Ag_2S — аргентум(1+) сульфід.

Катіони металічних хімічних елементів із великими зарядами (4+ і більше) зазвичай самі по собі не існують, тому для них указують формальний заряд[1], який у назвах і формулах позначають римськими цифрами:

Bi_2O_5 — бісмут(V) оксид; $SnCl_4$ — станум(IV) хлорид.

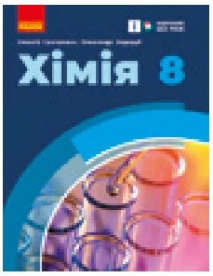
1 Формальний заряд ще називають ступенем окиснення, про значення якого детальніше ви дізнаєтеся пізніше.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Зверніть увагу!

Важливо не плутати назву речовини та її вимову. Так, систематична назва води — гідроген оксид, а «аш-два-о» — це вимова її формули.

Об'єкт	Опис	Назва
	Книга складається з обкладинки та 320 сторінок	Підручник із хімії для 8-го класу

Речовина	Вимова формули	Систематична назва
 CO_2	це-о-два	карбон(IV) оксид

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

За матеріалом параграфа створіть алгоритми:

- складання формули речовини за її назвою;
- визначення зарядів катіона й аніона в бінарній сполуці за формулою речовини.

Дізнайтеся більше

Суфікс *-ід (-ид)* у назвах бінарних сполук з'явився від латинського слова *eidos* — різновид. Наприклад, оксид (*oxide*) — це скорочено ***ox****ygen* ***eid****os* — у перекладі буквально «сполука (різновид сполук) з Оксигеном».

Робота з інформацією

7. Із додаткових джерел дізнайтеся про речовини дальтоніди й бертоліди. Чим вони різняться та чому їх так називають?

8. Поясніть, що означає принцип електронейтральності, зокрема для складання формул бінарних сполук.

9. Запишіть назви аніонів, утворених хімічними елементами: C, Si, Se, Te, As.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

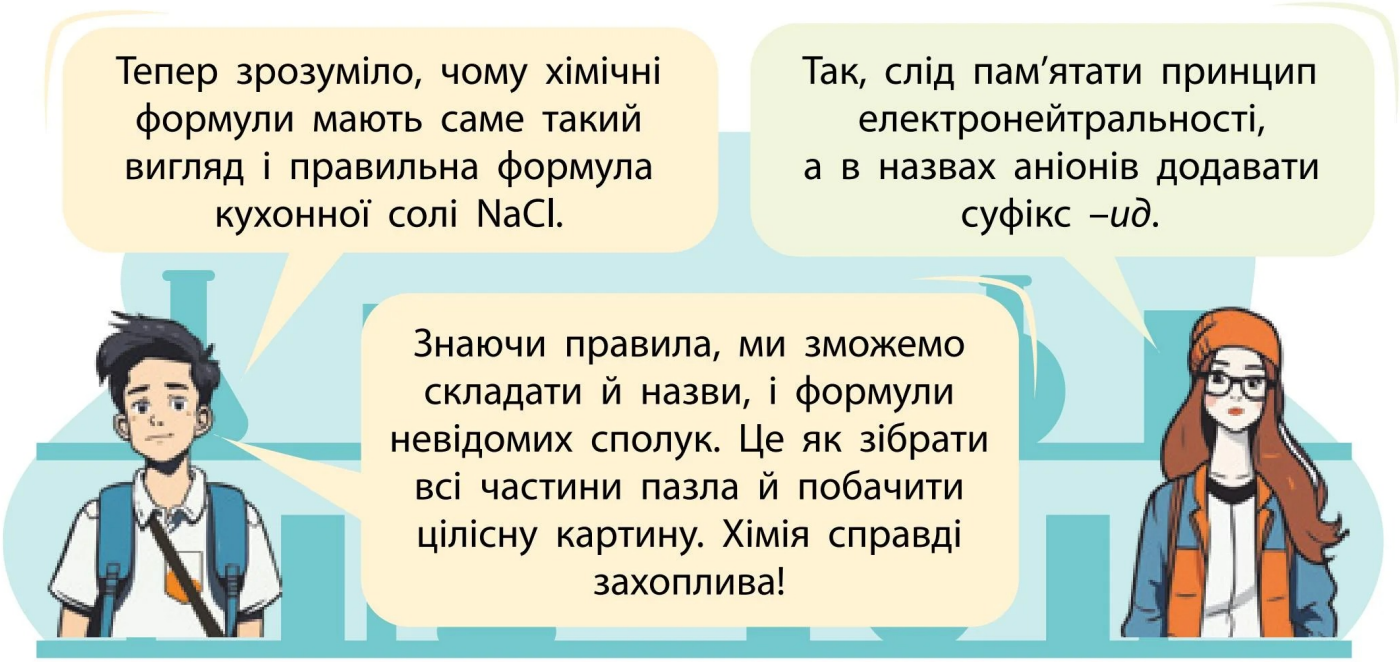
issuu-downloader.com

10. Латинською *binarius* — той, що складається з двох, подвійний (від *bini* — «по два» та *bis* — «двічі»). Поясніть значення термінів «бінарна сполука», «бінарний код», а також виразу «зіграти щось на біс».

11. Складіть формули та систематичні назви сполук, утворених хімічними елементами: а) H і S; б) K і S; в) Ba і F; г) Al і I; д) Mg і P; е) Na і N; є) Na і O; ж) K і P.

12. Складіть систематичні назви сполук: K_2O, Al_2S_3, Ca_3P_2, $MgCl_2$, LiBr, NaI, HBr, FeF_2, Cr_2O_3, $PbCl_4$.

13. У більшості формул спочатку записують символ хімічного елемента з позитивним зарядом, але в деяких формулах, за традицією, пишуть навпаки. Зважаючи на це, складіть хімічні формули сполук із Гідрогеном: амоніаку, фосфіну, арсину та стибіну. Амоніак — це сполука Гідрогену з Нітрогеном. Визначте за назвами інших сполук, з атомами яких хімічних елементів у них сполучені атоми Гідрогену.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 3. ВІДНОСНА АТОМНА МАСА ТА ВІДНОСНА МОЛЕКУЛЯРНА МАСА



Атомна одиниця маси

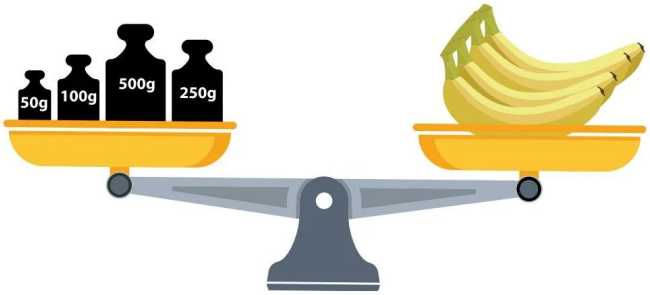
Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу, як можна зважити атоми.

У щоденному житті ми часто стикаємося зі зважуванням: у магазинах, на кухні, під час медичних оглядів тощо. Найпростіший спосіб визначити масу (або, як часто помилково говорять у побуті, вагу) — це скористатися терезами та важками.

Терези зрівноважені, тож маси об'єктів на обох шальках однакові

На лівій шальці розміщені важки із сумарною масою 900 г



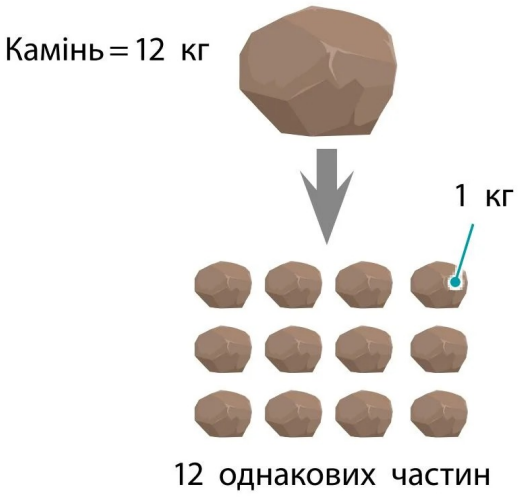
Маса бананів на правій шальці дорівнює 900 г

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

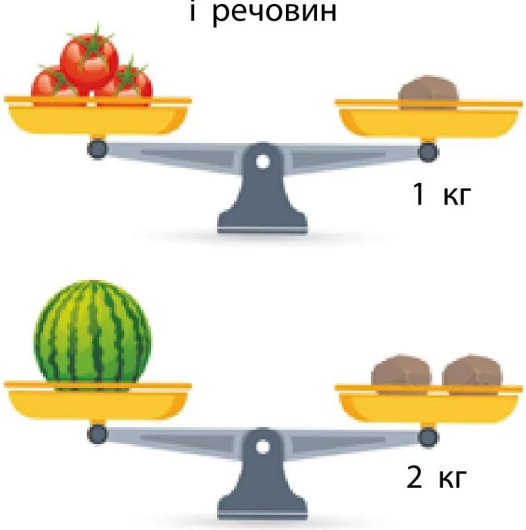
issuu-downloader.com

Важки (гирки) — будь-які тіла з відомою масою для вимірювання маси інших тіл.

Якщо камінь масою 12 кг розділити на 12 однакових частин, то кожна частина — це гирка масою 1 кг



Їх можна використати для зважування інших тіл і речовин

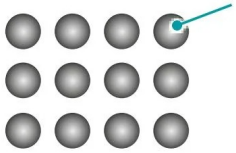


Ви вже знаєте, що атоми — надзвичайно маленькі частинки. Маса найважчих атомів становить близько 0,00000000000000000001 г (10^{-22} г). Певна річ, що для зважування атомів і важки мають бути розміром з атом. Сьогодні «важком» для визначення маси мікрочастинок прийнято вважати 1/12 маси атома Карбону-12[1]. Цей «важок» (еталон) називають *атомною одиницею маси*, скорочено а. о. м.

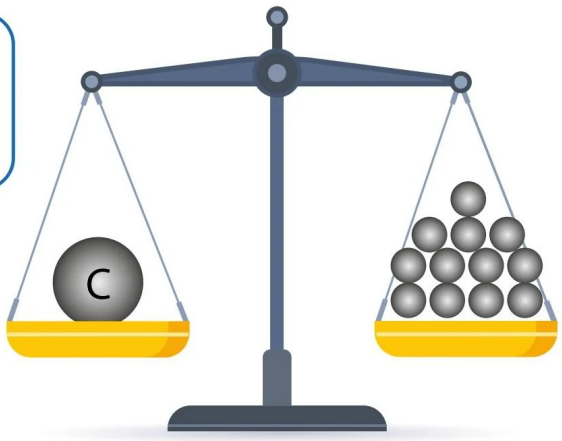
Один атом Карбону



Атом Карбону = 12 а. о. м.
1 а. о. м. = 1/12 від маси одного атома Карбону-12



12 однакових частин



Одна атомна одиниця маси дорівнює 0,00000000000000000000000166 г (або $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ г)

1 Число 12 характеризує масове число атома Карбону, про що ви дізнаєтеся в Розділі 3.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Дізнайтеся більше

Кілограм — загальноприйнята одиниця вимірювання маси в більшості країн. Проте відомі й інші одиниці, деякими з яких користуються до сьогодні — карати (для зважування коштовних каменів, 0,2 г), фунт (англійська міра маси ≈ 0,45 кг), тройська унція (для вимірювання ювелірних металів, ≈ 31 г) тощо.

Відносна атомна маса

Поміркуйте

Якими можна уявити терези, щоб як важки (гирки) можна було використовувати атомну одиницю маси?

Зрозуміло, що для зважування атомів звичайні терези використовувати неможливо. Сьогодні для визначення маси атомів і молекул використовують складні прилади — мас-спектрометри (мал. 3.1).

Маси атомів порівнюють із 1 а.о.м.: таку масу називають *відносною атомною масою* й позначають A_r (індекс r — від англ. *relative* — відносний).



Мал. 3.1. Мас-спектрометр — сучасний прилад для визначення мас атомів і молекул

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

Для хімічного елемента Е:

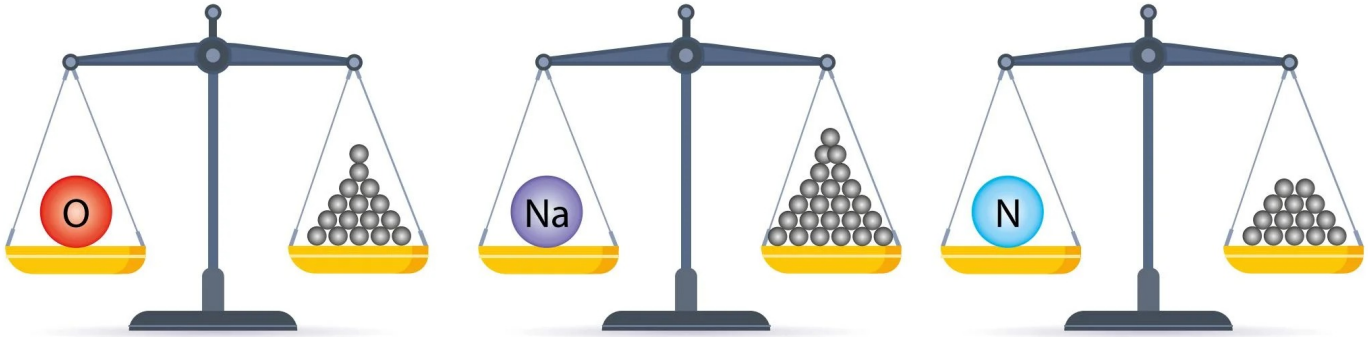
$$A_r(\text{E}) = \frac{m_{\text{атома}}(\text{E})}{\frac{1}{12} \cdot m_{\text{атома}}(\text{C})} = \frac{m_{\text{атома}}(\text{E})}{1\,\text{а.о.м.}}$$

Відносна атомна маса — безрозмірна величина, оскільки вона є відношенням двох величин з однаковою розмірністю.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Отже, для визначення відносної атомної маси певного атома слід порівняти його масу із атомною одиницею маси.



Відносна маса атома **Оксигену** = **16** а.о.м.

Відносна маса атома **Натрію** = **23** а.о.м.

Відносна маса атома **Нітрогену** = **14** а.о.м.

$A_r(O) = 16$ $A_r(Na) = 23$ $A_r(N) = 14$

Сьогодні відносні атомні маси майже всіх хімічних елементів визначені з високою точністю й наведені в Періодичній таблиці елементів.

Подивіться анімаційний ролик про атомну одиницю маси

rnk.com.ua/110470

Відносна молекулярна маса

Маси молекул можна характеризувати так само, як і маси атомів. Для молекул використовують поняття відносної молекулярної маси.

Відносна молекулярна маса M_r показує, у скільки разів маса певної молекули більша, ніж 1/12 маси атома Карбону-12.

Для речовини X:

$$M_r(X) = \frac{m_{\text{молекули}}(X)}{\frac{1}{12} \cdot m_{\text{атома}}(C)}$$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

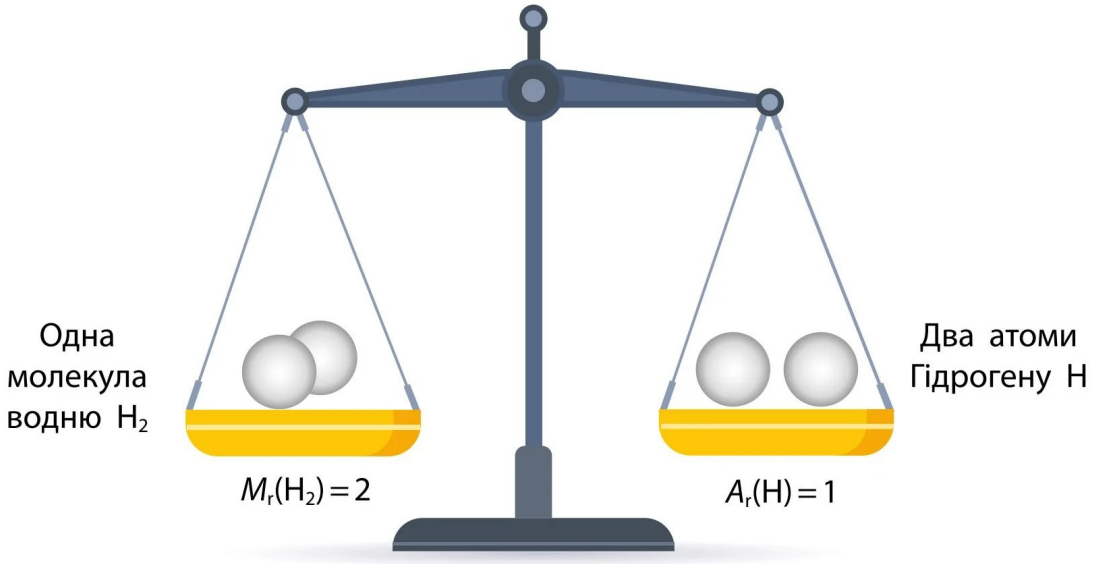
issuu-downloader.com

Поміркуйте

Як можна визначити відносну молекулярну масу речовини за її хімічною формулою?

Відносна молекулярна маса молекули дорівнює сумі відносних атомних мас усіх хімічних елементів, що містяться у складі молекули, з урахуванням кількості атомів кожного елемента.

Маса молекули складається з мас атомів, що її утворюють

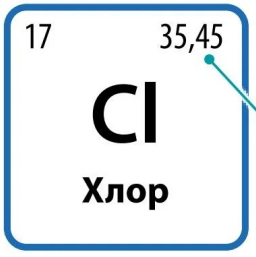


Отже, для обчислення відносної молекулярної маси молекули необхідно обчислити суму відносних атомних мас усіх хімічних елементів у складі молекули. Якщо в молекулі атомів певного хімічного елемента більше одного, його масу слід помножити на кількість цих атомів.

Звісно, що для розрахунків слід використовувати точні значення відносних атомних мас, проте для зручності обчислень тут і далі в підручнику ми використовуватимемо округлені значення.



Для більшості хімічних елементів значення відносних атомних мас округляють до цілих чисел: $A_r(H) = 1$



Лише значення відносної атомної маси Хлору округляють із точністю до десятих: $A_r(Cl) = 35,5$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

■ Обчислимо відносну молекулярну масу вуглекислого газу:

CO_2 **Відносна молекулярна маса**

6	8
12,011	15,999
C	**O**
Карбон	**Оксиген**

$$+\begin{array}{r}12\\16\times 2\\\hline 44\end{array}$$

Для речовин немолекулярної будови використовують термін «відносна формульна маса», проте спосіб обчислення такий самий.

■ Обчислимо відносну формульну масу харчової соди:

$NaHCO_3$ **Відносна формульна маса**

11	1	6	8
22,990	1,0080	12,011	15,999
Na	**H**	**C**	**O**
Натрій	**Гідроген**	**Карбон**	**Оксиген**

$$\begin{array}{r}+\ 23\\+\ 1\\+\ 12\\+\ 16\times 3\\\hline 84\end{array}$$

Робота з інформацією

14. Складіть діаграму Венна, порівнявши поняття:
а) «відносна атомна маса» й «відносна молекулярна маса»;
б) «відносна молекулярна маса» й «відносна формульна маса».

15. Сьогодні одиницею вимірювання маси в системі SI є кілограм. А в давні часи різні країни користувалися переважно своїми унікальними одиницями вимірювання маси.
У писемних джерелах часів Київської держави згадуються такі міри ваги (маси), як-от: пуд, гривня, золотник. За часів монгольської навали гривню почали рубати сокирою на шматки — отримували рублі (від слова «рубати»). Із додаткових джерел дізнайтеся, скільки дорівнюють берковець, пуд, гривня й золотник у кілограмах (грамах).



Київська срібна гривня, XI-XIII ст.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

16. Випишіть із Періодичної таблиці елементів символи й відносні атомні маси (округлені до цілих чисел) хімічних елементів: Алюмінію, Флуору, Цинку, Аргентуму, Стануму.

17. Дізнайтеся, хто ввів у науку поняття «відносна атомна маса». Якими були «еталони» атомної маси до «карбонового»? Підготуйте повідомлення для класу.

18. Обчисліть, атом якого елемента важчий і в скільки разів: а) Нітрогену чи Гелію; б) Оксигену чи Сульфуру; в) Феруму чи Силіцію; г) Сульфуру чи Купруму.

19. Обчисліть, скільки атомів Оксигену мають таку саму масу, як один атом Купруму.

20. Обчисліть відносні молекулярні (формульні) маси речовин: а) хлору Cl_2; б) сульфатної кислоти H_2SO_4; в) сахарози $C_{12}H_{22}O_{11}$; г) міді Cu; д) ангідриту $CaSO_4$; е) крейди $CaCO_3$; є) малахіту $(CuOH)_2CO_3$.

21. Складіть формули та обчисліть відносні молекулярні (формульні) маси речовин: а) натрій хлориду; б) кальцій броміду; в) плюмбум(2+) йодиду; г) алюміній оксиду; д) нітроген(III) оксиду.

22. Речовину із систематичною назвою гідроген пероксид у побуті й медицині називають перекисом водню.



Через бактерицидні властивості його застосовують для оброблення ран, дезінфекції медичних інструментів.

Також він є складником рідких мийних засобів і вибілювачів, які маркують «Не містить хлору». У перекисі водню на один атом Оксигену припадає один атом Гідрогену. Визначте хімічну формулу перекису водню, якщо його відносна молекулярна маса дорівнює 34.

23. Мінерал пірит складається з двох хімічних елементів — Феруму та Сульфуру й має відносну формульну масу 120. Визначте хімічну формулу цієї речовини.



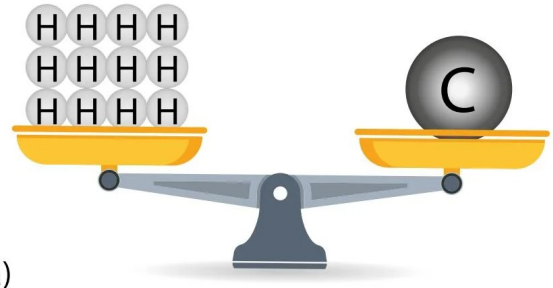
24. Формула жасмоналю, який зумовлює запах квітів жасмину, $C_6H_5CHC(C_5H_{11})CHO$. Обчисліть його відносну молекулярну масу.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

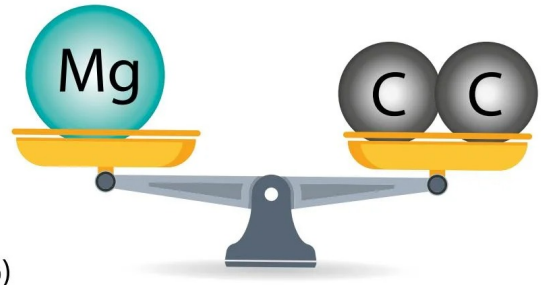
issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

25. За малюнками визначте, чи справді врівноважені терези.

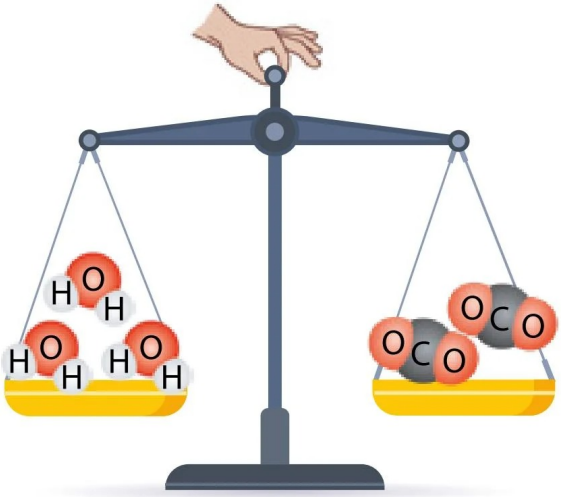


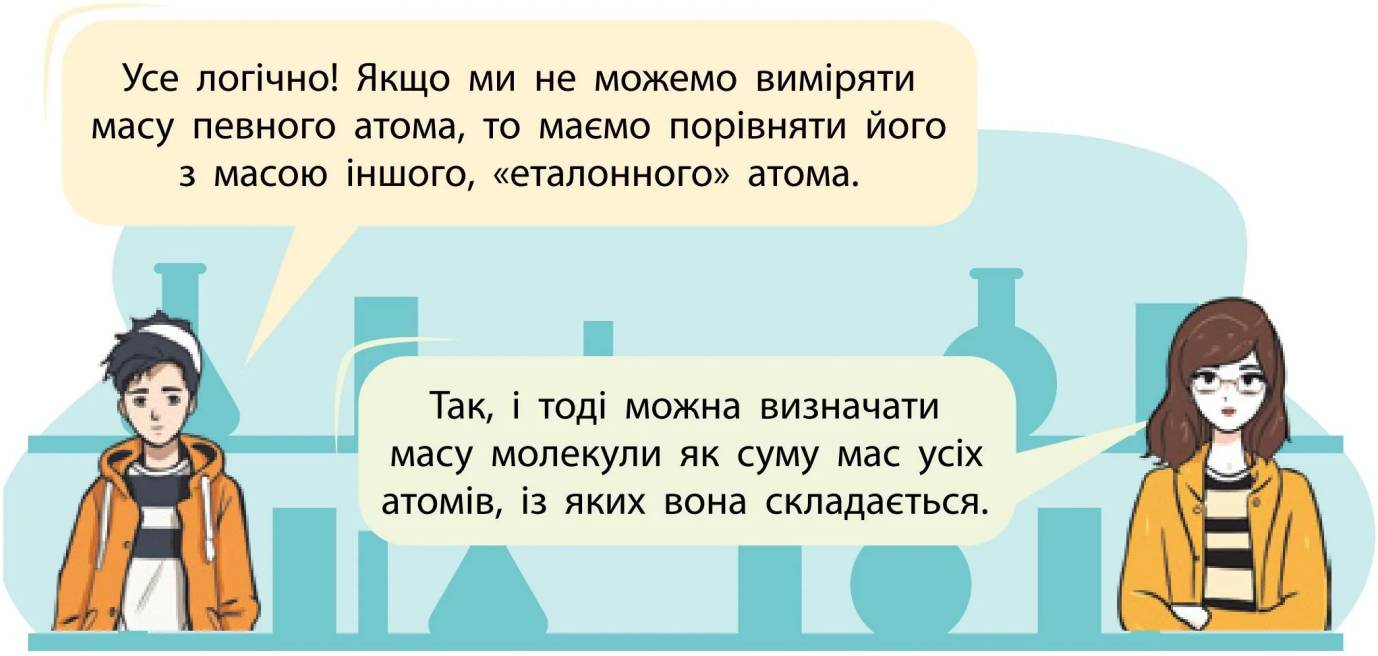
а)



б)

26. Визначте, у який бік схиляться шальки терезів, якщо відпустити руку.

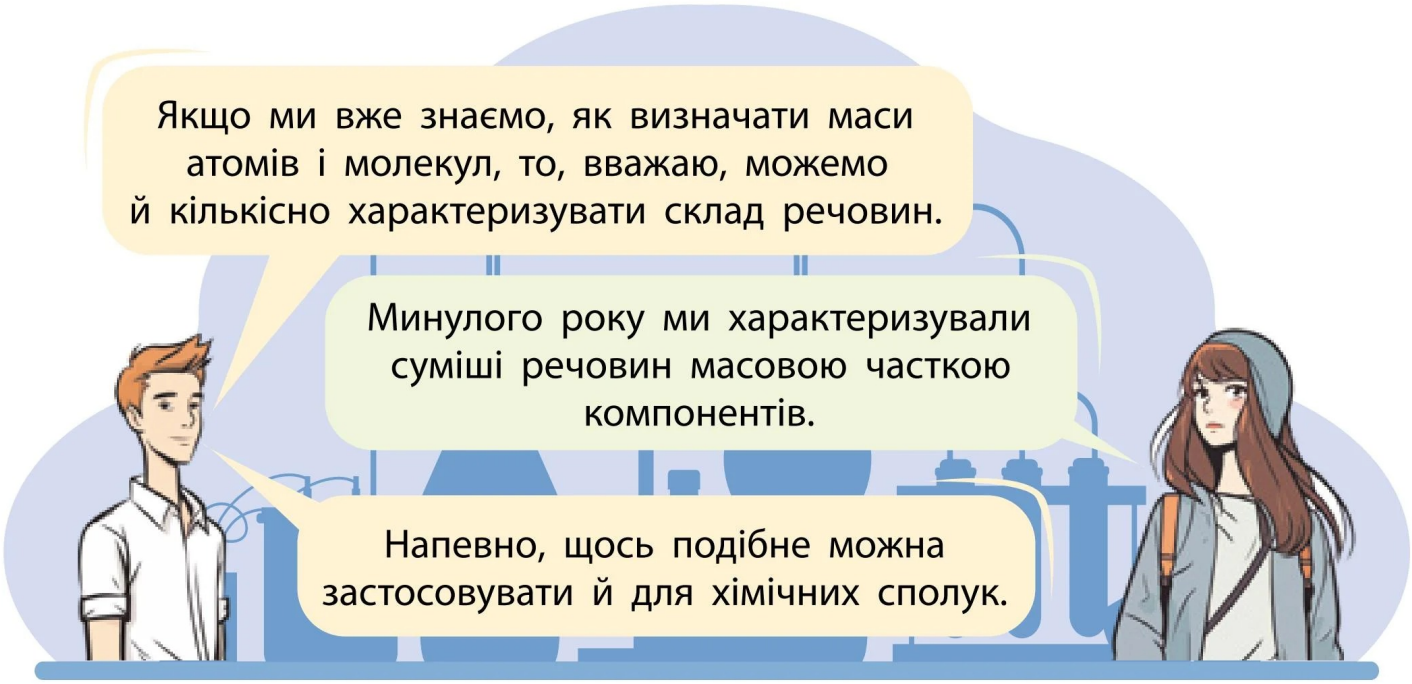




Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 4. МАСОВА ЧАСТКА ХІМІЧНОГО ЕЛЕМЕНТА В РЕЧОВИНІ



Пригадайте

- Що означає «описати якісний і кількісний склад сумішей»?
- Як обчислюють масову частку компонентів у суміші?
- Які речовини називають складними?

Масова частка хімічного елемента в речовині

Ви вже вмієте використовувати поняття про масову частку для кількісного визначення складу сумішей речовин. Складну речовину не можна назвати сумішшю — сумішшю атомів різних хімічних елементів, тому що в речовині атоми певним чином сполучені між собою.

Поміркуйте

Чи може змінюватися кількісний склад:

а) суміші речовин; б) складної речовини? Відповідь поясніть.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Хімічна формула містить певну інформацію про речовину. Вона виражає не лише її якісний склад (із яких хімічних елементів вона складається), але й кількісний склад сполуки.

Наприклад, у молекулі води два атоми Гідрогену сполучені з одним атомом Оксигену. Сумарна відносна атомна маса атомів Гідрогену дорівнює 2 ($2 \cdot A_r(\text{H}) = 2 \cdot 1 = 2$), а відносна атомна маса атома Оксигену дорівнює 16 ($A_r(\text{O}) = 16$). Отже, у молекулі води на 2 масові частини Гідрогену припадає 16 масових частин Оксигену.

Щоб описати кількісний склад сполуки, використовують масові частки хімічних елементів у ній. *Масова частка хімічного елемента* визначає, яку частину від маси речовини становлять атоми (йони) цього хімічного елемента.

Масову частку хімічного елемента в сполуці обчислюють як відношення атомної маси цього елемента з урахуванням числа його атомів (йонів) у молекулі (формульній одиниці) до відносної молекулярної (формульної) маси речовини:

$$w(\text{елемента}) = \frac{N(\text{елемента}) \cdot A_r(\text{елемента})}{M_r(\text{речовини})},$$

де w — масова частка певного хімічного елемента, виражена в частках одиниці;

N — число атомів (йонів) цього елемента, позначене індексом у формулі сполуки;

A_r — відносна атомна маса хімічного елемента;

M_r — відносна молекулярна (формульна) маса речовини.

Масову частку можна виражати в частках одиниці або відсотках. Щоб перевести частки одиниці у відсотки, слід обчислені за формулою значення частки помножити на 100 %.

Сума масових часток усіх хімічних елементів, що містяться у складі сполуки, має дорівнювати 1 або 100 %.

Фізичний зміст масової частки хімічного елемента в сполуці полягає в тому, що чисельно (якщо у відсотках) вона дорівнює масі атомів (йонів) цього елемента у 100 г речовини.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Приклади розв'язування задач

Знання масових часток хімічних елементів у сполуці дає змогу визначити її склад. Розгляньмо кілька типових прикладів.

Приклад 1. Обчисліть масові частки хімічних елементів у вуглекислому газі CO_2.

Дано:
CO_2

$w(C)$ — ?
$w(O)$ — ?

Розв'язання:

Обчислимо відносну молекулярну масу вуглекислого газу: $M_r(CO_2) = A_r(C) + 2 \cdot A_r(O) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$.

Обчислимо масові частки Карбону й Оксигену:

$$w(C) = \frac{A_r(C)}{M_r(CO_2)} = \frac{12}{44} = 0,273, \text{ або } 27,3\,\%,$$

$$w(O) = \frac{2 \cdot A_r(O)}{M_r(CO_2)} = \frac{2 \cdot 16}{44} = 0,727, \text{ або } 72,7\,\%.$$

Сума масових часток Карбону й Оксигену має дорівнювати 1. Тому масову частку Оксигену можна також обчислити, віднімаючи від одиниці масову частку Карбону:

$$w(O) = 1 - w(C) = 1 - 0,273 = 0,727.$$

Відповідь: $w(C) = 27,3\,\%$, $w(O) = 72,7\,\%$.

Приклад 2. Обчисліть масу (г) атомів Оксигену у воді масою 1 кг.

Дано:
$m(H_2O) = 1$ кг

$m(O)$ — ?

Розв'язання:

Обчислимо масову частку Оксигену у воді:

$$w(O) = \frac{A_r(O)}{M_r(H_2O)} = \frac{16}{18} = 0,889, \text{ або } 88,9\,\%.$$

Масова частка хімічного елемента в речовині визначає частину маси речовини, що припадає на цей елемент. Обчислимо масу атомів Оксигену у воді масою 1 кг:

$$m(O) = w(O) \cdot m(H_2O) = 0,889 \cdot 1000 \text{ г} = 889 \text{ г}.$$

Відповідь: $m(O) = 889$ г.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Робота з інформацією

27. Обчисліть масові частки всіх хімічних елементів у сполуках: а) NO_2; б) $PbCl_2$; в) Na_2CO_3; г) H_2SO_4; д) $Ba_3(PO_4)_2$.

28. Хімічна формула глюкози — $C_6H_{12}O_6$, а сахарози — $C_{12}H_{22}O_{11}$. Обчисліть, у якій речовині масова частка Оксигену більша.

29. Кварц — силіцій(IV) оксид — використовують для виробництва скла. Обчисліть масову частку Силіцію у кварці.

30. Амоніак — важлива речовина хімічної промисловості. Він є сировиною для одержання добрив, синтезу пластмас і штучних волокон, виготовлення розчинників, вибухівки, мийних засобів для очищення скла тощо.



Різкий запах амоніаку здатний вивести людину зі стану непритомності, тому його застосовують для надання долікарської допомоги.

Обчисліть масу (г) атомів Гідрогену, що містяться в амоніаку NH_3 масою 10 г.

Із додаткових джерел дізнайтеся, як називали водний розчин амоніаку алхіміки.

31. Систематична назва кухонної солі — натрій хлорид. Добова норма солі за рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) — 2 г. Обчисліть масу (г) йонів Натрію в зразку солі такої маси.



32. Гематит — один із мінералів, який використовують для одержання заліза. Систематична назва його основного компонента — ферум(3+) оксид. Обчисліть масу (кг) атомів Феруму, що міститься в 1 тонні гематиту. Чи можна стверджувати, що саме стільки заліза можна одержати з такої маси мінералу?



Із додаткових джерел дізнайтеся походження назви «гематит» і інші традиційні назви цього мінералу. Поцікавтеся також, чому цей мінерал важливий для істориків і археологів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

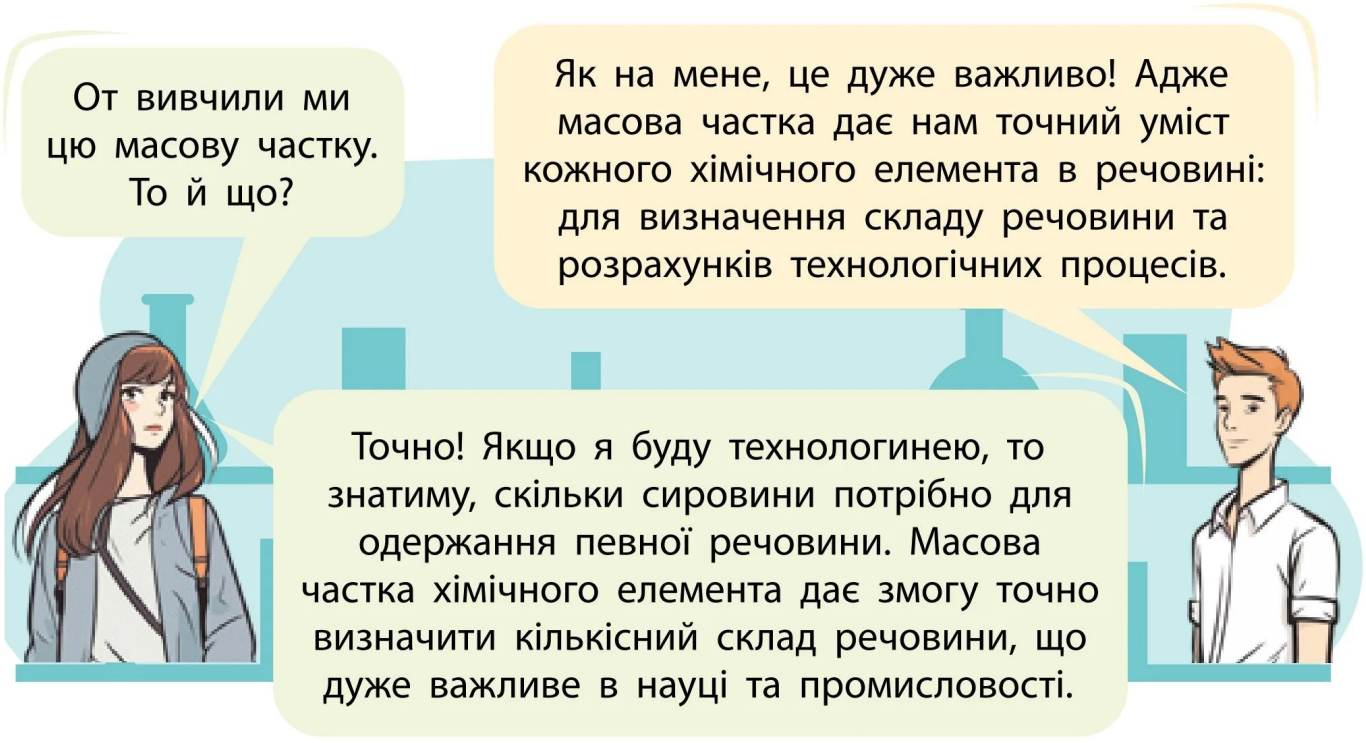
issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

33. Як ви вважаєте, чи відрізняються відносні атомні маси атомів і утворених ними йонів? Поясніть свою думку.

34. Уявіть себе технологом / технологинею на заводі з виробництва сталі (заліза). Ваші постачальники пропонують вам різні види залізної руди: ферум(3+) оксид і ферум(2+) сульфід. Як допоможе вам уміння визначати масову частку елементів обрати кращу сировину?

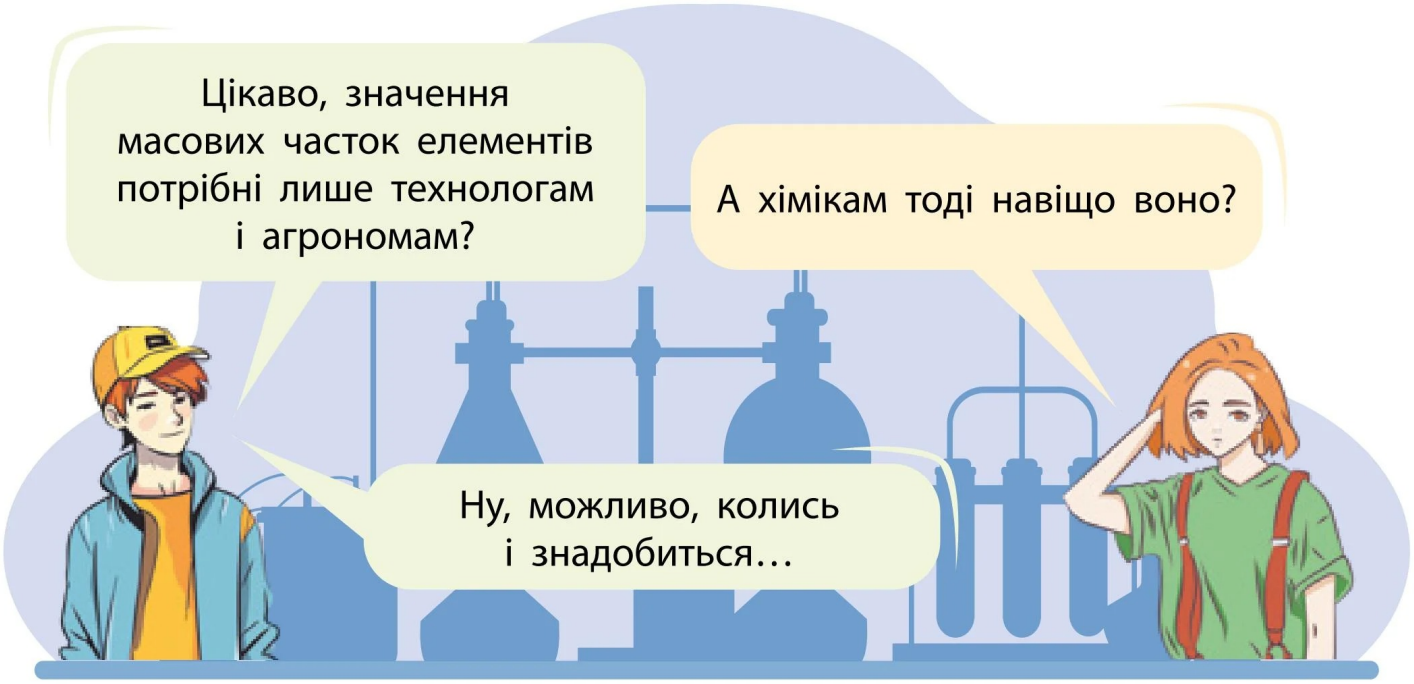
35. Чилійська селітра $NaNO_3$ й амоніачна селітра NH_4NO_3 — поширені азотні добрива. Порівняйте масову частку Нітрогену в цих добривах. Чи можна це порівняння здійснити без математичних обчислень? Чи можна за вмістом Нітрогену визначити, яке із цих добрив є ефективнішим для використання в сільському господарстві? Поясніть свої відповіді.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 5. УСТАНОВЛЕННЯ ХІМІЧНИХ ФОРМУЛ СПОЛУК



Поміркуйте

Якщо для обчислення масових часток елементів необхідна хімічна формула речовини, то чи можна розв'язати зворотну задачу: за масовими частками елементів визначити хімічну формулу сполуки?

Визначення хімічних формул речовин — одна з перших задач, що постала перед хіміками після того, як у хімічних дослідженнях почали застосовувати вимірювання. Знаючи масові частки елементів у сполуці (як молекулярної, так і немолекулярної будови), можна визначити її молекулярну масу, а, отже, її хімічну формулу.

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Запропонуйте математичну модель для визначення хімічної формули речовини за відомими масовими частками елементів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Алгоритм 1. Установлюємо хімічні формули бінарних сполук, якщо невідома відносна молекулярна (формульна) маса

Алгоритм доцільно застосовувати, якщо за умовою задачі відомо:

- що речовина є бінарною[1];
- які хімічні елементи містить речовина;
- масова частка **одного** з елементів.

Перетворюємо математичну формулу для масової частки так, щоб обчислити відносну молекулярну масу:

$$M_r(\text{речовини}) = \frac{N(\text{елемента}) \cdot A_r(\text{елемента})}{w(\text{елемента})}$$

Якщо нам відомо, який хімічний елемент є у складі сполуки, то ми знаємо його відносну атомну масу (A_r). З умови також відома його масова частка (w). Але у формулі є невідома величина N — число атомів (йонів) цього елемента. Ми знаємо, що зазвичай число атомів (йонів) у молекулі (формульній одиниці) є невеликим цілим числом. Тому ми можемо припустити, що $N = 1$ або 2, 3 тощо.

Зверніть увагу!

Під час розв'язування задач, у яких масові частки подано у відсотках, зручніше одразу перевести їх у частки від одиниці діленням на 100 %.

Приклад 1. Визначте хімічну формулу сполуки Феруму з Хлором, у якому масова частка Феруму становить 44,1 %.

Аналізуємо умову: нам відомо, що сполука складається з йонів Феруму та Хлору. Відома також масова частка Феруму, яку одразу переводимо в частки від одиниці. Записуємо умовну хімічну формулу сполуки	Дано: $w(\text{Fe}) = 44{,}1\,\% = 0{,}441$. Необхідно визначити хімічну формулу сполуки Феруму з Хлором. Fe_xCl_y

1 Для більш складних речовин через велику кількість невідомих величин обчислення будуть громіздкими.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Визначаємо математичну модель: використовуємо формулу для обчислення відносної формульної маси речовини за відомою масовою часткою хімічного елемента. Припускаємо, що $N = 1$. Підставляємо у формулу відомі величини, з урахуванням, що $A_r(\text{Fe}) = 56$	$M_r(\text{речовини}) = \dfrac{N(\text{елемента}) \cdot A_r(\text{елемента})}{w(\text{елемента})}$ $M_r(\text{хлориду}) = \dfrac{N(\text{Fe}) \cdot A_r(\text{Fe})}{w(\text{Fe})} = \dfrac{1 \cdot 56}{0{,}441} = 127$
Аналізуємо результати обчислень і складаємо хімічну формулу сполуки	Оскільки ми припустили, що у формулі один йон Феруму, то з обчисленої відносної формульної маси 127 на йони Хлору припадає $127 - 56 = 71$. Це відповідає двом йонам Хлору ($A_r(\text{Cl}) = 35{,}5$)
Формулюємо відповідь	Хімічна формула сполуки — $FeCl_2$

Приклад 2. Визначте хімічну формулу сполуки Калію з Оксигеном, у якій масова частка Калію становить 83 %. Складіть систематичну назву цієї сполуки.

Аналізуємо умову: нам відомо, що сполука складається з йонів Калію та Оксигену. Відома також масова частка Калію, яку одразу переводимо в частки від одиниці. Записуємо умовну хімічну формулу сполуки	Дано: $w(\text{K}) = 83\,\% = 0{,}83$. Необхідно визначити хімічну формулу сполуки. K_xO_y
Визначаємо математичну модель: використовуємо формулу для обчислення відносної молекулярної маси речовини за відомою масовою часткою хімічного елемента	$M_r(\text{речовини}) = \dfrac{N(\text{елемента}) \cdot A_r(\text{елемента})}{w(\text{елемента})}$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Припускаємо, що $N = 1$. Підставляємо у формулу відомі величини, з урахуванням, що $A_r(\text{K}) = 39$	$M_r(\text{сполуки}) = \dfrac{N(\text{K}) \cdot A_r(\text{K})}{w(\text{K})} = \dfrac{1 \cdot 39}{0{,}83} = 47$
Аналізуємо результати обчислень і складаємо хімічну формулу сполуки	Оскільки ми припустили, що у формулі один йон Калію, то з обчисленої відносної маси 47 на Оксиген припадає $47 - 39 = 8$. Це відповідає половині йона Оксигену, що не можливо
Повторюємо обчислення, але з припущенням, що $N = 2$	$M_r(\text{сполуки}) = \dfrac{N(\text{K}) \cdot A_r(\text{K})}{w(\text{K})} = \dfrac{2 \cdot 39}{0{,}83} = 94$
Повторно аналізуємо результати обчислень і визначаємо хімічну формулу сполуки. Складемо назву сполуки (див. §2 і таблицю на с. 22).	Цього разу ми припустили, що у формулі два йони Калію, тоді від відносної молекулярної маси 94 віднімаємо масу двох атомів Калію. Отже, на Оксиген припадає $94 - 2 \cdot 39 = 16$. Це відповідає одному йону Оксигену. Калій оксид
Формулюємо відповідь	Хімічна формула калій оксиду — K_2O

Алгоритм 2. Визначаємо хімічні формули сполук за масовими частками хімічних елементів, якщо відома відносна молекулярна (формульна) маса

Цей алгоритм доцільно використовувати, якщо за умовою задачі відомо:

- які хімічні елементи містяться в складі речовини;
- що речовина не обов'язково бінарна;
- масові частки всіх (або майже всіх) хімічних елементів;
- відносна молекулярна (формульна) маса речовини.

Для розв'язання таких задач використовуємо формулу для обчислення масової частки хімічного елемента, але перетворюємо

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

її так, щоб можна було обчислити кількість атомів певного елемента:

$$N(\text{елемента}) = \frac{M_r(\text{речовини}) \cdot w(\text{елемента})}{A_r(\text{елемента})}$$

Цей алгоритм також можна застосовувати для розв'язання розглянутих вище прикладів 1 і 2 після того, як обчислили відносну молекулярну масу речовини.

Приклад 3. Визначте хімічну формулу сполуки Карбону з Гідрогеном, відносна молекулярна маса якої дорівнює 70, а масова частка Карбону в ній становить 85,7 %.

Аналізуємо умову: записуємо умовну хімічну формулу сполуки. Також відомі відносна молекулярна маса сполуки та масова частка Карбону, яку одразу переводимо в частки від одиниці	C_xH_y Дано: $w(C) = 85,7\,\% = 0,857$, $M_r(C_xH_y) = 70$. Необхідно визначити хімічну формулу сполуки
Визначаємо математичну модель: перероблюємо формулу для обчислення відносної молекулярної маси сполуки за відомою масовою часткою хімічного елемента так, щоб обчислити кількість атомів Карбону. Підставляємо у формулу відомі величини, з урахуванням, що $A_r(C) = 12$	$N(\text{елемента}) = \frac{M_r(\text{речовини}) \cdot w(\text{елемента})}{A_r(\text{елемента})}$ $N(C) = \frac{70 \cdot 0,857}{12} = 5$
Аналізуємо результати обчислень і складаємо хімічну формулу сполуки	Оскільки атомів Карбону 5, їхня сумарна відносна атомна маса $5 \cdot 12 = 60$. Отже, на Гідроген лишається маса $70 - 60 = 10$, що відповідає 10 атомам Гідрогену
Формулюємо відповідь	Хімічна формула сполуки — C_5H_{10}

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Приклад 4. Визначте хімічну формулу кальциту, якщо відомо, що в ньому масова частка Кальцію становить 40 %, а Карбону — 12 %. Також кальцит містить атоми Оксигену, а його відносна формульна маса дорівнює 100.

Аналізуємо умову: записуємо умовну хімічну формулу кальциту. Відомі масові частки Кальцію та Карбону, а також відносна формульна маса	$Ca_xC_yO_z$ Дано: $w(Ca)=40\,\%=0{,}4$, $w(C)=12\,\%=0{,}12$, $M_r(Ca_xC_yO_z)=100$. Необхідно визначити хімічну формулу кальциту
Визначаємо математичну модель: переробляємо формулу для обчислення відносної формульної маси за відомою масовою часткою так, щоб обчислити кількість атомів Кальцію. Підставляємо у формулу значення масової частки Кальцію та його відносної атомної маси $A_r(Ca)=40$	$N(\text{елемента})=\dfrac{M_r(\text{речовини})\cdot w(\text{елемента})}{A_r(\text{елемента})}$ $N(Ca)=\dfrac{100\cdot 0{,}4}{40}=1$ Отже, у формулі має бути записаний один атом Кальцію
Так само визначаємо кількість атомів Карбону, ураховуючи $A_r(C)=12$	$N(C)=\dfrac{100\cdot 0{,}12}{12}=1$ Атомів Карбону у формулі також один
Так само обчислити кількість атомів Оксигену ми не можемо, адже в умові відсутня його масова частка. Згадуємо, що сума масових часток усіх елементів у сполуці дорівнює 1 (або 100 %)	$w(O)=1-w(Ca)-w(C)=1-0{,}4-0{,}12=$ $=0{,}48$
За обчисленою масовою часткою Оксигену визначаємо кількість його атомів	$N(O)=\dfrac{100\cdot 0{,}48}{16}=3$
Формулюємо відповідь	Хімічна формула кальциту — $CaCO_3$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Робота з інформацією

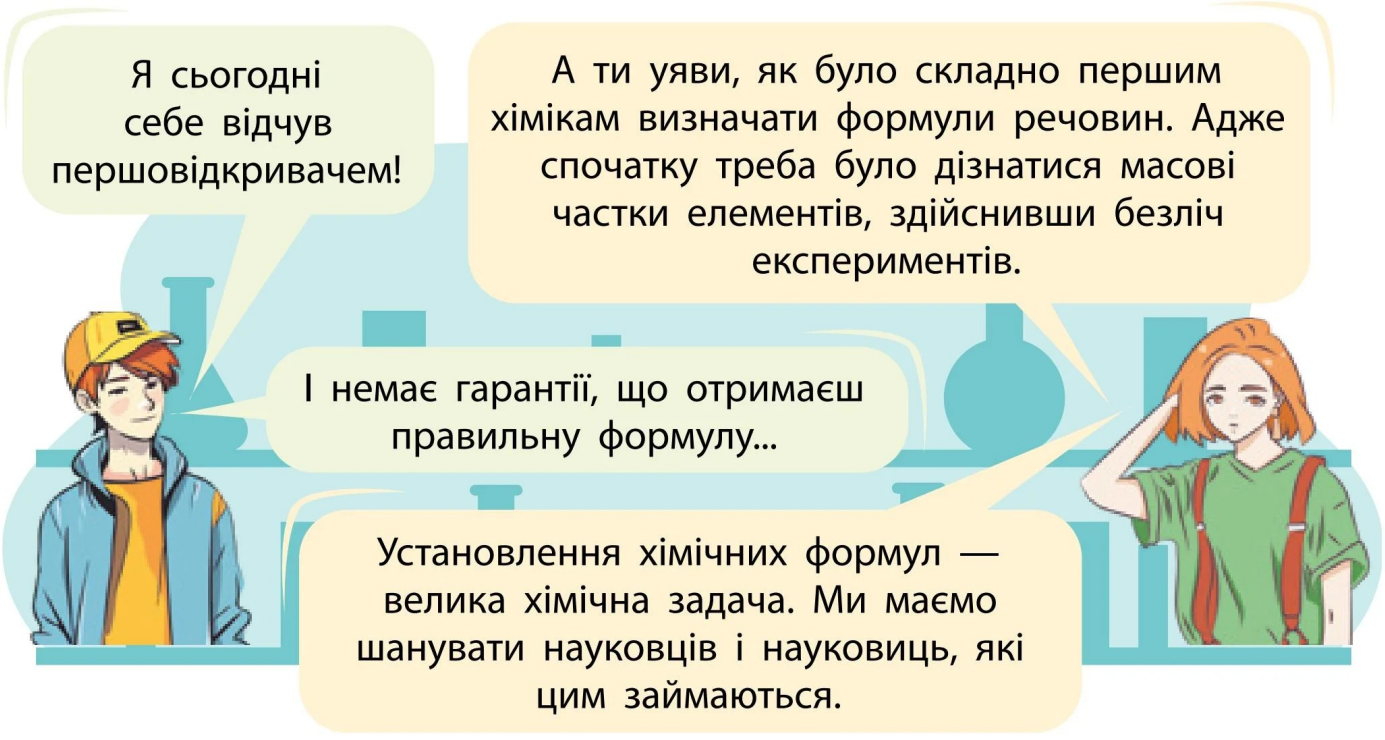
36. Визначте хімічну формулу оксиду, у якому:
а) масова частка Хрому становить 52 %;
б) масова частка Феруму становить 70 %.

37. Визначте хімічні формули сполук:
а) Нітрогену з Оксигеном, у якій масова частка Оксигену становить 63,2 %;
б) Карбону з Гідрогеном, у якій масова частка Карбону становить 81,82 %.

38. Мінерал халькопірит містить Купрум (масова частка 34,8 %), Ферум (масова частка 30,4 %) та Сульфур. Визначте хімічну формулу халькопіриту, якщо його відносна формульна маса дорівнює 184.

39. Поширений мінерал магнетит складається з Феруму й Оксигену. Визначте хімічну формулу магнетиту, якщо масова частка Феруму в ньому становить 72,4 %, а його відносна формульна маса дорівнює 232.

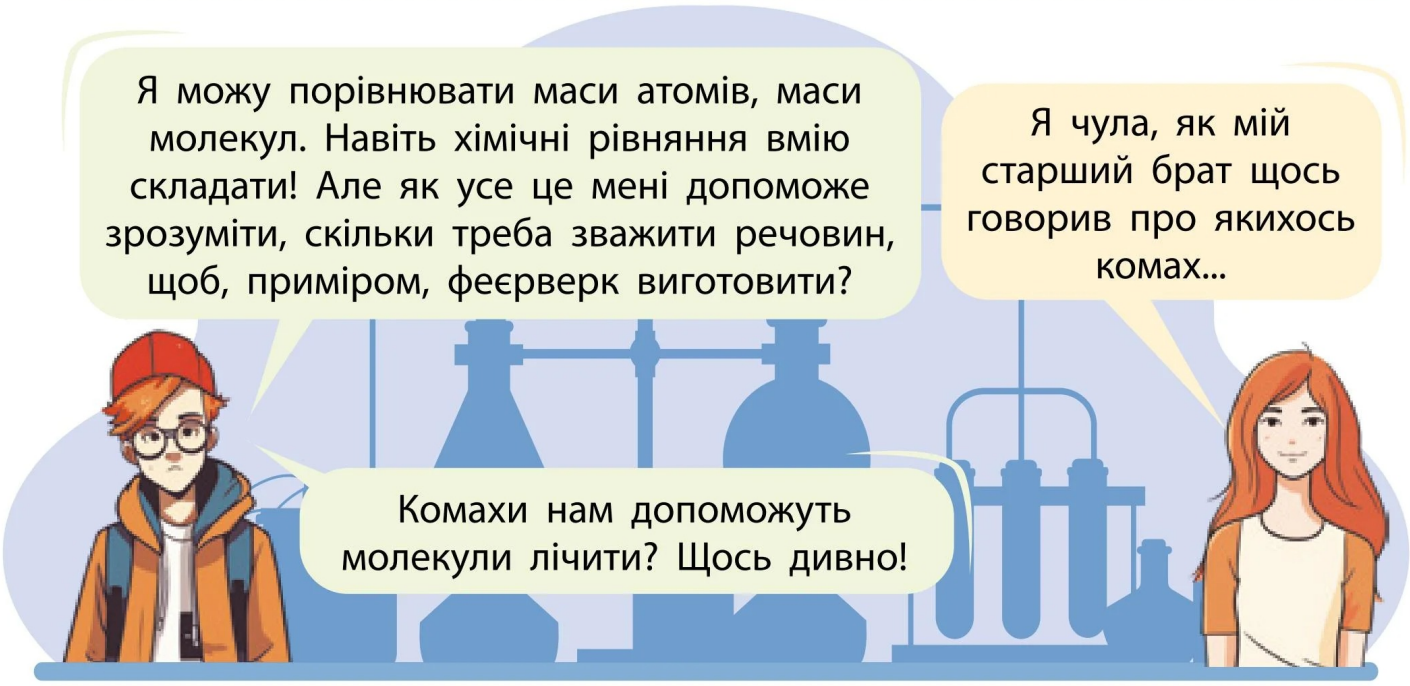
40. Відомий протиалергійний засіб містить активну речовину, що складається з Кальцію та Хлору. Відносна формульна маса сполуки дорівнює 111, а масова частка Хлору в ній становить 64 %. Визначте формулу речовини та складіть її систематичну назву.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 6. КІЛЬКІСТЬ РЕЧОВИНИ. МОЛЯРНА МАСА РЕЧОВИН



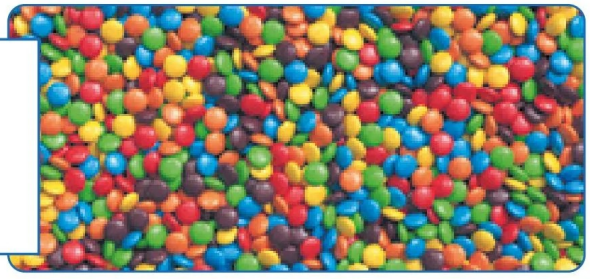
Поміркуйте

У який спосіб можна відібрати однакову кількість молекул різних речовин, наприклад, по одному мільону молекул води та цукру?

1 моль — порція речовини

Майже все, що людина бачить навколо себе, вона намагається описати кількісними характеристиками. Так, коли ми витрачаємо воду, то обчислюємо її об'єм: скільки літрів (або кубометрів) витекло з крана. Купуючи цукерки, ми повідомляємо продавцеві потрібну масу: саме скільки грамів він має зважити. Але іноді знання маси або об'єму буде замало.

Уявіть, що у вас є купа цукерок. Як дізнатися, скільки цукерок у цій купі? Звісно, можна полічити всі цукерки по одній.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

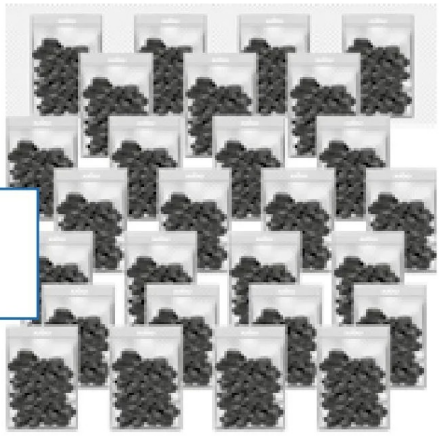
issuu-downloader.com

Але справа полегшується, якщо цукерки розфасовані в пакети з однаковою кількістю цукерок у пакеті. Слід помножити кількість пакетиків на кількість цукерок у кожному з них.





Як полічити атоми Карбону в купі вугілецю?



Набагато простіше, якщо атоми лічити не по одному, а також певними порціями.

1 моль вуглецю

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ атомів Карбону



Справді, науковці й науковиці не лічать поодинокі атоми або молекули, а відміряють їх порціями. Одна «еталонна» порція будь-якої речовини містить $6{,}02 \cdot 10^{23}$ частинок (атомів, молекул, йонів). Це дуже багато! А порція речовини, яка містить стільки частинок, — це 1 моль.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

1 моль — це така кількість речовини (порція), що містить $6{,}02 \cdot 10^{23}$ структурних частинок цієї речовини (атомів, молекул, йонів тощо).

Дізнайтеся більше

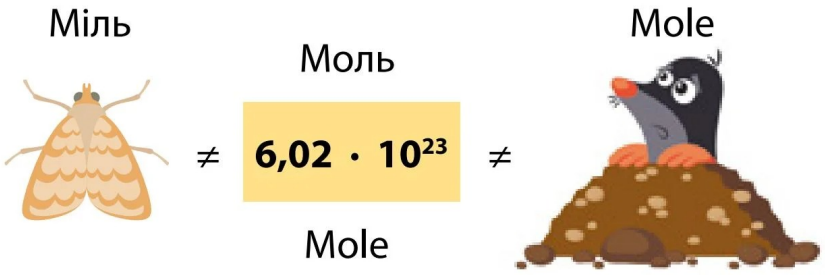
Число $6{,}02 \cdot 10^{23}$ називають на честь відомого італійського фізика і хіміка Амедео Авоґадро, хоча сам він і гадки не мав про це. Першим визначити кількість частинок у певній кількості речовини спробував інший науковець. Проте Авоґадро зробив настільки великий внесок у становлення молекулярної теорії, що це число назвали числом Авоґадро. Цьому числу дорівнює стала Авоґадро, але в неї є одиниця вимірювання: $6{,}02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$.

Поміркуйте

Числа, не кратні 10, ми використовуємо доволі часто. Приміром, доба — це порція часу тривалістю 24 години. А один світловий рік — це відстань у майже $9{,}5 \cdot 10^{12}$ км. Пригадайте інші одиниці вимірювання з «незвичними» числами.

Дізнайтеся більше

В українській мові невеликий метелик, гусениця якого є шкідником вовняних виробів, — це міль, а одиниця вимірювання кількості речовини — моль. Тож не варто їх плутати. Англійською *mole* також співзвучне з назвою тварини *mole* — кріт.



Слова «моль» і «молекула» — спільнокореневі й походять від латинських слів. Слово «молекула» було трансформоване зі словосполучення *молес-корпускула*, тобто маленька частинка.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

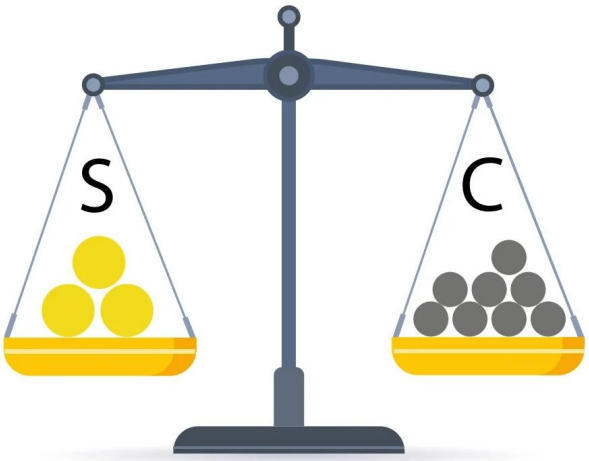
Моль — одиниця вимірювання кількості речовини

Моль — це одиниця вимірювання, як, приміром, кілограм, метр, секунда тощо. Якщо кілограм — одиниця вимірювання маси, то фізичну величину, яку вимірюють у молях, називають *кількість речовини*. Її позначають латинською літерою ***n***.

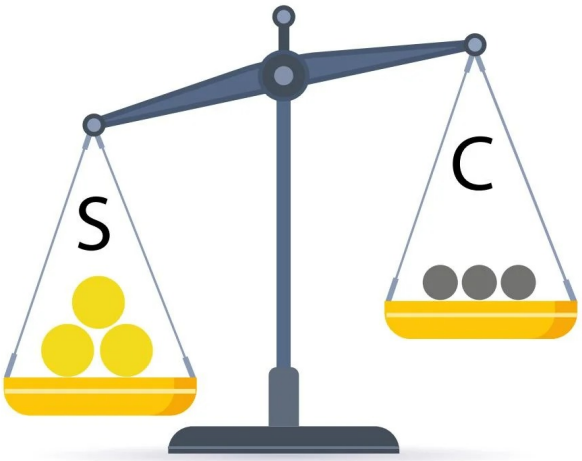
Кількість речовини — фізична величина, що характеризує кількість однотипних частинок речовини (атомів, молекул, йонів тощо).

Кількість речовини визначає, скільки частинок речовини міститься в певному зразку.

Вуглець складається з атомів Карбону, а сірка — з атомів Сульфуру



Однакові маси, але різні кількості речовини атомів

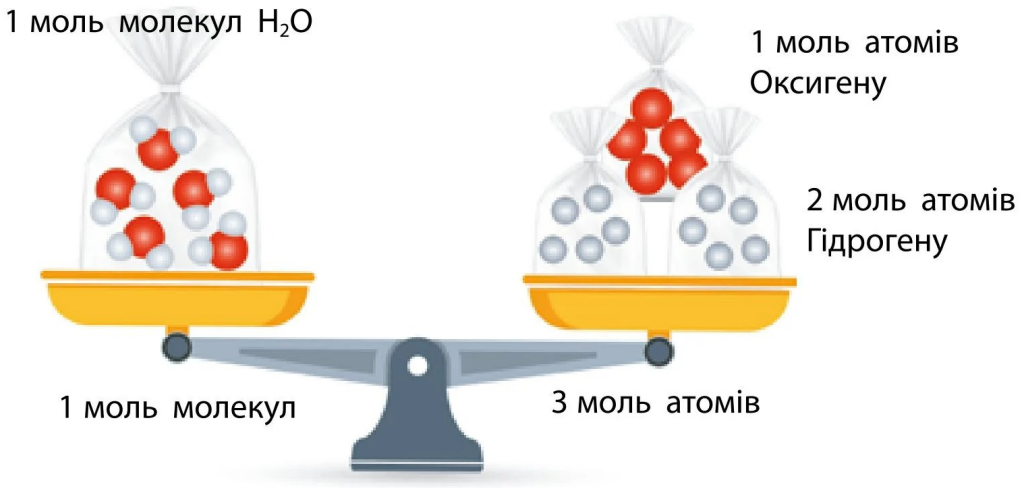


Однакові кількості речовини атомів Карбону й Сульфуру, але різні маси (та об'єми)

Поняття «кількість речовини» застосовне для всіх частинок речовини. За хімічною формулою сполуки, якщо відома кількість речовини її молекул (формульних одиниць), можна визначити кількість речовини всіх атомів у її складі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Молярна маса

На звичайних терезах виміряти маси таких маленьких частинок, як молекули, неможливо. Проте, якщо ми маємо зразок кількістю речовини 1 моль, то масу одного моля речовини виміряти цілком реально навіть на кухонних вагах. Масу одного моля речовини називають *молярною масою* речовини.

Молярна маса — це маса речовини кількістю 1 моль.

Молярна маса — це фізична величина, що дорівнює відношенню маси речовини до її кількості речовини. Її позначають великою літерою M та обчислюють за формулою:

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

Поміркуйте

За формулою для обчислення молярної маси визначте її одиницю вимірювання.

Визначення молярної маси речовини

Молярна маса M, виражена в г/моль, чисельно дорівнює відносній молекулярній масі M_r. Тому за відомою формулою речовини її обчислюють так само.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

- Обчислимо молярну масу метану:

CH_4 — 6 **C** Карбон 12,01; 1 **H** Гідроген 1,008

Молярна маса

$12 + 1 \times 4 = 16$ **(г/моль)**

Для простих речовин атомної (і металічної) будови молярна маса чисельно дорівнює відносній атомній масі.



79 **Au** Аурум 196,97

$A_r(Au) = 197$

$M(Au) = 197$ г/моль



6 **C** Карбон 12,01

$A_r(C) = 12$

$M(C) = 12$ г/моль

Різні речовини складаються з різних молекул (формульних одиниць), які мають різні маси. Якщо взяти декілька речовин у кількості речовини 1 моль, можна помітити, що ці порції різняться за масою й займають різні об'єми.

Маса одного моля цукру — 342 г, а одного моля води — лише 18 г



вода H_2O | кухонна сіль $NaCl$ | сульфатна кислота H_2SO_4 | цукор $C_{12}H_{22}O_{11}$

Очевидно, що чим більша маса однієї молекули, тим більша молярна маса речовини, що складається з таких молекул.

Дізнайтеся більше

З-поміж відомих речовин найбільшу молекулярну масу має білок тітин, молекулярна формула якого $C_{169717}H_{270466}N_{45688}O_{52238}S_{911}$. Молярна маса тітину дорівнює 3 816 030 г/моль, тобто 1 моль цієї речовини важить майже 4 тонни!

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Обчислення з використанням молярної маси

Приклад 1. Обчисліть молярну масу кальцинованої соди Na_2CO_3.

Дано:
Na_2CO_3

$M(Na_2CO_3)$ — ?

Розв'язання:
Обчислимо відносну формульну масу кальцинованої соди:

$M_r(Na_2CO_3) = 2 \cdot A_r(Na) + A_r(C) + 3 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106$ г/моль.

Молярна маса чисельно дорівнює відносній формульній масі, отже: $M(Na_2CO_3) = 106$ г/моль.

Відповідь: $M(Na_2CO_3) = 106$ г/моль.

Приклад 2. Обчисліть масу кальцинованої соди кількістю речовини 0,5 моль.

Дано:
$n(Na_2CO_3) = 0{,}5$ моль

$m(Na_2CO_3)$ — ?

Розв'язання:
$m = n \cdot M$

Обчислимо молярну масу соди (див. приклад 1).

Обчислимо масу соди:

$m(Na_2CO_3) = n(Na_2CO_3) \cdot M(Na_2CO_3) = 0{,}5$ моль $\cdot 106$ г/моль $= 53$ г.

Відповідь: $m(Na_2CO_3) = 53$ г.

Приклад 3. Обчисліть кількість речовини води масою 1 кг.

Дано:
$m(H_2O) = 1$ кг

$n(H_2O)$ — ?

Розв'язання:
$n = \frac{m}{M}$

Обчислимо молярну масу води:

$M(H_2O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$ г/моль.

$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{1\,000 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} \approx 55{,}6$ моль.

Відповідь: $n(H_2O) \approx 55{,}6$ моль.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Запропонуйте спосіб моделювання об'єктів кількістю речовини 1 моль.

Робота з інформацією

41. Обчисліть кількість речовини атомів (або йонів) кожного хімічного елемента, що міститься в 1 моль таких речовин: а) Cl_2; б) H_2SO_4; в) H_3PO_4; г) Fe_2O_3; д) $Ca(OH)_2$.

42. Обчисліть молярні маси речовин: а) H_2S; б) NH_3; в) F_2; г) $CaCO_3$; д) SO_2; е) $NaOH$; є) K_2SO_4; ж) $Fe(NO_3)_3$; з) $NaAl(OH)_4$.

43. Обчисліть кількість речовини: а) заліза масою 7 г; б) азоту N_2 масою 21 г; в) крейди $CaCO_3$ масою 500 г; г) харчової (питної) соди $NaHCO_3$ масою 10 кг.

44. Обчисліть масу (г): а) водню H_2 кількістю речовини 2 моль; б) кисню O_2 кількістю речовини 3 моль; в) води H_2O кількістю речовини 2,5 моль; г) цукру $C_{12}H_{22}O_{11}$ кількістю речовини 0,75 моль; д) золота кількістю речовини 0,08 моль.

45. Визначте молярні маси та назви простих речовин, якщо маса зразка кількістю речовини: а) 7 моль дорівнює 444,5 г; б) 3,5 моль дорівнює 84 г; в) 0,25 моль дорівнює 8 г.

46. Визначте, маса якого зразка більша: а) кисню O_2 кількістю речовини 3 моль чи азоту N_2 кількістю речовини 2 моль; б) води H_2O кількістю речовини 5 моль чи хлору Cl_2 кількістю речовини 1,4 моль; в) негашеного вапна CaO кількістю речовини 1 моль чи паленої магнезії MgO кількістю речовини 1,5 моль.

47. Обчисліть кількість речовини атомів Оксигену в: а) сірчистому газі SO_2 кількістю речовини 3 моль; б) мідній ожарині CuO масою 40 г.

48. У якому зразку більше молекул: у кисні O_2 чи в озоні O_3 масою по 100 г?

49. Маса зразка нітратної кислоти HNO_3 дорівнює 126 г. Обчисліть у цьому зразку кількість речовини: а) молекул нітратної кислоти; б) атомів Нітрогену; в) атомів Гідрогену; г) атомів Оксигену.

50. Кількість речовини в зразку сполуки Карбону з Гідрогеном масою 0,8 г дорівнює 0,05 моль. Обчисліть молярну масу цієї речовини та визначте її формулу.

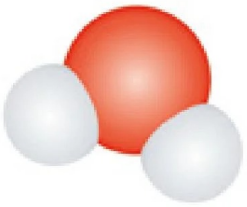
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

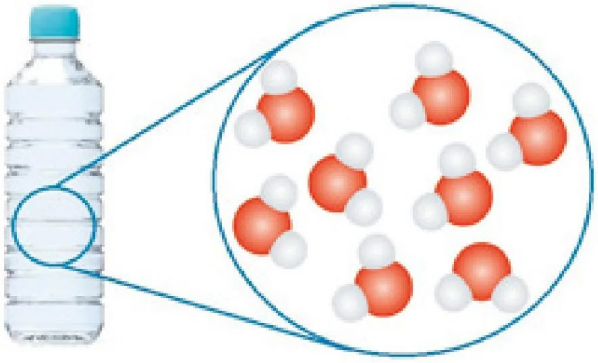
51. Поясніть малюнок і складіть діаграму Венна, порівнявши поняття «відносна молекулярна маса» і «молярна маса».

Одна молекула води



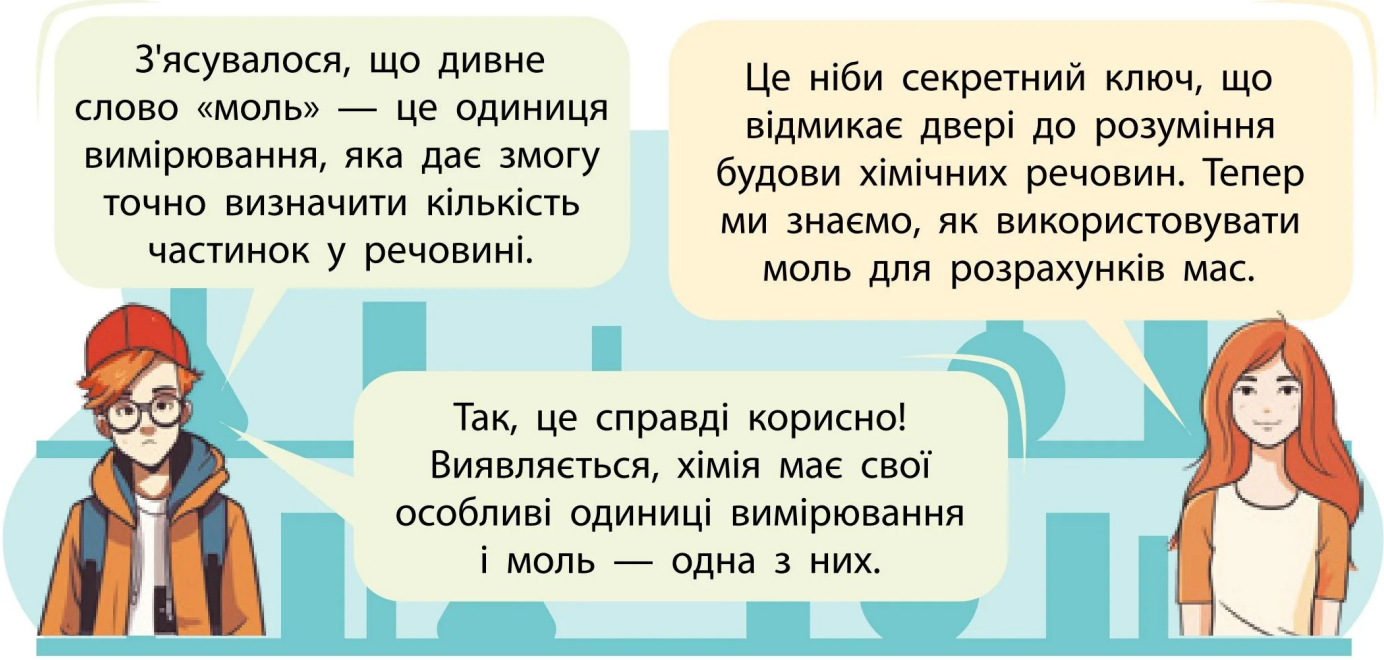
Відносна молекулярна маса:
16 + 1 + 1 = 18

1 моль молекул води



Молярна маса: 18 г/моль

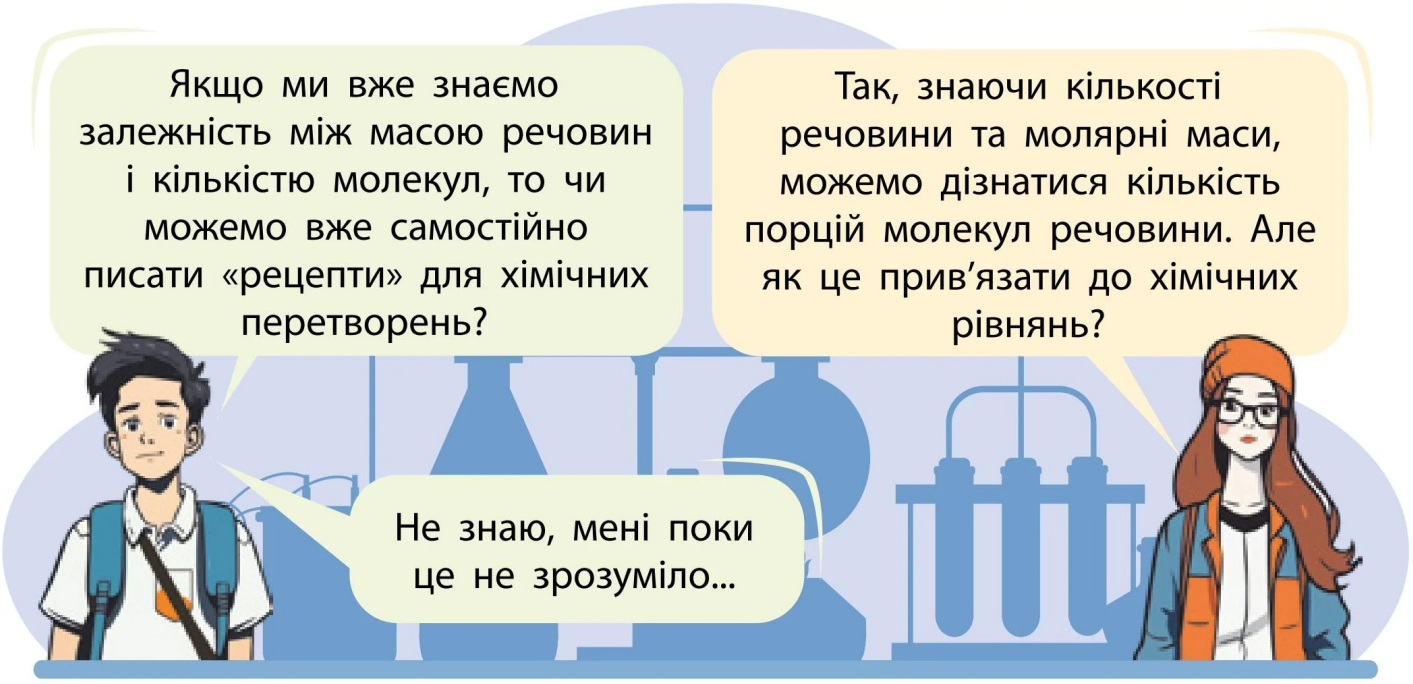
52. Уявити, наскільки велике число Авоґадро, можна так: якщо рівномірно розсипати по всій поверхні нашої планети (і водній також) $6{,}02 \cdot 10^{23}$ піщинок діаметром 1 мм, то вони утворять шар піску завтовшки близько 1 м. Запропонуйте свої аналогії, якими можна проілюструвати величезність числа Авоґадро.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 7. РОЗРАХУНКИ ЗА ХІМІЧНИМИ РІВНЯННЯМИ



Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

За рівнянням хімічної реакції складіть математичну модель обчислення маси або кількості речовини однієї сполуки (реактанта[1] або продукту реакції), якщо відома маса або кількість речовини іншого «учасника» реакції.

Коли кухар готує страву, він відповідно до рецепта змішує харчові продукти в чітко визначених пропорціях (відношеннях). Так само й хімік / хімікиня перед здійсненням хімічної реакції має вирішити, у яких пропорціях слід змішати реактанти, а також обчислити масу продуктів, що мають утворитися.

Усі ці розрахунки можна здійснити за хімічними рівняннями. Якщо відома маса одного з «учасників» реакції, то можна визначити маси всіх інших речовин — і реактантів, і продуктів реакції.

1 За рекомендацією IUPAC речовини, які вступають у хімічну реакцію (витрачаються під час хімічної реакції), називають реактантами.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

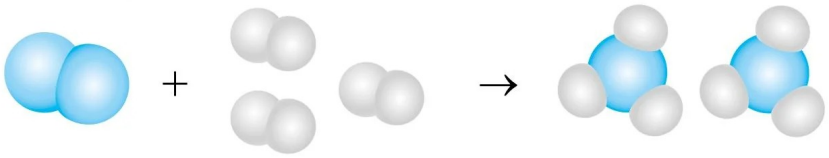
Хімічне рівняння визначає, які речовини та в якому відношенні взаємодіють, а також у якому відношенні утворюються продукти реакції.

До прикладу, за хімічним рівнянням реакції водню з азотом:

$$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$$

ми бачимо, що три молекули водню H_2 взаємодіють з однією молекулою азоту N_2 з утворенням двох молекул амоніаку NH_3.

Таке саме співвідношення буде і для кількостей речовин усіх «учасників» реакції:



один моль азоту | реагує з трьома молями водню | при цьому утворюється два молі амоніаку

Якщо для здійснення цієї реакції взяти не три молі водню, а будь-яку іншу кількість речовини водню (приміром, 1,5 моль), то кількість речовини азоту, що прореагує, буде втричі меншою, ніж кількість речовини водню, тобто $n(N_2) = 0{,}5$ моль:

$$n(H_2) : n(N_2) = 1{,}5 : 0{,}5 = 3 : 1$$

Отже, речовини вступають у хімічні реакції в кількостях, що пропорційні коефіцієнтам у рівнянні реакції — стехіометричним коефіцієнтам. Інакше кажучи, відношення кількостей речовини реактантів (у молях) дорівнює відношенню відповідних коефіцієнтів у рівнянні реакції.

Для будь-якої хімічної реакції, яку можна описати рівнянням:

$$aA + bB = cC$$

справедливими є відношення для кількостей речовини будь-яких «учасників» реакції:

$$\frac{n(A)}{n(B)} = \frac{a}{b}, \qquad \text{або} \quad \frac{n(A)}{n(C)} = \frac{a}{c}, \qquad \text{або} \quad \frac{n(B)}{n(C)} = \frac{b}{c}.$$

За таким принципом можна складати відношення між будь-якими реактантами або продуктами, і це можна використовувати для визначення мас необхідних реактантів або мас продуктів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Приклад 1. Обчисліть кількість речовини кисню, який необхідний для спалювання сірководню кількістю речовини 1,5 моль, якщо під час реакції утворюються сульфур(IV) оксид і вода.

Аналізуємо умову: нам відома кількість речовини сірководню. Сірководень — це гідроген сульфід H_2S. Необхідно обчислити кількість речовини кисню	Дано: $n(H_2S) = 1{,}5$ моль. Обчислити: $n(O_2)$
Складаємо рівняння реакції	$2H_2S + 3O_2 = 2SO_2 + 2H_2O$
Складаємо пропорцію: за умовою відома кількість речовини сірководню, а не відома кількість речовини кисню, тож необхідно скласти відношення кількостей речовини сірководню та кисню	$\frac{n(H_2S)}{n(O_2)} = \frac{2}{3}$
В отриманому рівнянні невідома кількість речовини кисню, тож перетворюємо його для обчислення $n(O_2)$	$n(O_2) = \frac{n(H_2S) \cdot 3}{2}$
Підставляємо відому кількість речовини сірководню й обчислюємо	$n(O_2) = \frac{n(H_2S) \cdot 3}{2} = \frac{1{,}5 \text{ моль} \cdot 3}{2} =$ $= 2{,}25$ моль
Формулюємо відповідь	$n(O_2) = 2{,}25$ моль

Приклад 2. Обчисліть масу (г) фосфор(V) оксиду, який можна одержати взаємодією фосфору з киснем кількістю речовини 0,5 моль.

Аналізуємо умову: нам відома кількість речовини кисню. Необхідно обчислити масу фосфор(V) оксиду	Дано: $n(O_2) = 0{,}5$ моль. Обчислити: $m(P_2O_5)$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Складаємо рівняння реакції	$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$
Складаємо пропорцію: за умовою відома кількість речовини кисню, а не відома маса оксиду, тож необхідно скласти відношення кількостей речовини оксиду й кисню	$\frac{n(P_2O_5)}{n(O_2)} = \frac{2}{5}$
В отриманому рівнянні невідома кількість речовини оксиду, тож перетворюємо його для обчислення $n(P_2O_5)$	$n(P_2O_5) = \frac{n(O_2) \cdot 2}{5}$
Підставляємо відому кількість речовини кисню й обчислюємо	$n(P_2O_5) = \frac{n(O_2) \cdot 2}{5} = \frac{0{,}5 \text{ моль} \cdot 2}{5} = 0{,}2 \text{ моль}$
За відомою кількістю речовини фосфор(V) оксиду визначаємо його масу	$m(P_2O_5) = n(P_2O_5) \cdot M(P_2O_5) =$ $= 0{,}2 \text{ моль} \cdot (2 \cdot 31 + 5 \cdot 16) \text{ г/моль} =$ $= 28{,}4 \text{ г}$
Формулюємо відповідь	$m(P_2O_5) = 28{,}4 \text{ г}$

Приклад 3. Спалили метан масою 48 г. Обчисліть масу (г) витраченого кисню, якщо під час реакції утворилися карбон(IV) оксид і вода.

Аналізуємо умову: нам відома маса метану. Необхідно обчислити масу кисню	Дано: $m(CH_4) = 48$ г. Обчислити: $m(O_2)$
Складаємо рівняння реакції	$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$
Перед складанням пропорції варто всі дані в грамах перевести в молі	$n(CH_4) = \frac{m(CH_4)}{M(CH_4)} = \frac{48 \text{ г}}{(12 + 4 \cdot 1) \text{ г/моль}} =$ $= 3 \text{ моль}$
Складаємо пропорцію: ми знаємо кількість речовини метану, а не відома маса кисню, тож необхідно скласти відношення кількостей речовини метану й кисню	$\frac{n(CH_4)}{n(O_2)} = \frac{1}{2}$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

В отриманому рівнянні не відома кількість речовини кисню, тож перетворюємо його для обчислення	$n(O_2) = n(CH_4) \cdot 2 = 3$ моль $\cdot 2 =$ $= 6$ моль
За відомою кількістю речовини кисню визначаємо його масу	$m(O_2) = n(O_2) \cdot M(O_2) = 6$ моль $\cdot$ $\cdot 32$ г/моль $= 192$ г
Формулюємо відповідь	$m(O_2) = 192$ г

Приклад 4. Розчин кальцій хлориду масою 500 г із масовою часткою розчиненої речовини 1,11 % змішали з достатньою масою соди Na_2CO_3. Під час реакції утворилися кальцій карбонат $CaCO_3$ і натрій хлорид. Обчисліть масу (г) утвореного кальцій карбонату.

Аналізуємо умову: нам відома маса розчину кальцій хлориду та його масова частка	Дано: m(розчину $CaCl_2$) $= 500$ г, $w(CaCl_2) = 1{,}11\ \%$ або $0{,}0111$. Обчислити: $m(CaCO_3)$
Складаємо рівняння реакції	$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaCl$
Перед складанням пропорції варто всі дані перевести в молі. Використовуємо формулу обчислення масової частки речовини в розчині	$w(\text{речовини}) = \dfrac{m(\text{речовини})}{m(\text{суміші / розчину})}$ $w(CaCl_2) = \dfrac{m(CaCl_2)}{m(\text{розчину } CaCl_2)}$ $m(CaCl_2) = m(\text{розчину } CaCl_2) \cdot$ $\cdot w(CaCl_2) = 500\ \text{г} \cdot 0{,}0111 = 5{,}55\ \text{г}.$ $n(CaCl_2) = \dfrac{m(CaCl_2)}{M(CaCl_2)} =$ $= \dfrac{5{,}55\ \text{г}}{(40 + 2 \cdot 35{,}5)\ \text{г/моль}} = 0{,}05$ моль
Складаємо пропорцію: ми знаємо кількість речовини кальцій хлориду, а не відома маса кальцій карбонату, тож необхідно скласти відношення кількостей речовини цих речовин	$\dfrac{n(CaCl_2)}{n(CaCO_3)} = \dfrac{1}{1}$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Відношення дорівнює 1 : 1, тож кількості речовин однакові	$n(CaCO_3) = n(CaCl_2) = 0{,}05$ моль
За відомою кількістю речовини кальцій карбонату визначаємо його масу	$m(CaCO_3) = n(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3) =$ $= 0{,}05 \text{ моль} \cdot (40 + 12 + 3 \cdot 16) \text{ г/моль} = 5 \text{ г}$
Формулюємо відповідь	$m(CaCO_3) = 5$ г

Робота з інформацією

53. Визначте відношення кількостей речовини реактантів для реакції одержання купрум(2+) оксиду з простих речовин.

54. Обчисліть кількість речовини фосфор(V) оксиду, що утвориться під час реакції фосфору кількістю речовини 2 моль із киснем. Яка кількість речовини кисню витратиться під час реакції?

55. Гашене вапно $Ca(OH)_2$ (кальцій гідроксид) використовують для нейтралізації кислих ґрунтів і в будівництві. Обчисліть кількість речовини кальцій гідроксиду $Ca(OH)_2$, що утворюється внаслідок взаємодії води з кальцій оксидом: а) кількістю речовини 0,5 моль; б) масою 7 г.



56. Складіть рівняння реакції амоніаку NH_3 із киснем з утворенням азоту й води. Обчисліть масу (г) кисню, який необхідний для спалювання амоніаку кількістю речовини 24 моль. Обчисліть маси (г) кожного з продуктів реакції.

57. Для випікання хліба й тістечок часто використовують харчовий розпушувач, який робить тісто пухким. Популярним розпушувачем є амоній гідрогенкарбонат NH_4HCO_3. Під час випікання він розкладається з утворенням газів за рівнянням:



$$NH_4HCO_3 \xrightarrow{t} NH_3\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

Обчисліть масу (г) такого розпушувача, необхідного для одержання вуглекислого газу кількістю речовини 0,15 моль.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

58. Карбон(IV) оксид можна одержати спалюванням (реакцією з киснем) вуглецю або метану CH_4. Обчисліть, якої речовини й у скільки разів більше (за масою) необхідно для одержання вуглекислого газу масою 55 г.

59. У сільському господарстві широко використовують амоніачну селітру як азотне добриво. За нагрівання така селітра розкладається за рівнянням:

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{t} N_2O + 2H_2O$$

Обчисліть масу амоніачної селітри, необхідної для одержання нітроген(I) оксиду масою 5 г.



60. Для дезінфекції води на водоочисних спорудах часто використовують натрій гіпохлорит NaClO. У воді він може розкладатися з утворенням натрій хлориду та кисню. Складіть хімічне рівняння цієї реакції та обчисліть масу натрій хлориду, який залишиться у воді, у разі використання натрій гіпохлориту масою 5 кг.

61. Для зварювання рейок на залізниці часто використовують термітну суміш — суміш алюмінію з ферум(3+) оксидом. За нагрівання з неї утворюється залізо й алюміній оксид. Складіть хімічне рівняння цієї реакції та обчисліть масу заліза, яке можна одержати з ферум(3+) оксиду масою 54 г.

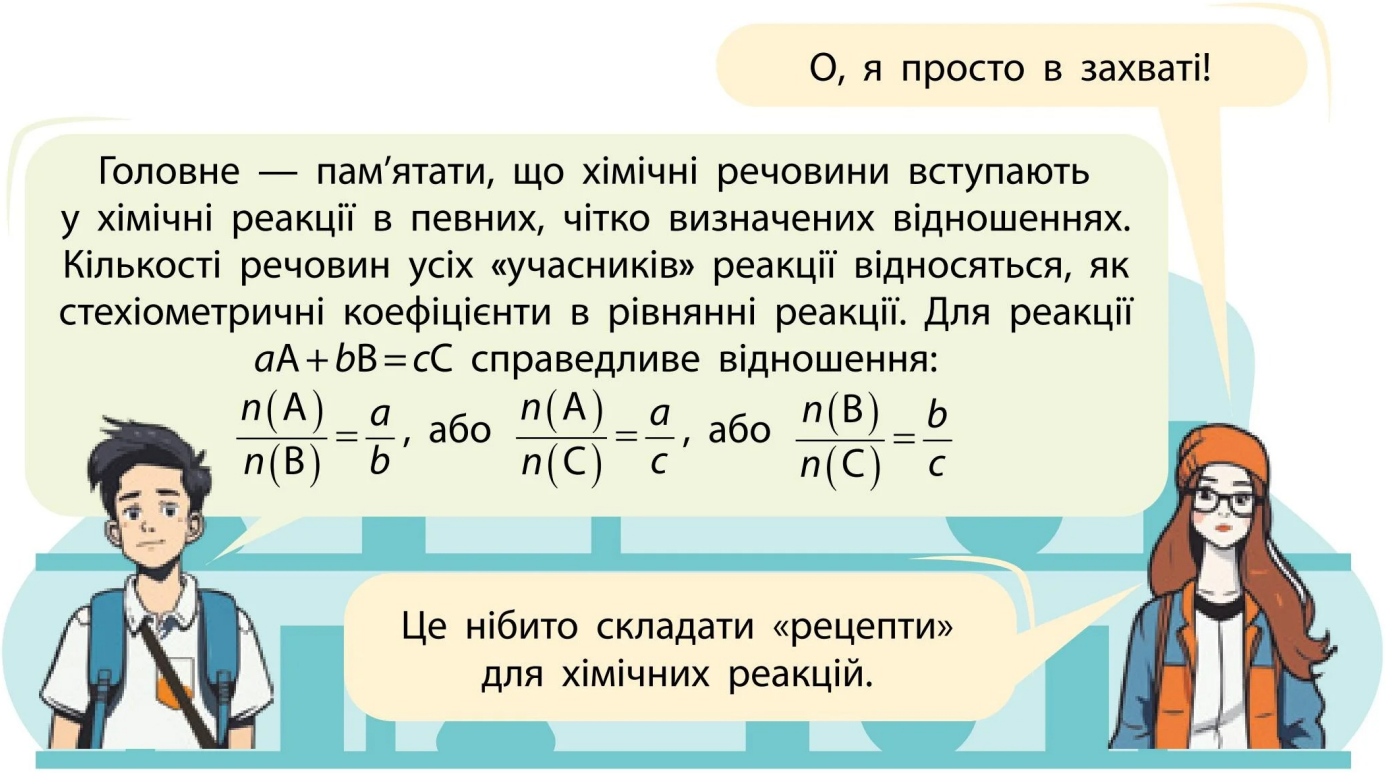
Розуміння явищ природи (робота в групах)

62. Створіть модель реакції горіння метану CH_4 подібно до того, як це зроблено в цьому параграфі на с. 55.

63. У якому кількісному відношенні слід змішати залізо із сіркою для одержання ферум(2+) сульфіду? Обчисліть маси реактантів, що необхідно змішати для одержання ферум(2+) сульфіду кількістю речовини 1 моль.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Самооцінювання за темою «Пізнаємо кількісні закони хімії»

rnk.com.ua/110183

РЕФЛЕКСУЄМО ЩОДО ТЕМИ «ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ»

- Поверніться на початок розділу (с. 7) та прочитайте перелік того, що ви мали дізнатися.
  Визначте, про що ви дізналися, а про що треба пошукати інформацію.
- Поділіться своїми думками та враженнями від вивченого з однокласниками й однокласницями.

issuu-downloader.com

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ

У ЦЬОМУ РОЗДІЛІ ВИ ДІЗНАЄТЕСЯ:

- які умови науковці називають нормальними;
- якщо озон нас захищає, то чому він небезпечний;
- що в хімії антонім до слова «кислий» — зовсім не «солодкий»;
- чому водень називають паливом майбутнього;
- чому чадний газ називають «тихим убивцею».

ТЕМИ ДОВГОТРИВАЛИХ ПРОЄКТІВ

1. Озон у повітрі. Запропонуйте спосіб визначення озону в повітрі.
2. Альтернатива природному газу: використання різних видів палива нашою громадою.
3. Перспективи одержання біогазу та «зеленого» водню в Україні.
4. STEAM-проєкт «Дослідження зміни температури реакційної суміші». (Дослідження зміни температури реакційної суміші розчину лугу (або солі) та кислоти з отриманням результатів у реальному часі.)
5. STEAM-проєкт «Дослідження якості повітря». (Створення приладу для визначення вмісту газів у повітрі з використанням датчиків для вимірювання концентрації кисню, вуглекислого й чадного газів, сірководню тощо. Дослідження вмісту цих газів у повітрі на різних локаціях: у школі, парку, поблизу автомагістралі тощо.)

СТВОРІТЬ ЛЕПБУК НА ОДНУ З ТЕМ

- Склад повітря.
- Колообіг хімічних елементів у природі: Оксигену, Нітрогену, Карбону.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 8. ПОВІТРЯ

Я знаю, що повітря важливе для дихання, оскільки в ньому є кисень. А що ще є в повітрі? Ми вивчаємо хімію, то, гадаю, можемо якось це визначити.

Ми говорили про це на уроках природознавства, але я не розумію, як з'ясували склад повітря.

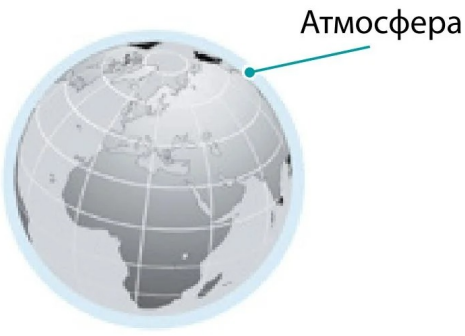


Цікаво, чи можна якось експериментально довести, що повітря складається не лише з кисню?



Атмосфера й повітря

Навколо нашої планети існує газувата оболонка, яку називають *атмосферою* (мал. 8.1). Усі ми живемо на «дні» цього повітряного океану. Загальну товщину атмосфери вважають близько 1000 км, але більшість газів міститься в шарі заввишки не більше 100 км від поверхні Землі, які називають щільними шарами атмосфери. На тлі земної кулі атмосфера майже не помітна (мал 8.2).



Мал. 8.1. Атмосфера Землі — це порівняно тонкий газовий шар навколо нашої планети. Приблизно п'яту частину нижніх шарів атмосфери становить кисень



Мал. 8.2. Із космосу шар земної атмосфери на вигляд дуже тонкий

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Повітрям зазвичай називають ту частину атмосфери, що є природним середовищем існування організмів, зокрема людини, — це приземний шар заввишки близько 5 км.

Склад повітря

Поміркуйте

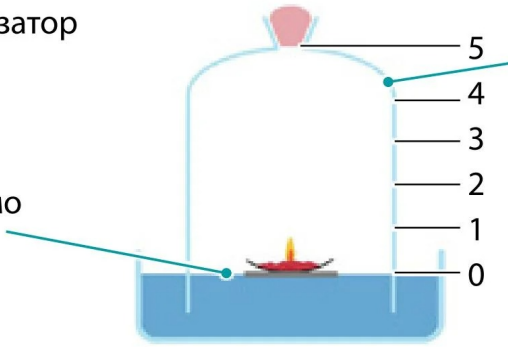
Те, що повітря не є простою речовиною, а є сумішшю газів, свого часу експериментально намагалися довести багато науковців. З-поміж них — польський алхімік-філософ Міхал Сендзівуй (Machał Sędziwój) і шотландський хімік Джозеф Блек (Joseph Black). Висловіть гіпотезу, у який спосіб вони це могли зробити. Які відомі вам гази можуть бути складниками повітрі?

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Змоделюємо дослід зі встановлення складу повітря.

1. У широкий кристалізатор наливаємо воду

2. На плотик поміщаємо порцелянову чашу з фосфором

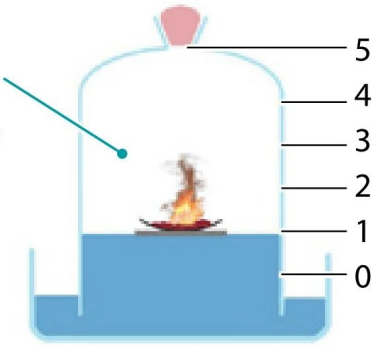


3. Плотик накриваємо скляним куполом так, щоб під ним легко переміщувалася вода

4. Крізь отвір у куполі підпалюємо фосфор і отвір закорковуємо

5. Спостерігаємо горіння фосфору з утворенням твердого продукту реакції — фосфор(V) оксиду

6. Через певний час горіння фосфору припиняється, хоча в чаші його ще трохи залишилося



7. Після припинення горіння рівень води в куполі піднявся, зайнявши приблизно 1/5 частину простору всередині

Поміркуйте

Чому піднявся рівень води в куполі та чому саме на таку висоту?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

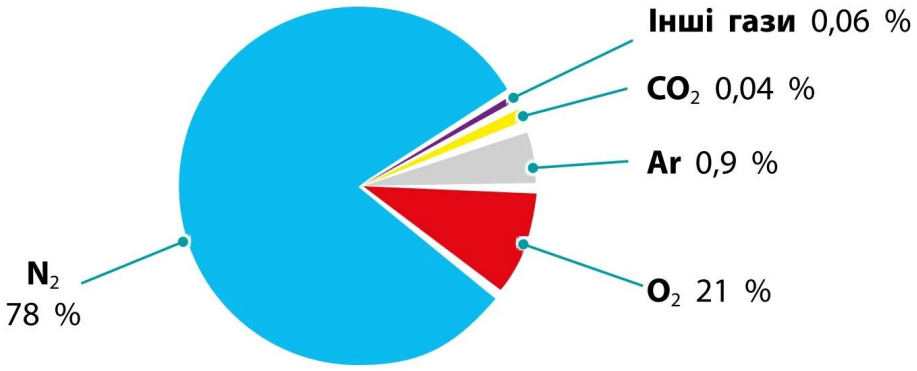
Із природничих курсів ви знаєте, що єдиний газ у повітрі, який підтримує дихання та горіння, — це кисень. Під час горіння фосфору саме кисень витрачається, а цей простір під скляним куполом займає вода. Ми експериментально довели, що кисень становить приблизно 1/5 частину повітря (за об'ємом).

Дізнайтеся більше

Перші досліди зі встановлення складу повітря здійснив англійський науковець Генрі Кавендиш. Він спалював різні речовини в повітрі й зафіксував, що завжди витрачалася однакова частка повітря. Результати дослідів не залежали від місця проведення експериментів (у місті, за його межами та в іншій країні).

Повітря — це складна суміш близько 15 різних газів. Основними компонентами повітря є азот, кисень і аргон (мал. 8.3). Інші компоненти повітря — це вуглекислий газ, неон, гелій, метан тощо. Склад повітря дещо змінюється залежно від місцевості, погодних умов і висоти над рівнем моря. Приміром, водяної пари в повітрі у вологу й теплу погоду більше, ніж у суху й холодну. Вуглекислий газ утворюється внаслідок процесів горіння та дихання, тому в повітрі великих міст його більше, ніж над лісами й морями. Унаслідок гниття в повітрі з'являється гідроген сульфід H_2S (сірководень).

Об'ємні частки азоту й кисню в повітрі в різних місцевостях майже постійні. Але з підйомом вище від рівня моря число молекул кисню й азоту в одиниці об'єму повітря потроху



Мал. 8.3. Склад сухого повітря поблизу поверхні Землі (за об'ємом)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com





зменшується. Саме тому під час подорожі високо в горах важче дихати. У верхніх, дуже розріджених шарах атмосфери кисню майже немає.

У зачинених і непровітрюваних приміщеннях (там, де є люди) внаслідок дихання може накопичуватися багато вуглекислого газу. Повітря, що містить понад 0,1 % вуглекислого газу, стає небезпечним для людини. Тому слід регулярно провітрювати приміщення.

Робота з інформацією

64. Знайдіть інформацію щодо досліджень М. Сендзівуя та Дж. Блека. Результати яких експериментів цих науковців мали б підтвердити висновок, що повітря є сумішшю газів? Чи підтвердилася ваша гіпотеза, яку ви сформулювали під час уроку?

65. Підготуйте повідомлення про встановлення складу повітря Генрі Кавендишем.

66. Загальновідомо, що кисень украй необхідний для дихання. Утім у медицині відомий небезпечний стан — киснева інтоксикація, або отруєння киснем. У додаткових джерелах дізнайтеся про токсичність кисню та за яких умов він може бути небезпечним. Презентуйте результати вашого інформаційного дослідження в класі.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

67. Запропонуйте ознаки, за якими можна класифікувати повітря.

68. Чи можна використовувати термін «молекула повітря»? Відповідь поясніть.

69. За описом дослідження на с. 64 дайте відповіді на запитання.

- Яка властивість атмосфери зумовлює підіймання рівня води?
- Складіть хімічне рівняння горіння фосфору.
- Фосфор(V) оксид — тверда речовина. Яке явище під час досліду свідчить про це?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

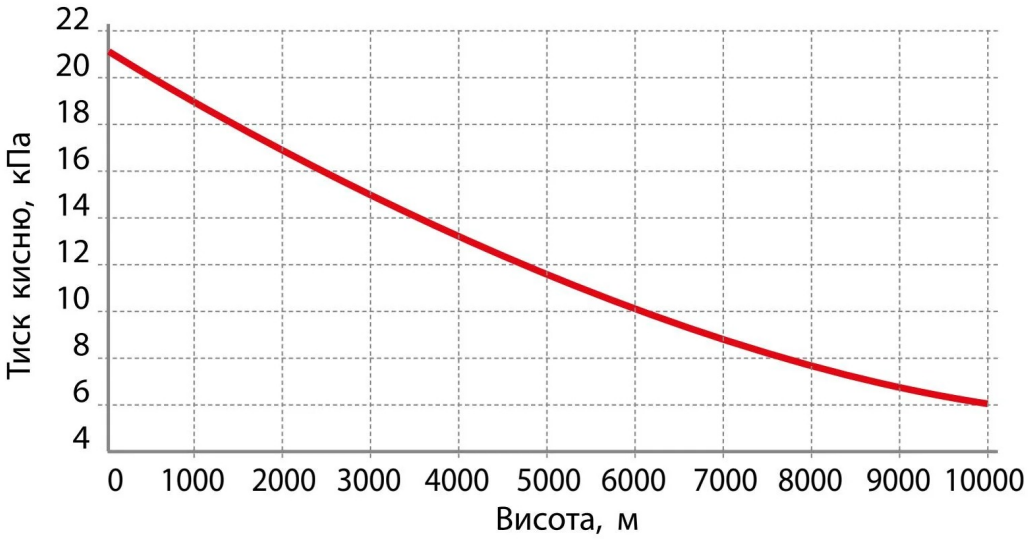
issuu-downloader.com

- Якби продуктом згоряння фосфору була газувата речовина, то чи фіксували б ми такі самі результати?
- У порцеляновій чаші після припинення горіння ще залишився фосфор. Чи залишиться за цих умов кисень під куполом?
- Чи змогли б ви зробити такий самий висновок, якщо б фосфор згорів повністю?
- Як впливає зміна температури газової суміші під час згоряння на рівень води під куполом?

70. Для експерименту зі встановлення складу повітря Генрі Кавендиш змішав азот, виділений із повітря, з киснем. Через цю суміш він тривалий час пропускав електричний струм, а продукти реакції розчиняв у воді. Як би він не повторював дослід, усе одно над водою залишалася бульбашка газу об'ємом близько 1/120 від початкового об'єму азоту. Лише через 100 років було встановлено, що це за газ. Як ви вважаєте, який саме газ одержав Кавендиш?

71. Уміст яких компонентів повітря помітно відрізнятиметься від зазначеного в параграфі залежно від місця перебування: а) поблизу вугільної ТЕС; б) у лісі; в) у великому місті; г) у відкритому океані; д) на болоті; е) на сміттєзвалищі?

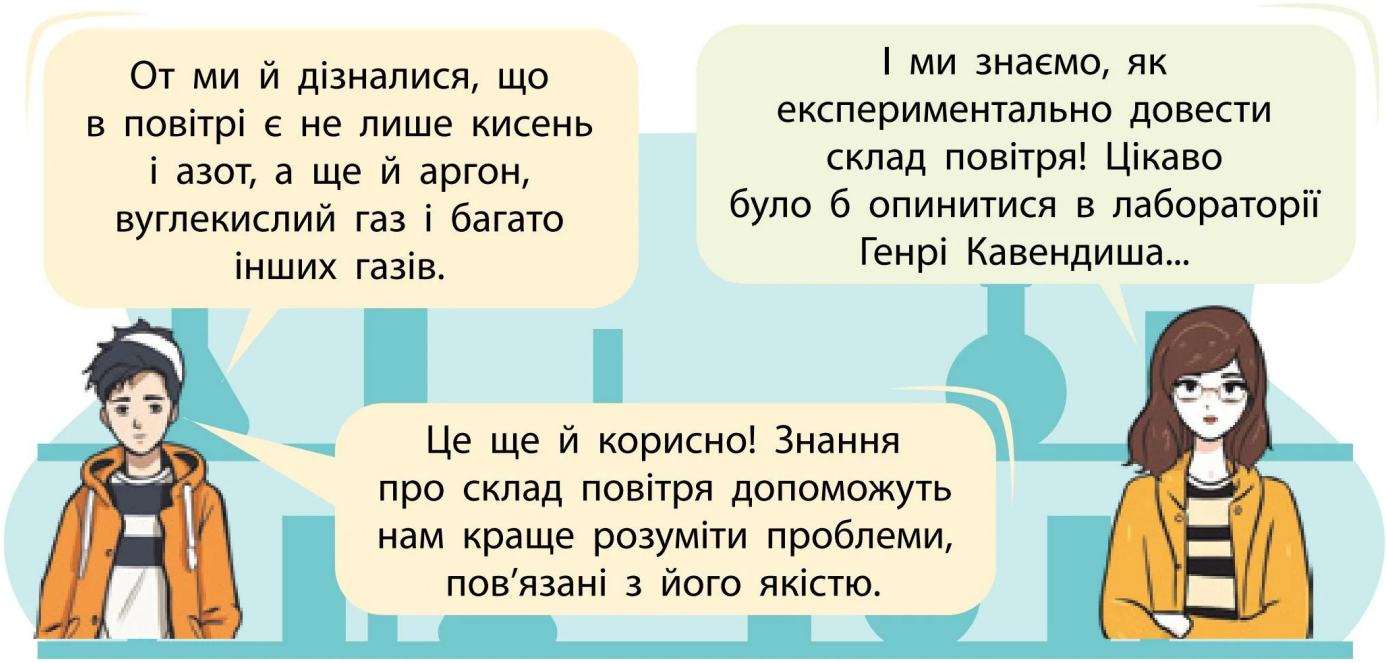
72. Як вам відомо з курсу фізики, атмосферний тиск знижується зі збільшенням висоти над рівнем моря. У нижніх шарах атмосфери об'ємна частка кисню майже не змінюється. Унаслідок зниження атмосферного тиску знижується також і тиск, зумовлений наявністю кисню в повітрі. На графіку наведено залежність тиску кисню від висоти (до 10 км).
Проаналізуйте графік і дайте відповіді на запитання.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

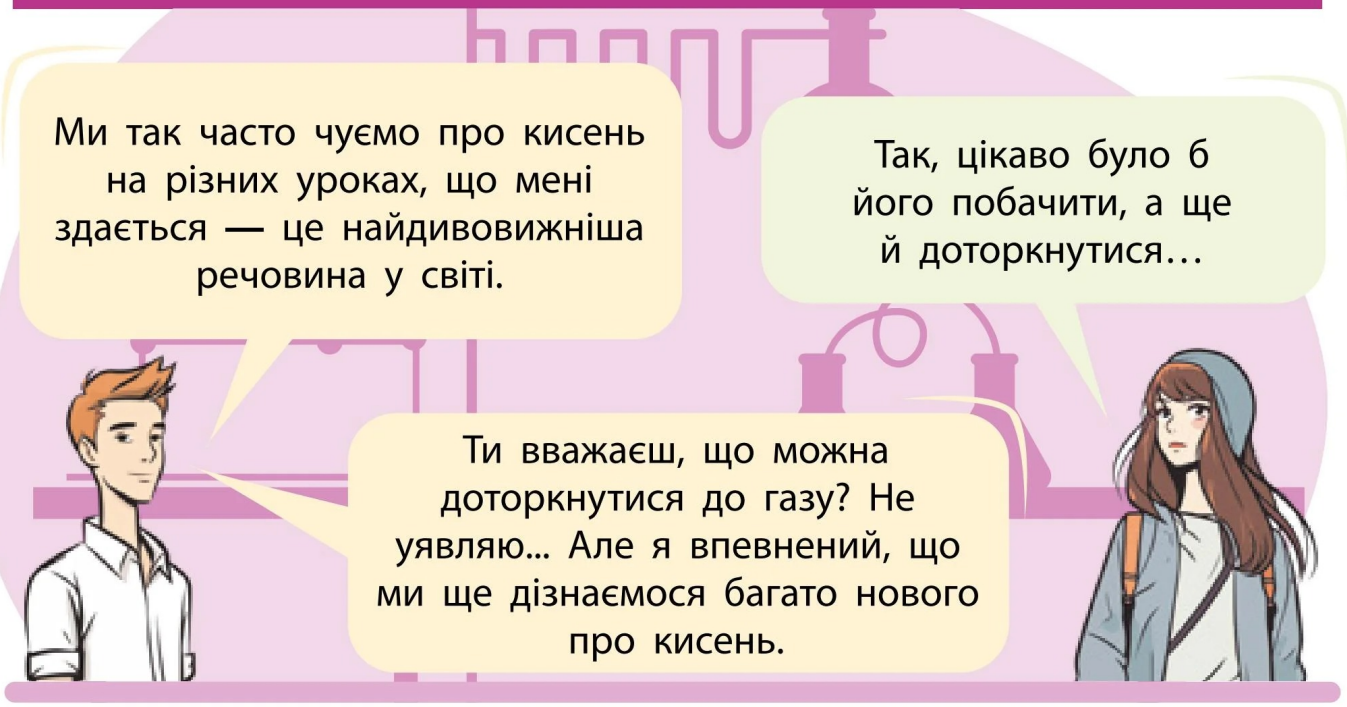
- Зазвичай людина відчуває нестачу кисню, якщо його тиск становить менше 14 кПа. До якої висоти може піднятися людина, щоб не відчувати нестачі кисню?
- Чи відчуватиме людина нестачу кисню на вершині Говерли? (Висоту гори за потреби дізнайтеся з додаткових джерел.)
- За тиску кисню менше 12 кПа у фізично нетренованої людини можуть виявлятися симптоми гіпоксії (нестачі кисню): задишка, утома, запаморочення тощо. Висота, на якій курсують пасажирські літаки (крейсерська висота), становить близько 10 км. Чи зможуть пасажири вільно дихати, якщо на цій висоті станеться розгерметизація салону літака? До якої максимальної висоти командир повітряного судна має знизити літак, щоб пасажири не знепритомніли?
- За тиску кисню менше 10 кПа для підтримування багаття треба вживати додаткових заходів. Як ви вважаєте, чи можна розвести багаття на вершині Евересту? (Потрібну інформацію дізнайтеся з додаткових джерел.)



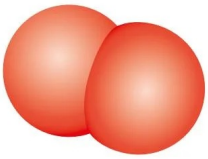
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 9. КИСЕНЬ: ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ОДЕРЖАННЯ



Фізичні властивості кисню



Формула й модель молекули кисню

O_2



Рідкий кисень має блакитне забарвлення

Кисень:

- за кімнатної температури газ без кольору, смаку, запаху;
  рідкий кисень — рухома блідо-блакитна рідина, твердий кисень — сині кристали;
- розчинність у воді: за 0 °C в 1 л води розчиняється 10,2 мл кисню, за 20 °C — 6,7 мл;
- густина за 0 °C та нормального атмосферного тиску — 1,43 г/л (густина повітря за цих умов — 1,29 г/л);
- $t_{кип.} = -183$ °C, $t_{пл.} = -219$ °C;
- парамагнітний (рідкий і твердий кисень притягується магнітом).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Джозеф Прістлі
(1733–1804)
Англійський хімік, першим відкрив кисень, амоніак тощо



Карл Вільгельм Шеєле
(1742–1786)
Шведський хімік-самоук, відкрив кисень незалежно від Джозефа Прістлі

Перше знайомство з киснем

Кисень був відкритий 1774 року Джозефом Прістлі. Науковець досліджував гази, що утворюються внаслідок розжарювання різних речовин сонячними променями, сфокусованими за допомогою лінзи.

Для одержання кисню Прістлі прожарював меркурій(2+) оксид HgO в пробірці, наповненій ртуттю, унаслідок чого виділявся кисень:

$$2HgO \xrightarrow{t} 2Hg + O_2\uparrow$$

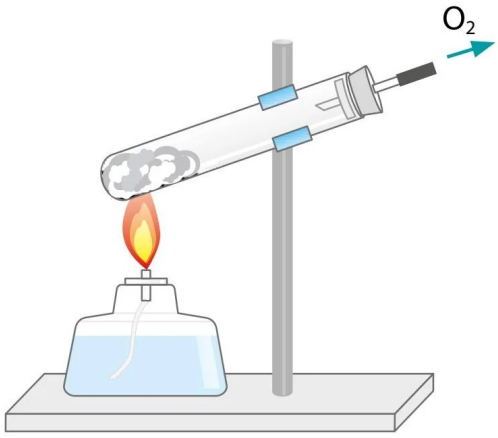
Розкладання бертолетової солі

Зручним способом одержання кисню для дослідження його в лабораторії наприкінці XVIII століття став процес розкладання бертолетової солі (калій хлорату) $KClO_3$, відкритої Клодом Луї Бертолле.

За нагрівання бертолетова сіль спочатку плавиться (357 °C), а за температури близько 400 °C починає виділятися безбарвний газ (мал. 9.1):

$$2KClO_3 \xrightarrow{t} 2KCl + 3O_2\uparrow$$

Для прискорення цього процесу до бертолетової солі можна додати невелику кількість порошку манган(IV) оксиду MnO_2: кисень починає виділятися за значно нижчої температури (≈ 200 °C). Манган(IV) оксид у цій реакції не витрачається, він лише прискорює її.



Мал. 9.1. Одержання кисню розкладанням бертолетової солі

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Такі речовини називають *каталізаторами*, а явище пришвидшення реакції — *каталізом*.

Каталізатори — це речовини, які змінюють швидкість хімічної реакції, проте самі в ній не витрачаються.

Аби підкреслити, що каталізатор потрібний лише для пришвидшення реакції, у хімічних рівняннях формули каталізаторів записують як умову здійснення над знаком «дорівнює»:

$$2KClO_3 \xrightarrow{t,\ MnO_2} 2KCl + 3O_2\uparrow$$

Розкладання калій перманганату

Кисень у лабораторії також зручно одержувати з калій перманганату $KMnO_4$ (мал. 9.2).

За нагрівання до 230 °С фіолетово-чорні блискучі кристали калій перманганату розкладаються:

$$2KMnO_4 \xrightarrow{t} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

Під час розкладання калій перманганат дуже розтріскується, тому в пробірку слід помістити ватяний тампон для запобігання потраплянню часточок твердих речовин у газовідвідну трубку.



Мал. 9.2. Калій перманганат використовують для одержання кисню в лабораторії

Розкладання гідроген пероксиду

У шкільних лабораторіях кисень одержують переважно розкладанням гідроген пероксиду H_2O_2, який у побуті відомий як перекис водню.

Гідроген пероксид — нестійка речовина, він розкладається навіть за кімнатної температури (але дуже повільно). За нагрівання розкладання дещо пришвидшується. Але якщо до розчину гідроген пероксиду додати дрібку манган(IV) оксиду, то реакція

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

відбувається так швидко, що рідина ніби «закипає» — це виділяється кисень:

$$2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2\uparrow$$

Після реакції в пробірці залишається суміш води та манган(IV) оксиду. Цю суміш легко розділити фільтруванням. У цій реакції манган(IV) оксид є каталізатором, тож не витрачається під час її перебігу. У цьому легко впевнитися, якщо відфільтрований манган(IV) оксид знову додати до гідроген пероксиду для розкладання його нової порції.

Дізнайтеся більше

- Оскільки каталізатори в хімічних реакціях не витрачаються, то їх зазвичай додають до реактантів у дуже малій кількості. Існує навіть вираз «додати в каталітичній кількості», що означає «дуже мало».
- Калій перманганат $KMnO_4$ поширений у медицині під назвою «марганцівка». Його використовують у вигляді дуже розбавленого розчину для промивання шлунка в разі отруєння.
- Гідроген пероксид у побуті називають перекисом водню. Зазвичай використовують його 3–6%-й водний розчин для дезінфекції або гігієни. Потрапивши на рану, гідроген пероксид під дією наявних у крові каталізаторів (ферментів, або ензимів), починає виділяти кисень, який знищує бактерії й зупиняє кровотечу.



Концентровані розчини гідроген пероксиду (30–98 %) називають «пергідроль», їх зазвичай використовують у техніці та промисловості.

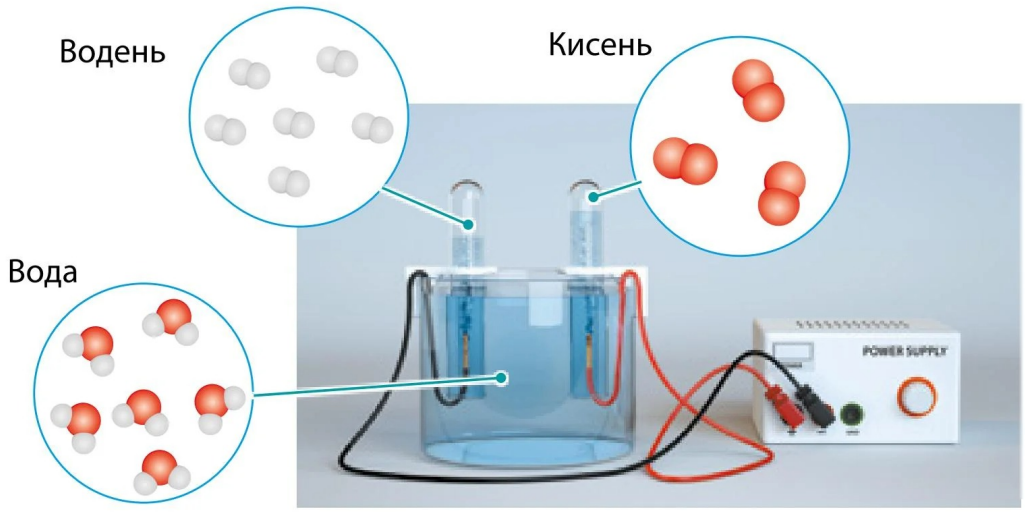
Розкладання води

Під дією постійного електричного струму вода розкладається на дві прості речовини — кисень і водень. Цей процес називають *електролізом* (мал. 9.3). У хімічних рівняннях дію електрики позначають символом «висока напруга» (блискавка):

$$2H_2O \xrightarrow{\text{⚡}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Мал. 9.3. Одержання кисню електролізом води

Електроліз води відбувається повільно й потребує значних витрат електрики, але одержаний кисень є досить чистим, тому подеколи цей метод є доцільним.

Розглянуті способи одержання кисню називають лабораторними, оскільки їх використовують лише в лабораторіях. А от електролізом води можна одержувати кисень у промислових масштабах, що було реалізовано наприкінці XIX століття.

Робота з інформацією

73. Знайдіть і презентуйте в класі інформацію про дослідження, які дали змогу відкрити кисень.

74. Підготуйте доповідь про відкриття й дослідження бертолетової солі, зокрема про внесок Клода Луї Бертолле.

75. У додаткових джерелах дізнайтеся більше про каталізатори: чому вони впливають на перебіг реакції, але не витрачаються.

76. Обчисліть, у скільки разів густина кисню більша за густину повітря. (Для обчислень використайте дані з параграфа).

77. У хімічну склянку налили розчин гідроген пероксиду масою 400 г і додали дрібку манган(IV) оксиду. Після завершення виділення бульбашок газу в склянці залишилася вода масою 375 г. Обчисліть: а) масу утвореного кисню; б) масову частку гідроген пероксиду в початковому розчині.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

78. Порівняйте масові частки Оксигену в калій перманганаті та бертолетовій солі.

79. Обчисліть масу кисню, який можна одержати з: а) бертолетової солі масою 1 кг; б) калій перманганату масою 1 кг. Яку із цих двох речовин вигідніше використовувати для одержання кисню (якщо припустити, що в них однакова вартість)? Обчисліть об'єми одержаного кисню в кожному разі (за температури 0 °С й нормального атмосферного тиску). Для обчислень використайте дані з параграфа.

80. Як ви вважаєте, що означають терміни «лабораторний спосіб одержання» та «промисловий спосіб одержання»? Яким критеріям мають відповідати лабораторні способи одержання речовин, а яким — промислові? Порівняйте їх, склавши діаграму Венна.

Розуміння явищ природи (робота в групах)



81. З якою метою працівники рибних господарств роблять узимку ополонки на річках і озерах?

82. Як ви вважаєте, чи можна виділити чистий кисень із повітря дією магніту, якщо інші складники повітря магнітом не притягуються?

83. Уявіть, що перед вами дві однакові закриті колби, наповнені за однакових умов повітрям і киснем. Як можна визначити, у якій колбі міститься кисень, не відкриваючи колби?

84. Із підвищенням температури розчинність газів у воді зменшується. Чи можна наповнювати акваріум із рибами кип'яченою охолодженою водою? Поясніть свою думку.

85. Як ви вважаєте, чи впливає кількість доданого каталізатора на швидкість реакції? Чому каталізатори можна додавати в невеликих кількостях?

86. Як зміниться стан терезів, якщо в порожню склянку, яка врівноважена на терезах, крізь трубочку додати кисень?

87. Карл Шеєле відкрив кисень раніше, ніж Джозеф Прістлі, але опублікував результати своїх досліджень пізніше. Тому першовідкривачем кисню вважають Прістлі. Чи згодні ви з таким принципом визначення першості? Наведіть свої аргументи (за або проти).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

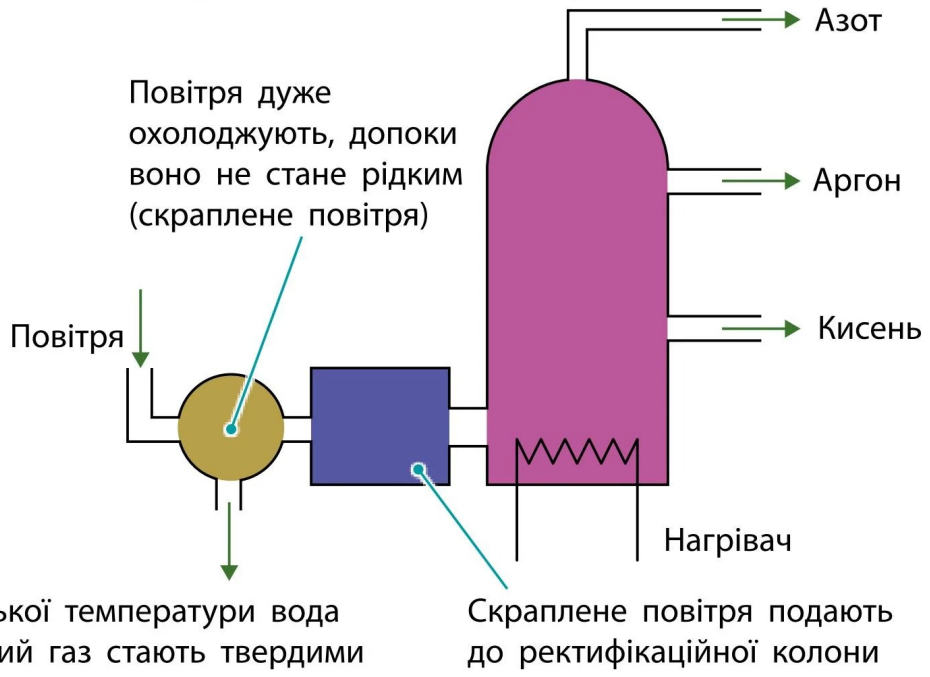
88. Назву кисню (*oxygen*) дав Антуан Лавуазьє після дослідження його властивостей. Першовідкривачі називали кисень інакше: Джозеф Прістлі — «поліпшеним повітрям», а Карл Шеєле — «вогненним повітрям». Як ви вважаєте, чим керувалися науковці, даючи такі назви відкритому газу?

89. За матеріалом параграфа висловіть припущення, що економічно вигідніше: одержувати кисень нагріванням бертолетової солі без каталізатора чи із витратами на каталізатор.

90. У додаткових джерелах знайдіть інформацію про значення каталізаторів у промисловості, техніці та в живих організмах. Презентуйте результати свого дослідження в класі.

91. Одержання кисню електролізом потребує великих витрат на електрику. Кисень у промисловості одержують переважно ректифікацією[1]. Проаналізуйте схему цього процесу.

Розділення газів повітря



- За схемою схарактеризуйте цей спосіб розділення газів повітря.
- Одержання кисню ректифікацією скрапленого повітря ґрунтується на фізичних чи хімічних явищах?
- Назвіть два способи розділення сумішей, які використовують у цьому процесі

1 Про ректифікацію можете повторити за підручником хімії 7-го класу на с. 163

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

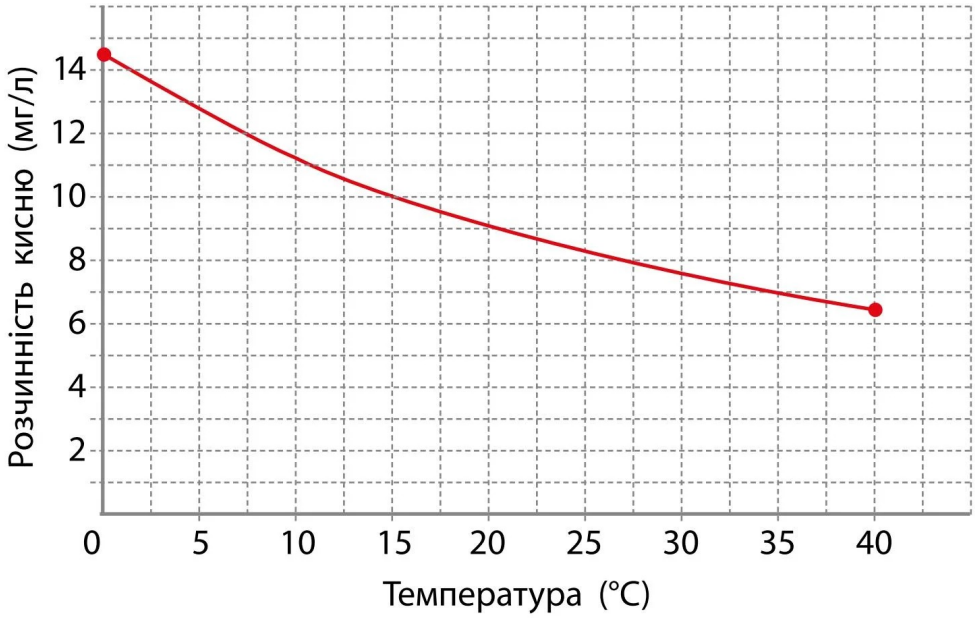
- Оцініть (приблизно) температуру скрапленого повітря.
- Температура кипіння якої речовини вища: азоту чи аргону? аргону чи кисню?
- Поясніть різницю прибутковості двох промислових способів одержання кисню: електролізом води та ректифікацією повітря.

92. За кількістю реактантів і продуктів реакції з-поміж відомих реакцій можна виділити, зокрема, такі:

- реакції *сполучення*, які можна описати схемою A + B = C;
- реакції *розкладу* за схемою A = B + C.

Проаналізуйте методи одержання кисню, описані в параграфі. До якого типу реакцій — сполучення чи розкладу — вони належать? Відповідь поясніть. Сформулюйте визначення для цього типу реакцій.

93. Поліна та Сергій досліджували залежність розчинності кисню у воді від температури. За результатами роботи створили графік. Проаналізуйте графік і дайте відповіді на запитання.



- Схарактеризуйте залежність розчинності кисню у воді від температури.
- У водах якого океану — Північного Льодовитого чи Індійського — уміст кисню більший? Аргументуйте свою думку.
- Визначте оптимальну температуру в акваріумі, якщо для життєдіяльності риб мінімальний уміст кисню — 8 мг на 1 л води.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

- Як підвищення температури води в озері внаслідок глобального потепління клімату може вплинути на популяцію риб? Які наслідки глобального потепління на екологічний баланс у водоймах?
- Як температура може впливати на якість питної води, зокрема на наявність патогенних анаеробних мікроорганізмів?
- За результатами дослідження Сергій зробив висновок, що в Північному Льодовитому океані найбільше біорізноманіття з-поміж усіх океанів. Оцініть правильність цього твердження, наведіть аргументи для його підтвердження або спростування.
- Поліна стверджує, що навіть за покриття водойми льодом, узимку в озері риби зможуть вижити. Оцініть правильність цього твердження, наведіть аргументи «за» або «проти».

94. Одержаний у промисловості кисень (як газуватий, так і скраплений) треба правильно зберігати та доставляти до споживачів. Залежно від агрегатного стану кисню, його зберігають у різні способи, як зображено на малюнках.

- Як ви вважаєте, у яких посудинах зберігають газуватий кисень, а в яких — скраплений? Відповідь поясніть.
- За схемою влаштування посудини Дьюара поясніть, на чому ґрунтується зберігання кисню в необхідному агрегатному стані. Які є обмеження використання посудин Дьюара? За необхідності зверніться до додаткових джерел інформації.
- Які побутові аналоги посудини Дьюара ми використовуємо в щоденному житті?



Балони з киснем, пофарбовані в синій колір

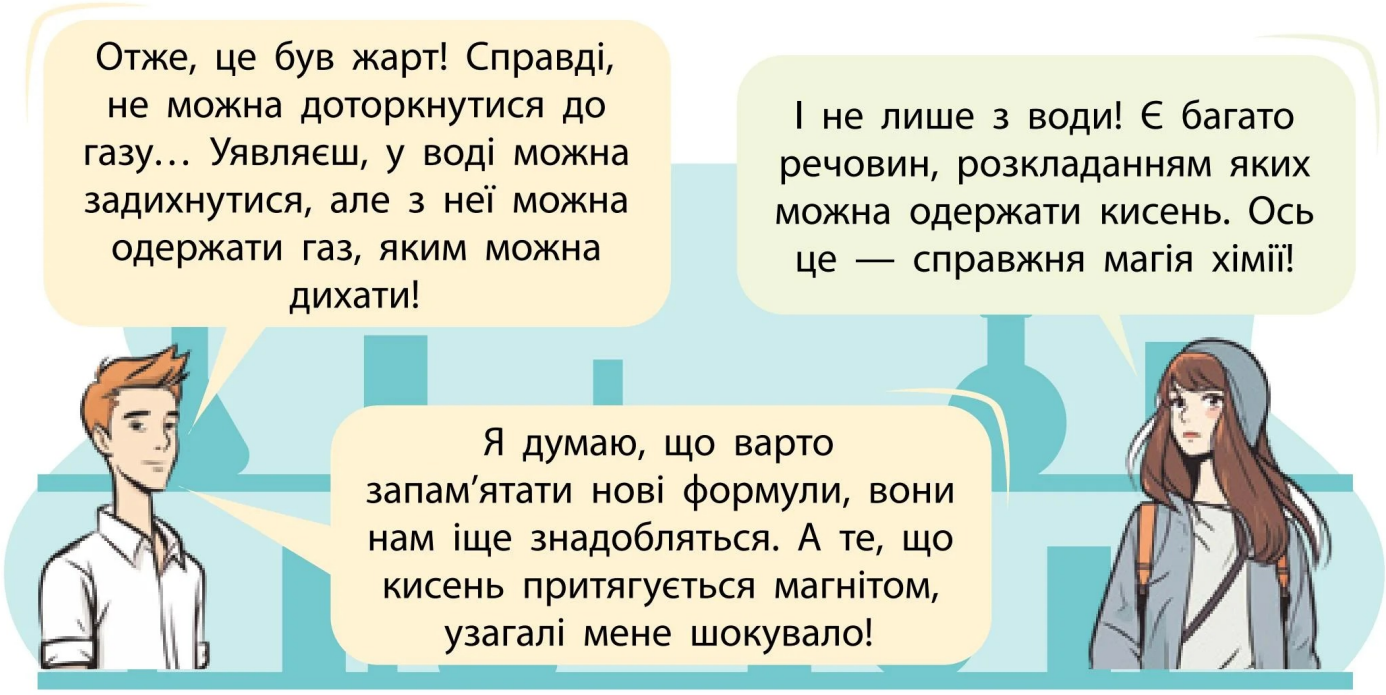




Посудина Дьюара: зовнішній вигляд і загальна схема

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 1

«Одержання кисню»

Що є метою нашої роботи?

Дослідити способи одержання, збирання та виявлення кисню.

Що нам знадобиться?

Обладнання: конічна колба об'ємом 100–200 мл, пробірка, корок із газовідвідною трубкою, деревна скіпка, кристалізатор, хімічна склянка об'ємом 50–100 мл, аркуш паперу, спиртівка.
Реактиви: розчин гідроген пероксиду (аптечний, 3 %), каталізатор (сухі пекарські дріжджі або манган(IV) оксид), природні джерела каталізаторів (шматочки сирого м'яса, фрагменти кімнатних рослин (наприклад, листки алое) та сирих овочів (картоплі, моркви, буряка тощо).

Визначаємо ризики

Для досліду ви маєте використовувати розчин гідроген пероксиду та спиртівку. Визначте ризики роботи з переліченим обладнанням і речовинами. Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

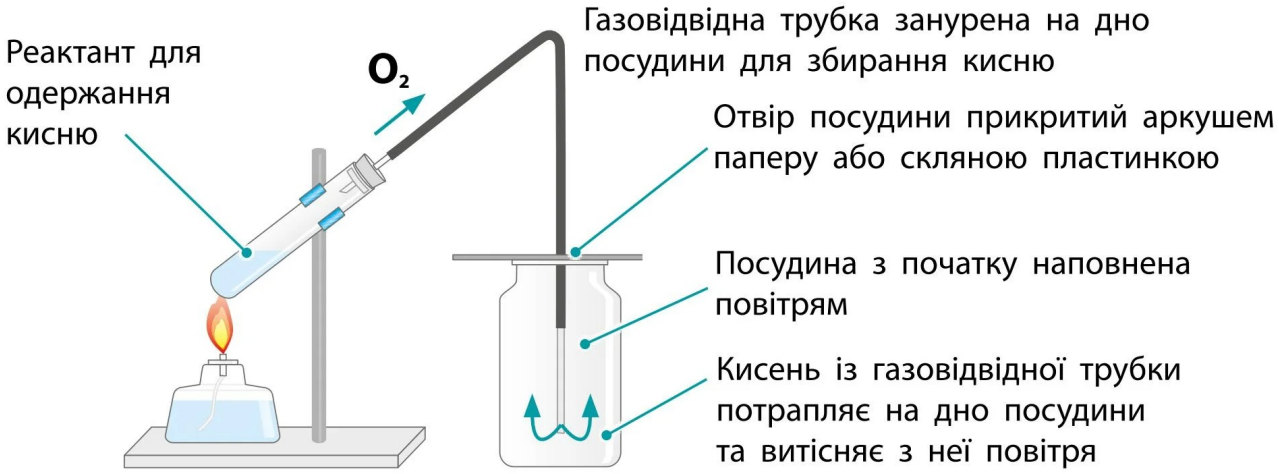
Моделюємо

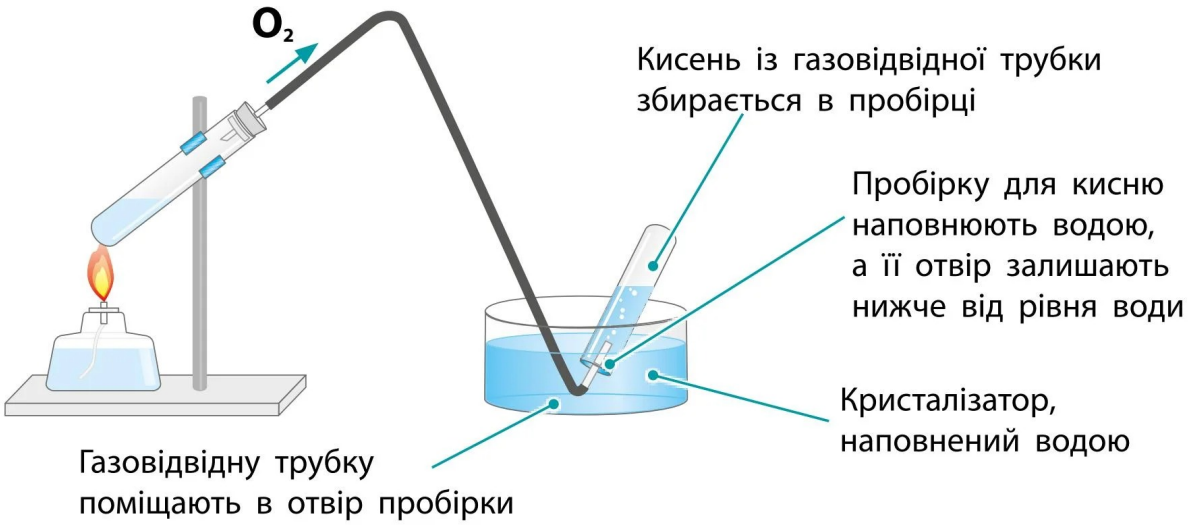
Якщо кисень одержувати у відкритій посудині (пробірці, колбі, хімічній склянці), то він потраплятиме в повітря. А для вивчення його властивостей кисень слід зібрати в посудину.

Поміркуйте

За фізичними властивостями кисню (§ 9) сформулюйте гіпотезу: як можна зібрати одержаний кисень у посудину.

Для збирання газів у лабораторії зазвичай використовують два способи: витісненням повітря або витісненням води.





Коли пробірка заповниться киснем, її закорковують і лише потім виймають із води та перевертають

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Поміркуйте

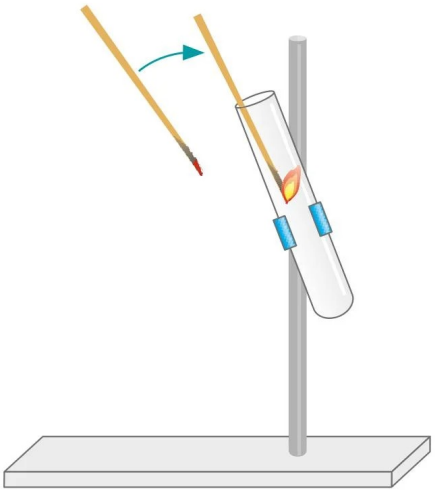
На якій фізичній властивості кисню ґрунтується спосіб його збирання витісненням повітря, а на якій — витісненням води?
Чи підтвердилася ваша гіпотеза?
Чому під час збирання кисню витісненням повітря отвір посудини прикривають?
Чому під час збирання кисню витісненням води пробірку після наповнення водою слід залишити так, щоб її отвір був нижче від рівня води?
Зважаючи на розчинність кисню у воді (див. попередній параграф), поясніть можливість збирання кисню витісненням води.

Якщо ви одержуєте та збираєте певну речовину, ви маєте бути впевненими, що одержали й зібрали саме те, що планували.

Поміркуйте

Ґрунтуючись на знаннях про повітря та кисень, запропонуйте спосіб доведення наявності кисню в посудині.

Щоб довести, що газ, яким ви наповнили пробірку або іншу посудину, це кисень, треба до отвору посудини піднести тліючу скіпку, або занурити її в пробірку. Якщо скіпка яскраво спалахує, то добутий газ — кисень.



Підтвердження наявності кисню в пробірці: тліюча скіпка, внесена в пробірку з киснем, спалахує

Поміркуйте

Чи підтвердилася ваша думка?
На якій властивості кисню ґрунтується цей спосіб?

Що ми маємо зробити?

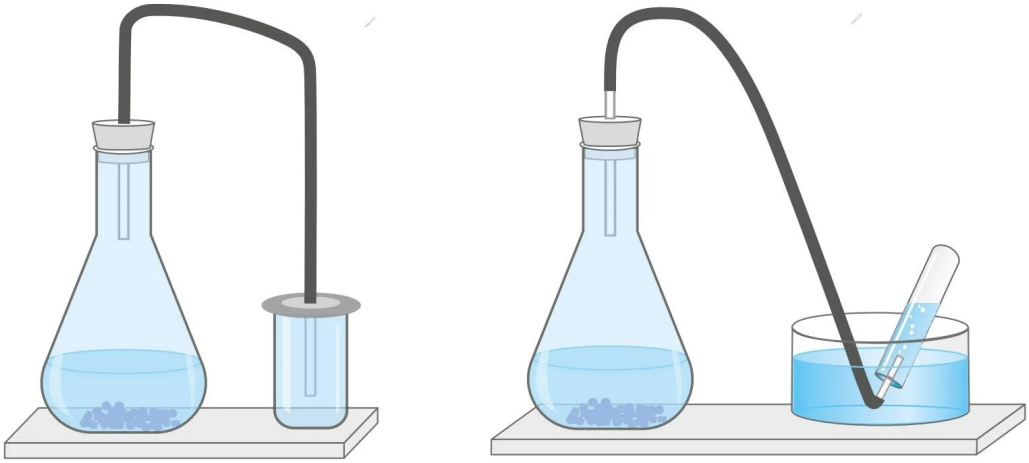
I. Одержуємо, збираємо та виявляємо кисень

1. У конічну колбу насипте шпателем дрібку манган(IV) оксиду (або сухих пекарських дріжджів).
2. У колбу налийте 3%-й розчин гідроген пероксиду об'ємом 30–40 мл та одразу закрийте її корком із газовідвідною трубкою.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

3. Вільний кінець газовідвідної трубки занурте на дно хімічної склянки та прикрийте її отвір аркушем цупкого паперу.
4. Запаліть спиртівку. Від полум'я спиртівки запаліть деревну скіпку, дайте їй трохи прогоріти та загасіть її, щоб вона продовжувала тліти.
5. Піднесіть тліючу скіпку до краю хімічної склянки і тримайте її допоки не впевнитеся, що вона повністю заповнилася киснем.
6. Поки хімічна склянка заповнюється киснем, налийте в кристалізатор воду, заповніть пробірку водою, закрийте її та помістить отвором униз у кристалізатор. Відкрийте отвір пробірки.
7. Коли хімічна склянка заповниться киснем, перемістіть газовідвідну трубку в отвір пробірки і чекайте, допоки пробірка не заповниться киснем.



8. Коли пробірка заповниться, закрийте її отвір, дістаньте, переверніть отвором догори, відкрийте та внесіть у неї тліючу скіпку.

II. Досліджуємо ефективність каталізаторів

Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу: чи всі каталізатори однаково ефективно прискорюють хімічні реакції.

1. У різні пробірки помістіть наявні зразки природних джерел каталізаторів. У разі використання овочів або фрагментів рослин, їх необхідно трішки розім'яти (щоб почав виділятися сік) або використовувати щойно відрізані шматочки.
2. У кожну пробірку налийте розчин гідроген пероксиду об'ємом по 1–2 мл.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

3. Занотуйте спостереження в таблицю й оцініть каталітичну ефективність зразків. У таблиці позначте найбільш і найменш ефективні каталізатори.

Зразок	Оцінка швидкості реакції	Найбільш / найменш ефективний

Для підбиття підсумків роботи обговоріть питання

1. Чи вдалося підтвердити / спростувати гіпотезу, сформульовану вами до початку дослідження?
2. За якими ознаками можна дійти висновку, що гідроген пероксид розкладається? Як можна оцінити швидкість реакції?
3. З якою метою використовують каталізатор у цьому дослідженні? Чи спостерігали ви його помітне «зникнення» впродовж реакції? Про що це може свідчити?
4. Запропонуйте експеримент для доведення, що каталізатор після використання все ще зберігає каталітичну активність.
5. Як ви вважаєте, чому в цьому дослідженні рекомендовано використовувати зразки сирих продуктів? Чи можна для дослідження використовувати відварені овочі або м'ясо?

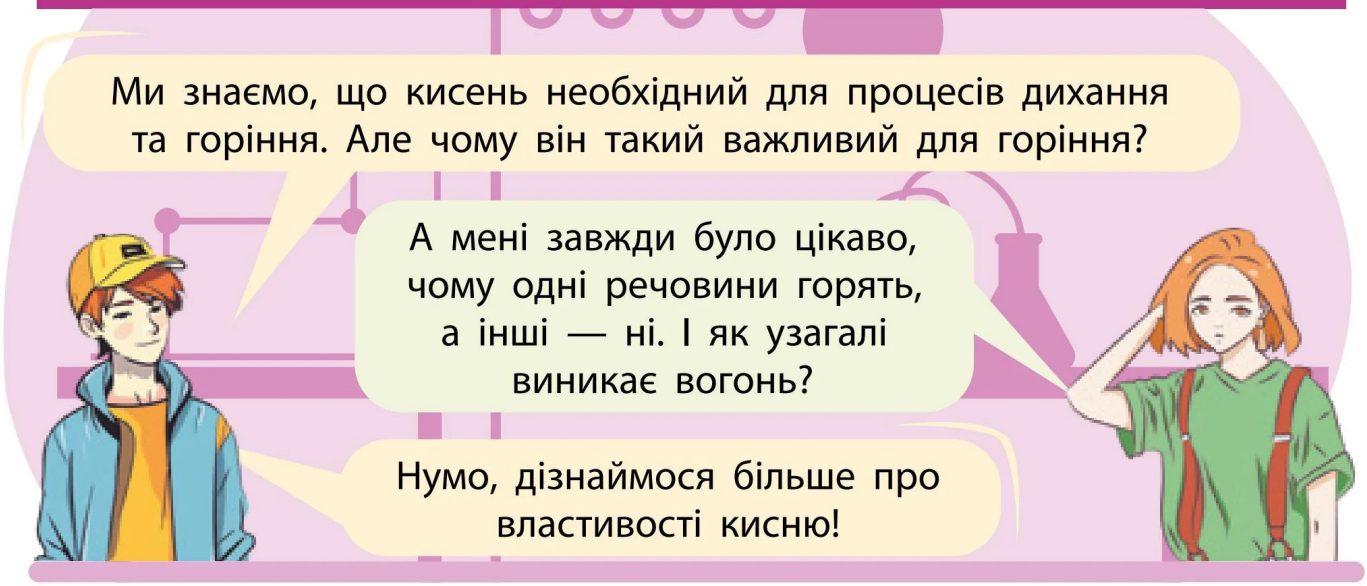
Рефлексуємо

- Що нового ви дізналися під час цього дослідження?
- Що виявилося для вас складним? Поясніть чому.
- Де вам можуть знадобитися вміння, яких ви набули?
- Які чинники сприяли або заважали під час роботи?
- Як ви оцінюєте свою роботу? Аргументуйте думку

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 10. КИСЕНЬ — ЄДИНИЙ ГАЗ ПОВІТРЯ, ЩО ПІДТРИМУЄ ГОРІННЯ



Реакції кисню з неметалами

Кисень — одна з хімічно найактивніших речовин. Ще з природознавчих курсів ви знаєте, що кисень підтримує дихання й горіння.

Унаслідок реакцій простих речовин із киснем утворюються бінарні сполуки з Оксигеном — *оксиди*. Це один із прикладів реакцій, які називають *окисненням*.

Більшість реакцій із киснем відбуваються бурхливо, із виділенням великої кількості теплоти й світла. Зазвичай такі реакції ми називаємо *горінням*.

Швидкий процес окиснення речовини, що супроводжується виділенням теплоти і, здебільшого, світла, називають **горінням**.

Поміркуйте

Ви вже спостерігали горіння деяких речовин у повітрі, приміром, на пікніку. А під час дослідження навчилися збирати чистий кисень. Сформулюйте гіпотезу: чи відрізнятиметься горіння речовин у повітрі та в чистому кисні.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



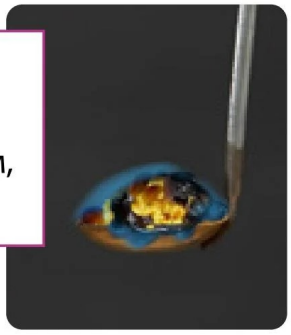
Розжаримо в полум'ї спиртівки шматочок деревного вугілля до почервоніння. У повітрі вугілля горить без утворення полум'я, про реакцію свідчить лише тьмяно-червоне світіння.



Помістимо розжарений шматочок деревного вугілля в чистий кисень. Вугілля продовжує горіти, не утворюючи полум'я, але набагато яскравіше, ніж у повітрі.

Продуктом згоряння деревного вугілля є карбон(IV) оксид — вуглекислий газ:

$$C + O_2 = CO_2\uparrow$$



Помістимо в сталеву ложечку невеликий шматочок сірки й нагріємо на спиртівці. Сірка спочатку плавиться, а потім спалахує тьмяним синім полум'ям, яке за денного освітлення майже не видно.



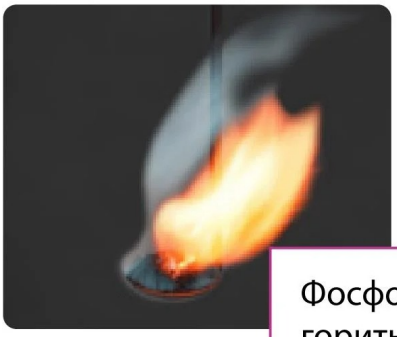
У разі внесення палаючої сірки до посудини з киснем полум'я стає набагато яскравішим.

Унаслідок згоряння сірки утворюється задушливий сульфур(IV) оксид — сірчистий газ:

$$S + O_2 = SO_2\uparrow$$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Фосфор на повітрі горить з утворенням білого задушливого диму.



У чистому кисні фосфор згоряє сліпучо-білим полум'ям.

Дим, що виділяється в процесі згоряння фосфору, утворений дрібними частинками твердого фосфор(V) оксиду:

$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$

Поміркуйте

Як за ознаками горіння можна довести, що фосфор(V) оксид — твердий, на відміну від вуглекислого та сірчистого газів?

За певних умов горіння може відбуватися дуже швидко, майже миттєво, речовина *вибухає*. Зазвичай це стається, коли горюча речовина хімічно дуже активна або дуже подрібнена. Так, борошно горючою речовиною назвати складно, але на борошномельних заводах траплялися випадки, коли завись у повітрі дрібно змеленого борошна вибухала від невеликої іскри.

Умови виникнення та припинення горіння

Поміркуйте

За розглянутими прикладами горіння неметалів сформулюйте гіпотезу: за яких умов може виникати горіння.

Займання речовини можливе за наявності трьох чинників, які утворюють так званий *трикутник вогню*.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

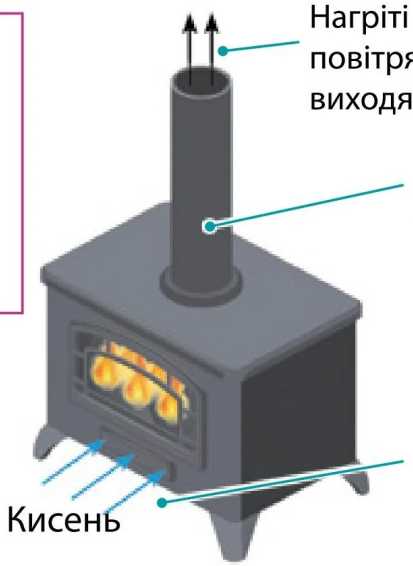
Важливою умовою для виникнення горіння є *контакт горючої речовини з киснем*. Якщо в закритому просторі горить певна речовина, то кисень швидко витрачається й горіння може припинитися. Тому для підтримання безперервного горіння у вогнище має надходити повітря зі свіжими «порціями» кисню.





Ковалі, металурги та скловари спеціальними міхами спрямовують повітря або чистий кисень у вогнище, аби інтенсифікувати горіння, а, отже, підвищити температуру полум'я.

Димар забезпечує не лише відведення шкідливих для людини продуктів згоряння, але й надходження кисню.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Аби розпалити багаття чи загасле вугілля, на дрова (вугілля) нагнітають повітря.

Ще однією умовою горіння є те, що *речовина має бути нагріта до температури займання*. Навіть якщо речовина здатна горіти, вона може не зайнятися, доки її не нагріти до певної температури. До прикладу, папір займається в повітрі за нагрівання до 230 °С, а бензин треба нагріти до 300 °С. Зазвичай для досягнення температури займання речовину нагрівають (підпалюють сірником тощо). Якщо речовина вже зайнялася, вона продовжує горіти самостійно, оскільки під час горіння виділяється велика кількість теплоти, яка нагріває наступні порції речовини.

Поміркуйте

За трикутником вогню висловіть гіпотезу: як можна загасити вогонь.

Дізнайтеся більше

- Температура займання деяких речовин наближена до кімнатної. Такі речовини займаються в повітрі самі по собі, без нагрівання. Це явище називають *самозайманням*. До самозаймистих речовин належить білий фосфор, тому його не можна зберігати на повітрі, а лише під шаром води.
- Часто для гасіння вогню використовують воду. Але є речовини, які не можна гасити водою, приміром, бензин, гас тощо. Вони легші за воду, тому в разі спроби загасити їх водою спливають на поверхню й продовжують горіти, поширюючи полум'я на сусідні ділянки.

  Не можна також гасити водою пожежу, спричинену несправним електрообладнанням.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Реакції кисню з металами

Поміркуйте

Висловіть гіпотезу: чи можуть метали горіти так само активно, як неметали.

Залежно від активності деякі метали також можуть горіти (як у повітрі, так і в чистому кисні).

Активні метали, приміром, магній, горять навіть у повітрі. Якщо підпалити магнієву стрічку в повітрі, то відбудеться реакція з утворенням білого порошку магній оксиду з виділенням великої кількості світла:

$$2Mg + O_2 = 2MgO$$



Магній горить настільки активно, що загасити його водою або піском майже неможливо.

Горіти може також алюміній, але для цього його треба дуже подрібнити:

$$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$$

Дізнайтеся більше

Реакцію горіння магнію раніше використовували фотографи для створення світлового спалаху під час фотографування.



У разі внесення в полум'я порошок алюмінію загоряється, розкидаючи сніп іскор. А якщо такий порошок вдмухувати у вогонь, може статися вибух.

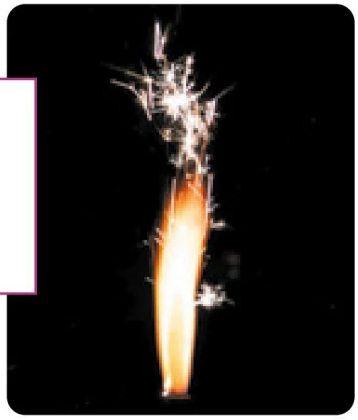
Порошок алюмінію іноді використовують як тверде пальне для ракетоносіїв.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Залізо — не такий активний метал, як алюміній. Утім у чистому кисні можна створити умови, аби й залізо зайнялося:

$$4Fe + 3O_2 \xrightarrow{t} 2Fe_2O_3$$



Якщо подрібнити залізо в порошок і внести в полум'я пальника, то воно займеться, розкидаючи яскраві іскри — частинки розпеченого ферум(3+) оксиду.

Малоактивні метали взаємодіють із киснем не так бурхливо й не здатні горіти. Приміром, мідь і ртуть взаємодіють із киснем лише за нагрівання:

$$2Cu + O_2 \xrightarrow{t} 2CuO$$



Унаслідок нагрівання в полум'ї пальника міді — металу червоного кольору — утворюється чорний купрум(2+) оксид.

Деякі метали, як-от: золото й платина, взагалі не реагують із киснем.

Взаємодія речовин із киснем може відбуватися повільно, без помітного виділення теплоти. Приміром, більшість виробів із заліза, міді й інших металів із часом утрачають блиск (тьмяніють) — вкриваються шаром оксиду внаслідок взаємодії з киснем.

У такому разі горіння не спостерігається. Такі процеси називають *повільним окисненням*. Процеси повільного окиснення не такі помітні, як горіння, але трапляються не рідше, як уже згадане вкривання металів шаром оксиду. Прикладами повільного окиснення речовин у природі є також *пріння* та *гниття*.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Взаємодія кисню зі складними речовинами

Унаслідок горіння деяких бінарних сполук утворюються оксиди двох хімічних елементів, якими вони утворені. Так, продуктами горіння метану CH_4 є два оксиди: карбон(IV) оксид і гідроген оксид:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$$

Гідроген сульфід (сірководень) H_2S — газ із запахом тухлих яєць — згоряє в кисні також з утворенням двох оксидів: сульфур(IV) оксиду та гідроген оксиду:

$$2H_2S + 3O_2 = 2SO_2 + 2H_2O$$

Наведені реакції не відбивають усього різноманіття хімічних властивостей кисню, ми розглянули лише найважливіші з них. Із багатьма властивостями кисню ви ознайомитеся надалі.

Робота з інформацією

95. Порівняйте поняття «горіння», «повільне окиснення» та «вибух», склавши діаграму Венна.

96. Складіть формули сполук: барій оксиду, купрум(1+) оксиду, хром(3+) оксиду, йод(V) оксиду, плюмбум(IV) оксиду.

97. Складіть рівняння реакцій із киснем речовин: а) літію; б) кальцію; в) силіцію, якщо продуктом реакції є силіцій(IV) оксид.

98. Обчисліть масу (г) сірки, яка згоріла, якщо було витрачено кисень масою 11,2 г.

99. Унаслідок згоряння сірковуглецю CS_2 утворюються карбон(IV) оксид і сульфур(IV) оксид. Обчисліть масу використаного кисню, якщо одержали сульфур(IV) оксид масою 19,2 г.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

100. Зважаючи на способи одержання та хімічні властивості кисню, спрогнозуйте можливості його застосування в різних галузях життя й промисловості. Перевірте свої прогнози за різними джерелами інформації.

101. Як ви вважаєте, чому в повітрі горіння відбувається повільніше, ніж у чистому кисні?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

102. У довкіллі зазвичай багато горючих речовин — трава, сухе опале листя, гілки дерев тощо. І, певна річ, навколо них є кисень. Чому ж вони не самозаймаються?

103. Схарактеризуйте ознаки горіння. Що собою являє полум'я? Звідки береться дим? Звідки виникають теплота й світло?

104. Прикладами якого типу реакцій — сполучення чи розкладу — є реакції кисню з металами та неметалами? Аргументуйте свою думку.

105. Поясніть зміст поняття «температура займання». Як ви вважаєте, чи загориться сірка або деревне вугілля, якщо їх без попереднього нагрівання внести в посудину з чистим киснем?

106. Поміркуйте, чому під час горіння деяких речовин, приміром, вугілля, не утворюється полум'я.

107. За трикутником вогню поясніть, на чому ґрунтуються способи гасіння полум'я, зображені на світлинах.







108. Унаслідок горіння невідомої речовини утворилися сульфур(IV) оксид і вода. З яких елементів могла складатися ця речовина?

109. Унаслідок згоряння певної речовини утворилися карбон(IV) оксид, вода й азот. З яких хімічних елементів могла складатися ця речовина?

110. Чи можливе перетворення горіння на повільне окиснення та навпаки? Поясніть свою відповідь на прикладі горіння деревини. Чи може пріле листя або сіно на повітрі спалахнути? Чому.

111. Чи можна назвати іржавіння залізних виробів повільним окисненням? Поясніть свою думку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

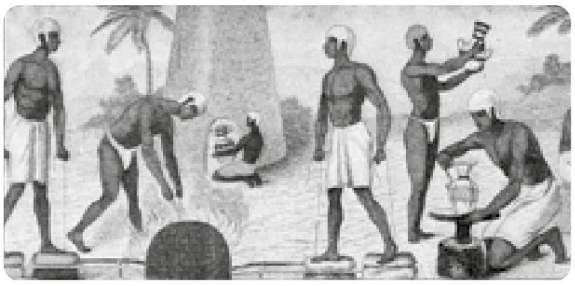
112. Обговоріть, яка свічка з-поміж зображених на малюнку загасне першою. Яка — останньою?



113. За правилами безпеки на підприємствах через загрозу пожежі заборонено тримати купами просочене мастилом ганчір'я (після обтирання верстатів тощо). Поясніть чому.

114. Рудокопи помітили, що від удару сталевою кіркою сухий мінерал пірит FeS_2 розкришується, і це супроводжується снопом яскраво-жовтих іскр. Від цього походить назва мінералу (від грець. *пірітос літос* — камінь, що висікає вогонь) і його застосування для добування вогню. Складіть рівняння реакції горіння піриту, якщо продуктами реакції є ферум(3+) оксид і сульфур(IV) оксид.

115. Використовувати міхи для нагнітання повітря в багаття розпочали ще в Давньому Єгипті, що підтверджують знайдені малюнки. Як ви вважаєте, для яких процесів необхідна була висока температура полум'я?



116. Здавна на болотах і цвинтарях люди помічали «блукаючі вогні», які було видно лише в темряві. Вони лякали мандрівників, бо рухалися за повітрям: «гналися» за тими, хто від них біг, та «тікали» від тих, хто намагався до них наблизитися. Згодом було встановлено, що ці вогники з'являються внаслідок потрапляння на будь-яку поверхню пухирців фосфіну (PH_3), який самозаймається на повітрі. У природі фосфін утворюється з решток відмерлих організмів.

Обговоріть питання щодо фосфіну.

- Унаслідок яких природних процесів може утворюватися фосфін: горіння чи гниття?
- Чи можна стверджувати, що температура займання фосфіну близька до кімнатної температури?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

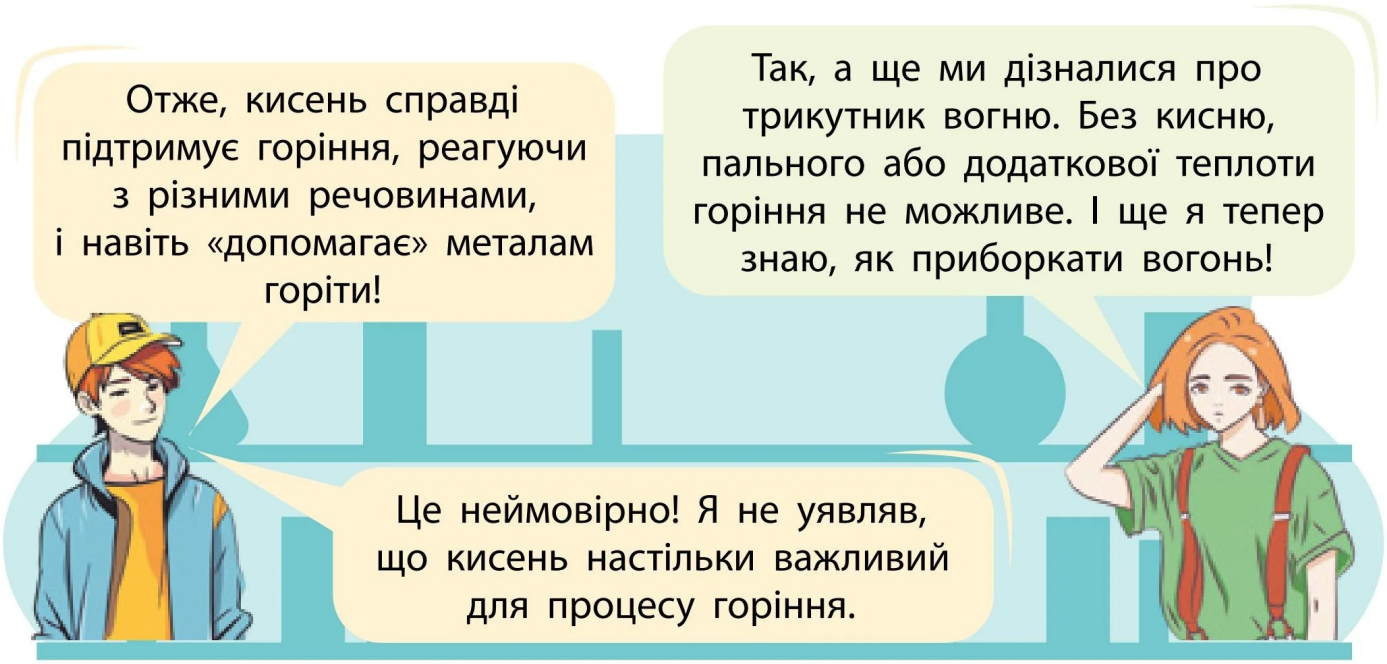
- Складіть рівняння реакції горіння фосфіну.
- Поясніть «поведінку» блукаючих вогнів на болотах, описану мандрівниками.

117. «Грецький вогонь» був винайдений ще за часів античності. Ним вистрілювали зі спеціальних сифонів, установлених на кораблях. Особливістю «грецького вогню» є те, що після влучення в ціль, його не можливо було загасити, через що ворожі кораблі згоряли вщент.



Сьогодні відомо, що в складі «грецького вогню» були нафта, сірка, селітра й олія. Обговоріть і визначте правильність тверджень:

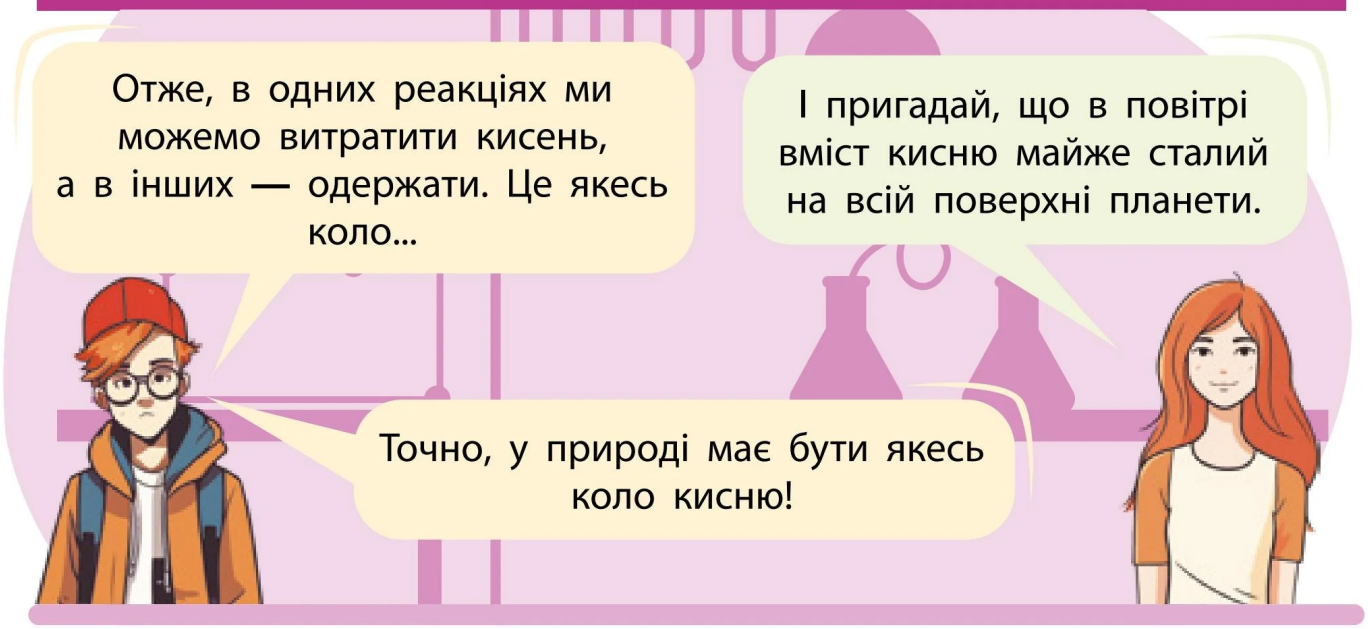
- якщо гасити «грецький вогонь» водою, то нафта й олія в його складі спливають на поверхню води й горіння триває;
- щоб загасити вогонь, необхідно припинити доступ повітря до місця займання, але, крім води й піску, інші засоби в ті часи не були відомі;
- сучасними засобами пожежогасіння можна було б загасити «грецький вогонь», якщо використовувати пінні вогнегасники.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 11. КОЛООБІГ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ



Оксиген у природі

Оксиген — один із найважливіших хімічних елементів у природі. Крім простих речовин, він утворює сполуки майже з усіма хімічними елементами. Виняток становлять лише інертні хімічні елементи — Гелій, Неон, Аргон.

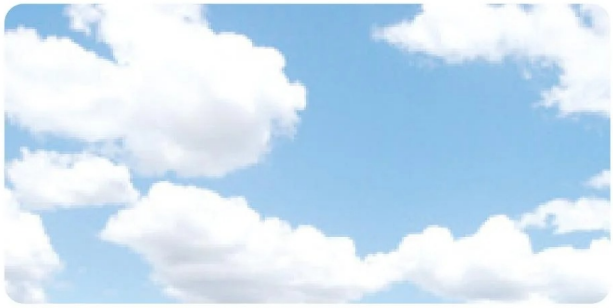
На поверхні нашої планети Оксиген є найпоширенішим хімічним елементом (мал. 11.1). У складі сполук з іншими хімічними елементами він становить 47 % маси земної кори. Оксиген міститься в складі найважливіших для людства мінералів літосфери (червоного залізняку, кварцу, гіпсу, польового шпату тощо) й речовин, що зумовлюють родючість ґрунтів (гумусу).

Найпоширеніша сполука Оксигену на Землі — це вода H_2O. Величезні скупчення води — океани, моря, річки тощо — утворюють гідросферу планети. З урахуванням розчинених речовин гідросфера містить 86–89 % Оксигену за масою.

Оксиген міститься в складі численних сполук: оксидів, кислот, лугів, солей і інших. Живі організми також містять значну кількість Оксигену. У складі різних речовин Оксиген становить близько 60 % маси тіла людини.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Атмосфера — 23 %



Літосфера — 47 %



Гідросфера — 89 %



Живі організми — 62 %

Мал. 11.1. Поширеність Оксигену в природі (за масою)

Зв'язування атомів Оксигену в інші сполуки

Поміркуйте

Ви вже знаєте процеси, які становлять колообіг води на Землі. Сформулюйте гіпотезу: чи можливий колообіг кисню на Землі. Запропонуйте його схему.

Кисень є однією з найважливіших речовин на Землі, яка забезпечує існування життя. Майже всі організми використовують кисень для дихання, і лише деякі можуть існувати без нього.

Чому ж кисень такий необхідний для істот? Під час окиснення органічних речовин виділяється енергія, яку організми витрачають для життєдіяльності. Один з основних процесів, що відбуваються в організмі за участі кисню, — дихання — можна умовно зобразити рівнянням:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + \text{енергія}$$

$C_6H_{12}O_6$	$6O_2$	$6CO_2$	$6H_2O$	енергія
глюкоза потрапляє з їжею	кисень надходить під час дихання з повітря	вуглекислий газ і вода виділяються в навколишнє середовище		витрачається організмом для життєдіяльності

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Під час дихання тварин і рослин утворюються вуглекислий газ і вода, тобто атоми Оксигену з молекул кисню переходять до складу молекул вуглекислого газу й води.

Але не лише живі організми споживають кисень. Значна кількість кисню витрачається в процесах гниття й горіння різних речовин, здебільшого в процесах лісових пожеж і виверження вулканів, унаслідок чого так само виділяються вуглекислий газ і вода.

За останні сто років значно збільшилися об'єми кисню, який людство споживає для своїх потреб. Теплові електростанції, автомобілі, літаки й інші види транспорту витрачають багато кисню для спалювання палива — природного газу, вугілля, бензину, гасу та мазуту.

Утворення кисню

Поміркуйте

Уміст кисню в атмосфері впродовж декількох мільйонів років істотно не змінюється, попри споживання кисню живими організмами. Чим це можна пояснити?

За сучасних обсягів витрат кисню весь його запас в атмосфері дуже швидко вичерпався б, якби не відбувалося його відновлення та поповнення. Головним «постачальником» кисню на Землі є рослини. Вони утворюють і виділяють кисень в атмосферу в процесі фотосинтезу.

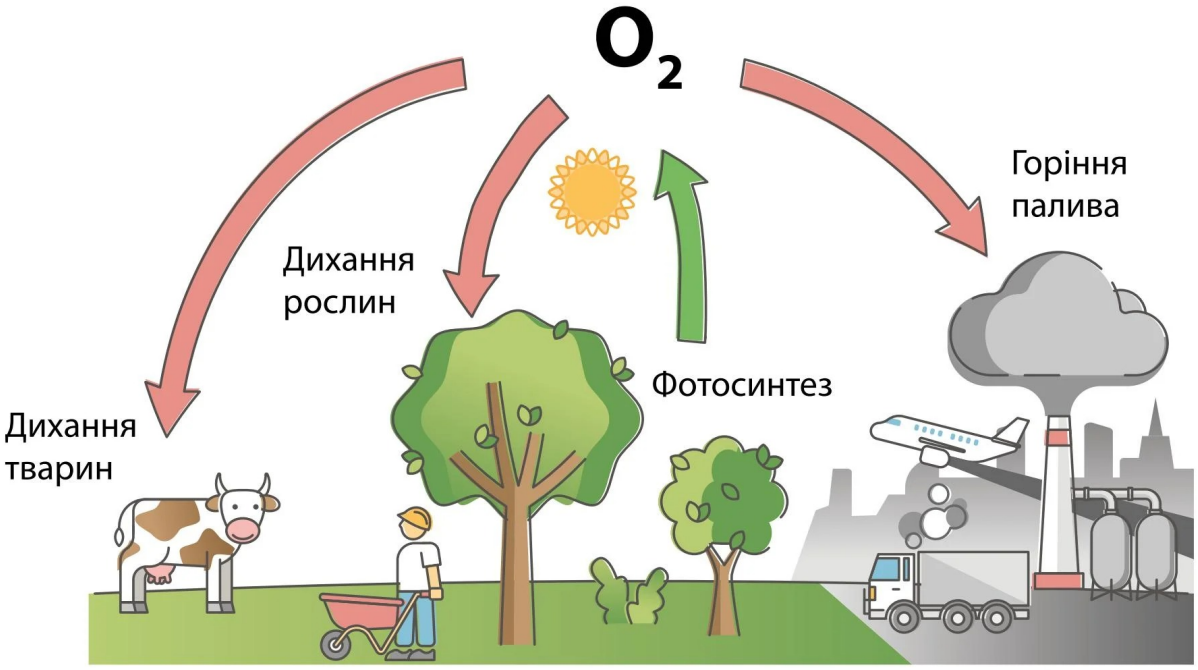
Фотосинтез відбувається з використанням енергії сонячного світла. Рослини поглинають вуглекислий газ із атмосфери та воду з ґрунту і синтезують із них глюкозу та кисень. Фотосинтез, як і дихання, є складним процесом, що поєднує багато хімічних реакцій. Схематично його сумарне рівняння можна записати так:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{енергія } (h\nu) = C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$$

$6CO_2 + 6H_2O$	енергія $(h\nu)$	$C_6H_{12}O_6$	$6O_2\uparrow$
вуглекислий газ і вода поглинаються з повітря та ґрунту	світло (енергія) від Сонця	глюкоза утворюється рослинами та використовується для живлення рослинами й тваринами	кисень виділяється в атмосферу

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Мал. 11.2. Колообіг Оксигену в природі

У процесі фотосинтезу атоми Оксигену переходять до молекул кисню. У такий спосіб атоми Оксигену здійснюють колообіг у природі (мал. 11.2). У цьому колообігу також беруть участь атоми Карбону, Гідрогену та деяких інших хімічних елементів.

Колообіг атомів Оксигену супроводжується поглинанням або виділенням енергії. У результаті фотосинтезу енергія Сонця переходить в енергію хімічних зв'язків у молекулах глюкози. Глюкоза, «згоряючи» в організмах, вивільняє цю енергію для життєдіяльності істот. Тобто колообіг Оксигену в природі забезпечує «транспортування» енергії Сонця до живих організмів. Отже, Оксиген разом із Карбоном і Гідрогеном є тими елементами, які забезпечують існування життя на нашій планеті.

Робота з інформацією

118. Близько 4,5 млрд років тому, коли наша планета лише сформувалася з протопланетної хмари, в атмосфері Землі кисню не було. Знайдіть інформацією про зміни хімічного складу атмосфери Землі від часів її утворення. Із чим пов'язані ці зміни? Підготуйте ілюстровану доповідь.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

119. Із додаткових джерел дізнайтеся, унаслідок яких хімічних процесів витрачається кисень під час виверженъ вулканів та які гази виділяються.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

120. Проаналізуйте малюнок 11.2. Як ви вважаєте, чи можна назвати його «Колообіг кисню»? Поясніть свою відповідь.

121. Людина в спокійному стані витрачає для життєдіяльності близько 20 л кисню на годину. Під час виконання фізичної роботи витрати кисню суттєво збільшуються. Середній автомобіль на 100 км пробігу витрачає близько 21 $м^3$ кисню. Визначте, скільки часу цим обсягом кисню могла б дихати людина.

122. Бензин є сумішшю речовин, але приблизно його склад можна зобразити загальною формулою C_8H_{18}. Запишіть рівняння реакції горіння бензину, якщо продукти згоряння такі самі, як під час горіння метану (див. § 10).

123. Під час вивчення теми з колообігу Оксигену учні й учениці знайшли таку таблицю.

Шляхи витрачання кисню	Обсяг витрат, млрд тонн на рік
Дихання рослин	60–90
Дихання тварин і мікроорганізмів	60–70
Гниття та розкладання органічних речовин мікроорганізмами	20–30
Лісові пожежі	50–100
Спалювання пального на електростанціях і промислових підприємствах	10–15
Авто- й авіатранспорт	5–7
Вироблення металів, зокрема виплавляння сталі	3–5
Хімічна промисловість	2–3
Побутові потреби (опалення, приготування їжі тощо)	1–2
Сільськогосподарські процеси, зокрема горіння біомаси	близько 1

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

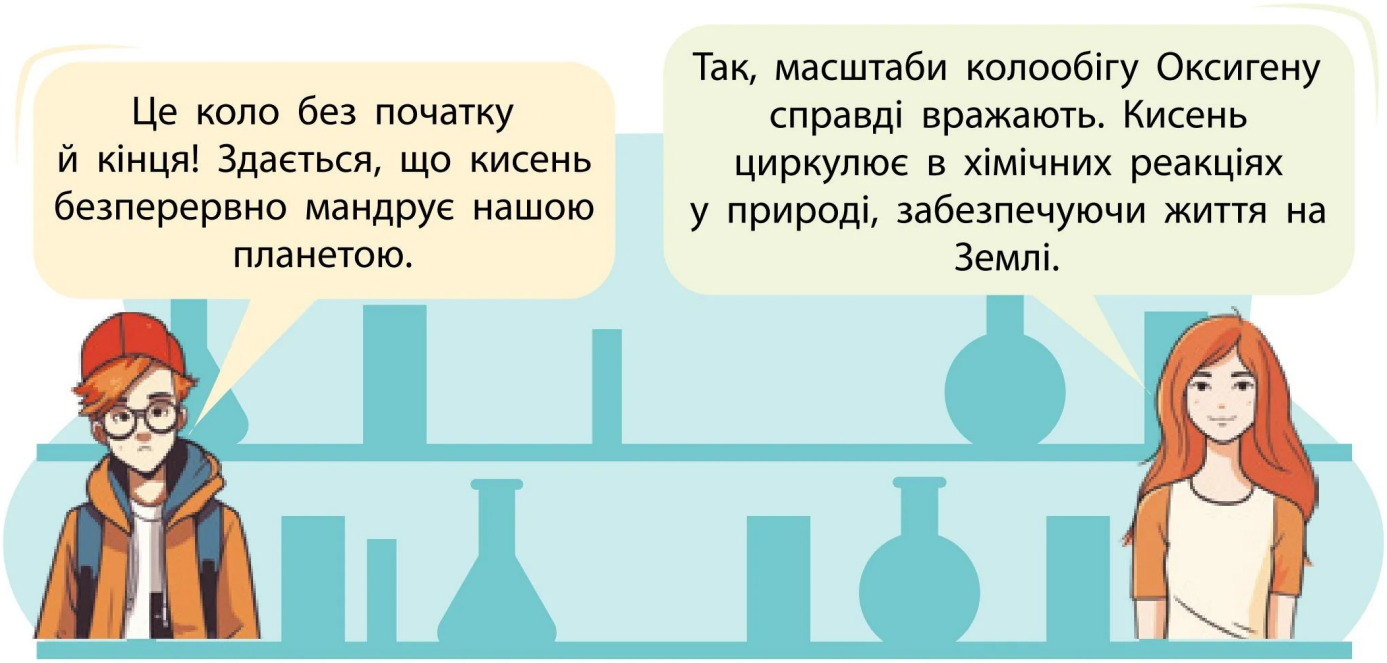
issuu-downloader.com

Проаналізуйте наведені дані та дайте відповіді на запитання.

- Які зі шляхів витрачання кисню є природними, а які — антропогенними?
- На які процеси — антропогенні чи природні — сумарно витрачається кисню більше?
- В одному із джерел було подано інформацію, що за один рік зелені водорості виділяють в атмосферу Землі $3{,}6 \cdot 10^{11}$ тонн кисню, що становить 90 % усього кисню, утвореного на Землі в процесі фотосинтезу за цей час. Зіставте ці дані з даними в таблиці та визначте, чи покриває утворений кисень його витрати. Чи є певна рівновага між утворенням кисню та його споживанням? Якщо ні, то чим це можна пояснити?

Запропонуйте свою схему колообігу кисню в природі.

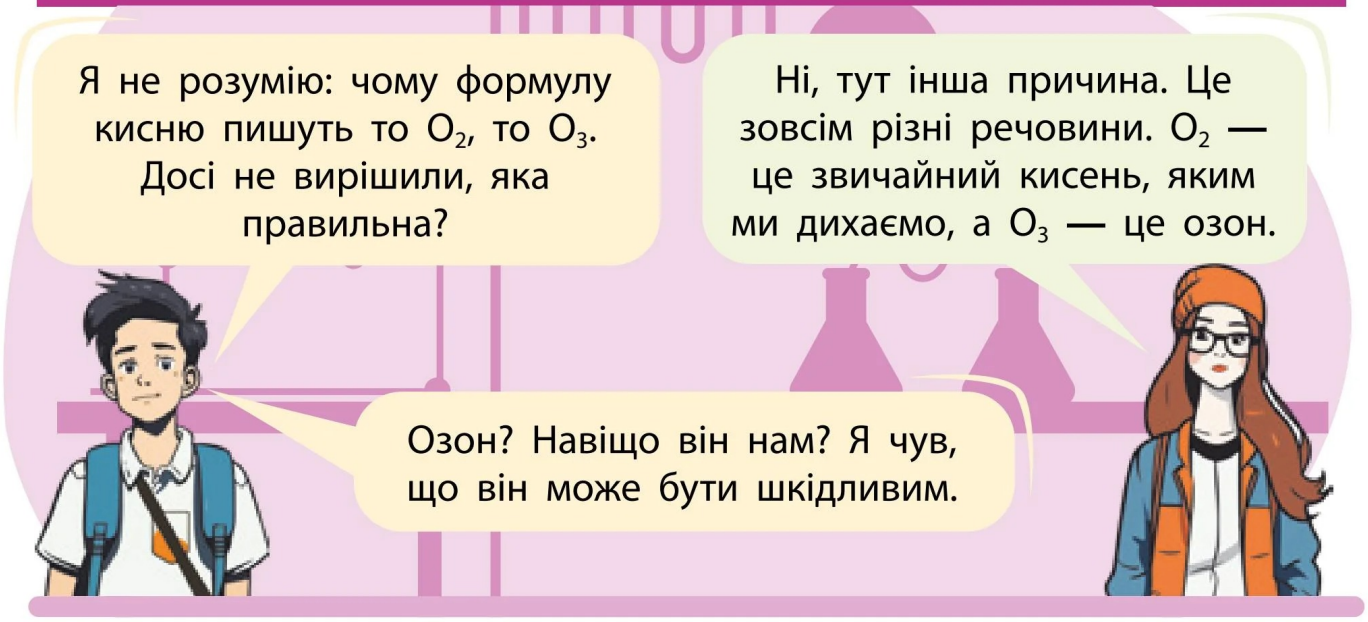
124. Обговоріть можливості зменшення витрат кисню людством для своїх технологічних потреб, але щоб не знижувалась якість життя.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

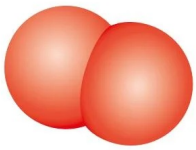
issuu-downloader.com

§ 12. ОЗОН

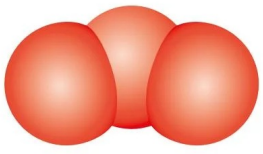


Озон — проста речовина

Хімічний елемент Оксиген утворює дві прості природні речовини: кисень і озон.



Кисень O_2



Озон O_3

Озон:

- блакитний газ із різким характерним «металічним» запахом, через який він дістав свою назву (від грець. *озо* — *пахучий*);
- рідкий озон має темно-синій колір, твердий — темно-синій, майже чорний;
- розчинність у воді: за 0 °С в 1 л води розчиняється 49,4 мл озону, за 25 °С — 45,4 мл;
- густина за 0 °С та нормального атмосферного тиску — 2,14 г/л;
- $t_{кип.} = -112$ °С, $t_{пл.} = -197$ °С;
- у рідкому стані виявляє слабкі парамагнітні властивості.

Озон виявляє майже такі самі хімічні властивості, як і кисень, але озон хімічно значно активніший. Він також підтримує горіння та реагує з більшістю простих речовин.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

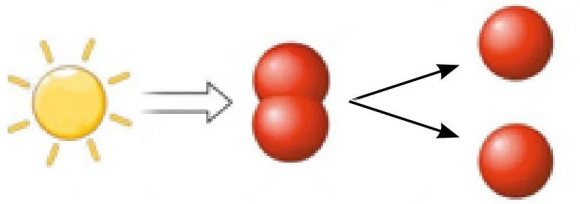
Звідки береться озон?

Поміркуйте

Якщо озон хімічно активніший за кисень, то молекула якої речовини буде стійкішою?

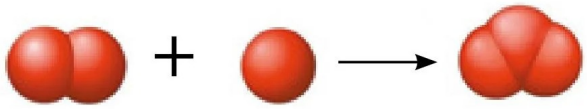
Поглинаючи енергію ультрафіолетового випромінювання або електричного розряду, молекула кисню розкладається з утворенням двох хімічно дуже активних атомів Оксигену:

$$O_2 \xrightarrow{\text{⚡}} 2O \qquad O_2 \xrightarrow{h\nu} 2O$$



Ці атоми Оксигену «атакують» сусідні молекули кисню з утворенням молекули озону:

$$O_2 + O = O_3$$

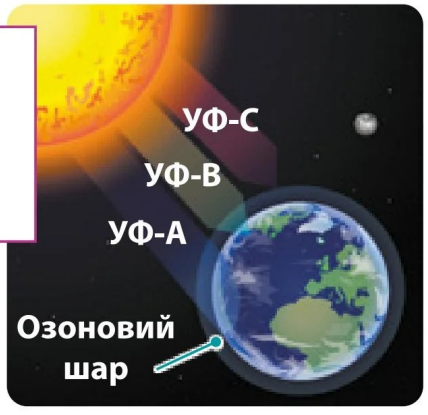


Сумарне рівняння реакції:

$$3O_2 = 2O_3$$

Отже, озон утворюється з кисню за наявності ультрафіолету або під дією електричного розряду.

У природі озон утворюється в атмосфері на висоті 20–40 км під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця, формуючи озоновий шар.





У приземних шарах атмосфери озон утворюється в електричному розряді блискавки під час грози.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

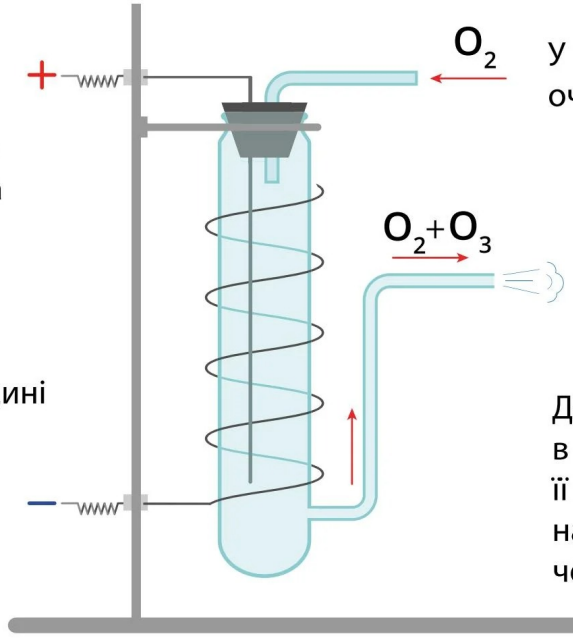


Озон може утворитися внаслідок роботи лазерного принтера або фотокопіювального апарата під дією лазерного випромінювання.

У приміщеннях лікарень або продуктових магазинів озон утворюється під дією кварцових ламп, які є джерелом ультрафіолету.



У лабораторії озон одержують у спеціальному пристрої — озонаторі.



Скляна трубка зовні огорнута металевою дротиною, яка створює електричний розряд усередині трубки

У скляну трубку подають очищений кисень

На виході з трубки одержують суміш кисню з озоном

Довести наявність озону в суміші можна пропусканням її крізь розчин калій йодиду: за наявності озону розчин жовтіє через утворення йоду

Чи можна дихати озоном?

Поміркуйте

Кисень і озон утворені одним хімічним елементом. Чи можна припустити, що озоном можна дихати так само, як і киснем? Поясніть свою думку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



а



б

Мал. 12.1. Антибактеріальну дію озону використовують для дезінфекції в лікарнях (*а*) та для знезараження води (*б*)

Попри те, що озон за властивостями подібний до кисню, його хімічна активність набагато вища. Саме тому озон окиснює майже все, зокрема тканини в легенях. Озон — токсична, канцерогенна й мутагенна речовина, за надмірного вмісту в повітрі він може спричинити смерть людини.

Утім токсичну дію озону можна спрямувати на користь. Він пригнічує життєдіяльність бактерій, окиснюючи біологічно активні речовини в них. Навіть за низького вмісту в повітрі озон убиває хвороботворні мікроорганізми, тому його застосовують для обробки овочесховищ, холодильних камер, дезінфекції приміщень у лікарнях, стерилізації посуду (мал. 12.1,*а*). На деяких водоочисних станціях перед подачею води у водогін крізь воду пропускають потужний струмінь збагаченого озоном повітря (мал. 12.1,*б*). Озонування води значно безпечніше за хлорування, але набагато дорожче, тому поки не дуже поширене.

Чому стан озону в атмосфері турбує людство?

Поміркуйте

Якими, на вашу думку, можуть бути наслідки руйнування озонового шару?

Якщо в приземних шарах озон завдає шкоди живим організмам, то у стратосфері він, навпаки, захищає все живе на Землі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Мал. 12.2. Озоновий шар у стратосфері захищає життя на Землі від шкідливого ультрафіолетового випромінювання Сонця

Від Сонця до Землі разом зі світлом прямує ультрафіолетове випромінювання. Ультрафіолет згубний і для рослин, і для тварин, і для бактерій. Утім життя на Землі захищене від небезпечного ультрафіолету *озоновим шаром* — шаром атмосфери на висоті 20–40 км із помітним умістом озону. Цей шар поглинає майже весь ультрафіолет, що надходить від Сонця (мал. 12.2).

Поміркуйте

Поблизу екватора поверхні Землі досягає лише 1 % усього ультрафіолету, що випромінює Сонце. А на географічних широтах України влітку — майже вдвічі менше. Що відбувається з вашою шкірою, якщо ви тривалий час перебуваєте на відкритому сонці без захисту, наприклад, на пляжі чи на городі? Спрогнозуйте, що сталося б у разі зникнення озонового шару.

Уміст озону в озоновому шарі дуже малий. Якщо можна було б зібрати весь озон понад поверхнею Землі, то ми б отримали шар завтовшки лише 3 мм. Але без нього життя на суходолі було б неможливим. Саме тому людству треба дбати про озоновий шар.

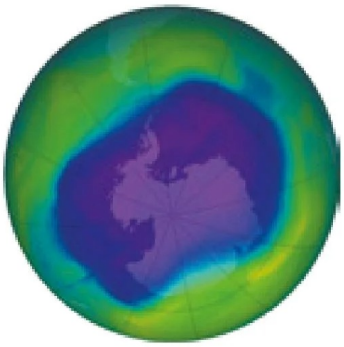
Унаслідок спалювання палива на ТЕС і в автівках у повітря потрапляє нітроген(II) оксид (мал. 12.3). Також небезпеку становлять фреони — речовини, які використовують у холодильниках і кондиціонерах. Ці сполуки здіймаються на висоту озонового шару, де прискорюють руйнування озону та вповільнюють його утворення. Унаслідок цього може зменшитися вміст озону в озоновому шарі, що послабить захист Землі від небезпечного ультрафіолету.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Мал. 12.3. Діяльність людини негативно впливає на озоновий шар Землі



Мал. 12.4. Озонова діра над Антарктидою (синім позначено ділянку зі зменшеним умістом озону)

Ділянку атмосфери, у якій концентрація озону менша за нормальну, називають *озоновою дірою*. Велика озонова діра утворюється в серпні-вересні над Південним полюсом (мал. 12.4), але діри можуть з'явитися й над іншими ділянками Землі. Їхній розмір і вміст озону змінюється залежно від пори року.

1989 року набув чинності так званий «Монреальський протокол», підписаний усіма країнами-членами ООН. Згідно із цим протоколом, країни мають за певний період відмовитися від виробництва речовин, що пошкоджують озоновий шар. Завдяки цьому сьогодні їх виробництво порівняно з 1989 роком знизилося вдвічі. Але шкідливі для озонового шару речовини доволі стійкі й можуть існувати в атмосфері десятки років. За прогнозами науковців, у разі повного виконання вимог Монреальського протоколу озонові діри зникнуть приблизно через 40 років.

Робота з інформацією

125. За матеріалом цього параграфа та параграфа 8 порівняйте фізичні властивості кисню й озону.

126. Знайдіть інформацію про дослідження щодо відкриття озону.

127. На вулиці після дощу ми часто відчуваємо специфічний запах свіжості, який помилково пов'язують з озоном. Так, під час грози в нижніх шарах атмосфери кисень перетворюється на озон під дією електричних розрядів. І, справді, запах озону після сильної грози можна відчути в повітрі, але лише поблизу грозового центру й лише на короткий час після грози, оскільки озон унаслідок

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

сильних окисних властивостей витрачається на окиснення різних домішок у повітрі. Пригадайте запах, який виникає поблизу лазерного принтера. Чи можна його назвати запахом свіжості? Знайдіть інформацію про джерело приємного запаху після дощу.

128. Ґрунтуючись на властивостях озону, спрогнозуйте його застосування в промисловості, техніці та медицині. Порівняйте свої гіпотези з інформацією з інших джерел.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

129. Чи можна ультрафіолет або електричний розряд у реакції одержання озону назвати каталізатором? Поясніть свою думку.

130. Як ви вважаєте, що зумовлює високу вартість озону? Знайдіть інформацію, у яких містах використовують озон для знезараження води перед подачею у водогін.

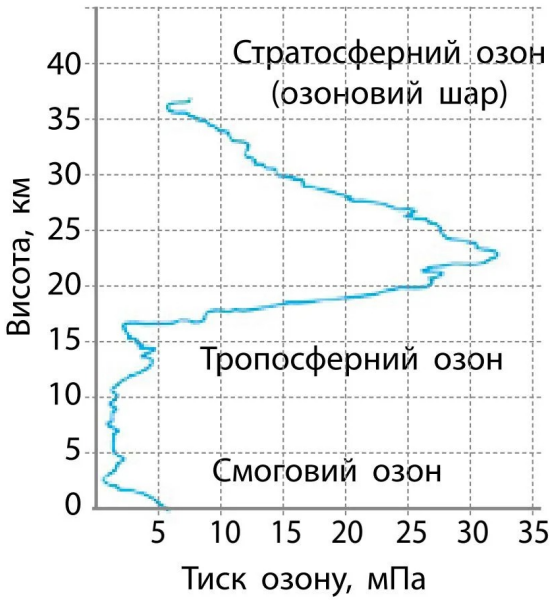
131. Проаналізуйте графік і дайте відповіді на запитання.

- У якій частині атмосфери вміст озону найбільший? Унаслідок яких процесів?
- Максимальне значення об'ємної частки озону — 0,006 %. На якій висоті (за графіком) спостерігається такий уміст озону?
- У якій частині атмосфери вміст озону найменший? Поясніть, чому саме на цих висотах його вміст мінімальний.
- На якій висоті наявність озону в атмосфері корисна для людини, а на якій — становить небезпеку?
- Озон може утворюватися внаслідок процесу:

$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O$$

Зважаючи на це, поясніть, чому смоговий озон спостерігають саме на зазначених на графіку висотах. Які, на вашу думку, антропогенні фактори можуть бути джерелами смогового озону? Перевірте свою гіпотезу за додатковими джерелами інформації.

Уміст озону в атмосфері на різних висотах



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

- Запропонуйте ідеї, як людство може зменшити рівень смогового озону без зниження якості життя.
- Назвіть природні й антропогенні джерела тропосферного озону.

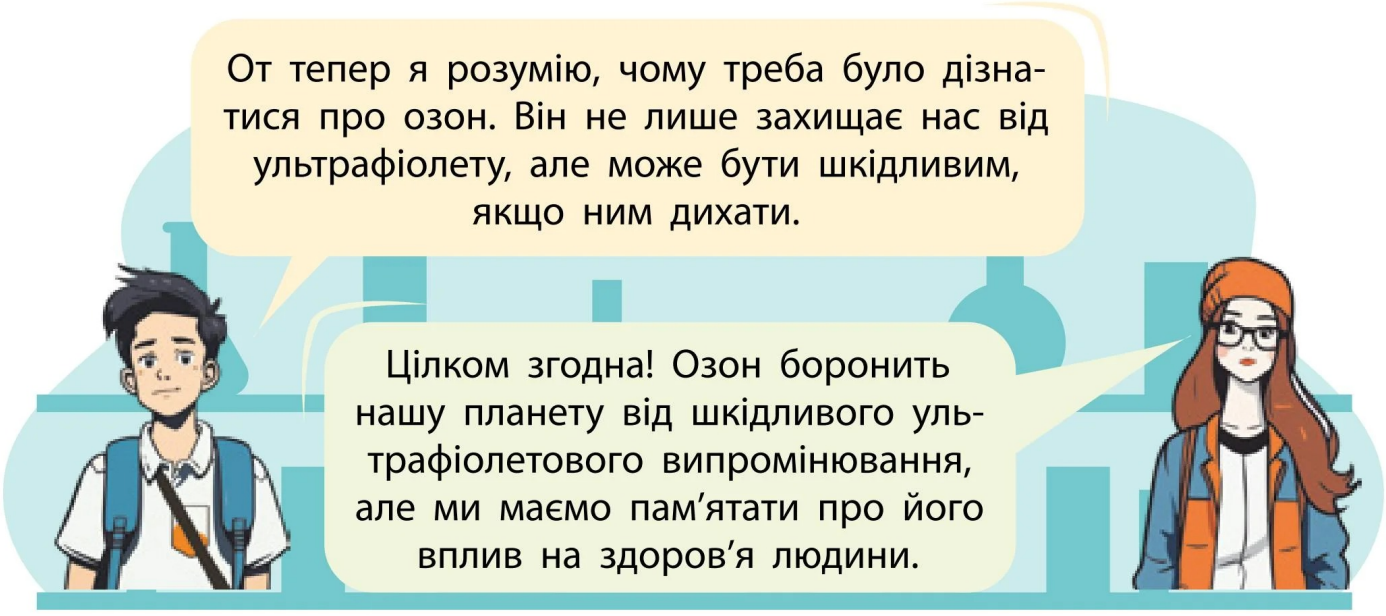
132. Під час пошуку інформації щодо вмісту озону в повітрі учні й учениці знайшли такі дані.

Критерій	Уміст озону, мг/м³
Гранично допустима концентрація озону в повітрі населених міст	0,16
Гранично допустима концентрація озону в повітрі навколо робочого місця	0,1
Мінімальна смертельна доза озону	4,8
Поріг людського нюху щодо виявлення озону	0,01

За даними в таблиці обговоріть, чи правильним є твердження: «кращий індикатор для виявлення наявності озону — це ніс: лише ви починаєте відчувати запах озону, слід негайно провітрити приміщення».

133. Створіть листівку «Способи запобігання руйнуванню озонового шару» та роздайте її вашим друзям і близьким.

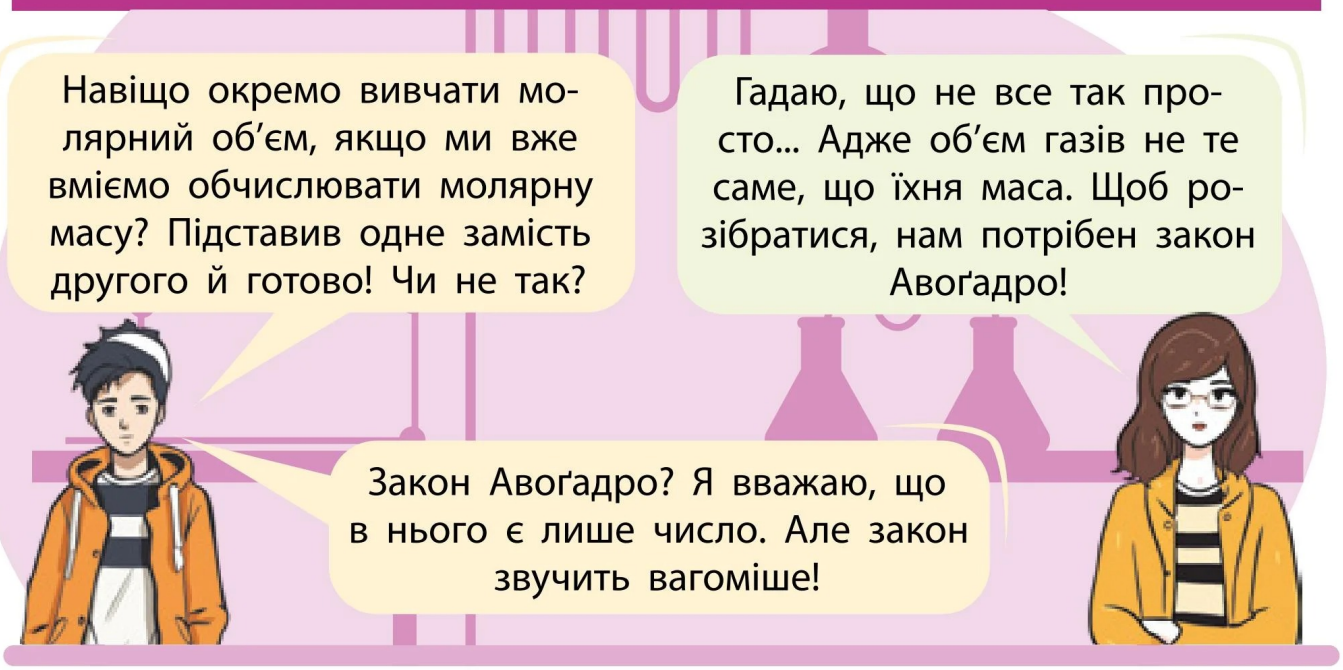
134. Сформулюйте гіпотези щодо ймовірності повного зникнення озону з атмосфери Землі. Наведіть аргументи «за» і «проти».



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 13. МОЛЯРНИЙ ОБ'ЄМ ГАЗІВ

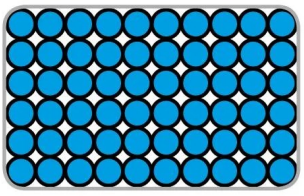
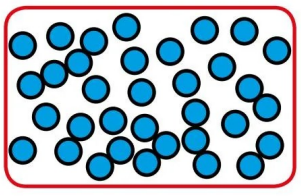
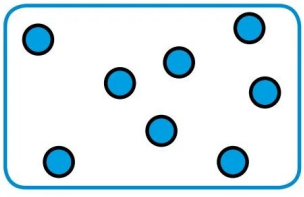


Чому молярний об'єм газів потребує окремої уваги?

Поміркуйте

Пригадайте, чим відрізняється внутрішня будова газів від рідин і твердих речовин.

Гази відрізняються від речовин в інших агрегатних станах за розташуванням і «поведінкою» молекул.

У кристалічних речовинах частинки розташовані щільно й не можуть переміщуватися	У рідинах молекули можуть переміщуватися, але розташовані щільно	У газах молекули розташовані на дуже великих відстанях і вільно рухаються
		

У газах молекули перебувають на великих відстанях одна від одної. Ці відстані значно більші за розміри молекул. І хоча

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

молекули різних газів відрізняються розмірами, формою, цими відмінностями можна знехтувати й розглядати їх як крихітні жорсткі кульки.

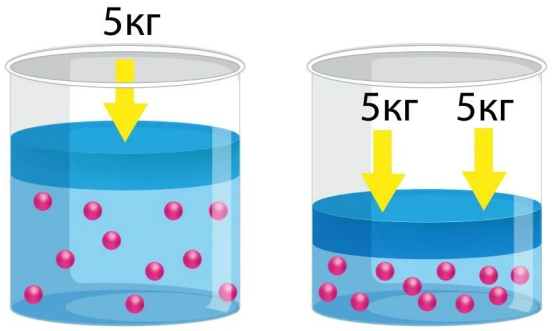
Дізнайтеся більше

Уявіть, якби молекули газів були розміром із футбольний м'яч, то за нормального атмосферного тиску та температури 0 °С середня відстань між ними була б приблизно 9 м. Якщо футбольні м'ячі замінити на баскетбольні або тенісні, то відстані між ними зміняться не суттєво.

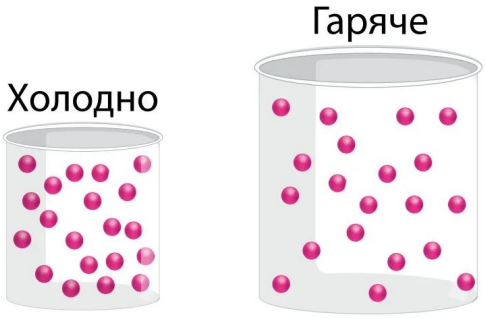
Поміркуйте

Згадайте з курсу фізики, що таке тиск газів і від чого він залежить.

Напевно ви помітили: якщо йдеться про гази, то зазвичай наводять певні умови. Справді, об'єм газів суттєво залежить від умов вимірювання: тиску та температури.



Якщо збільшувати тиск, газ стискається й відстань між молекулами зменшується



За нагрівання газ розширяється і середня відстань між молекулами збільшується

Саме через таку «поведінку» газів у хімії прийнято об'єми газуватих речовин наводити за однакових умов, які називають *нормальними*.

Нормальні умови (позначають — н. у.):
- Температура: 0 °С або 273,15 К.
- Тиск: нормальний атмосферний тиск, що дорівнює 101 325 Па, або 1 атм, або 760 мм рт. ст.

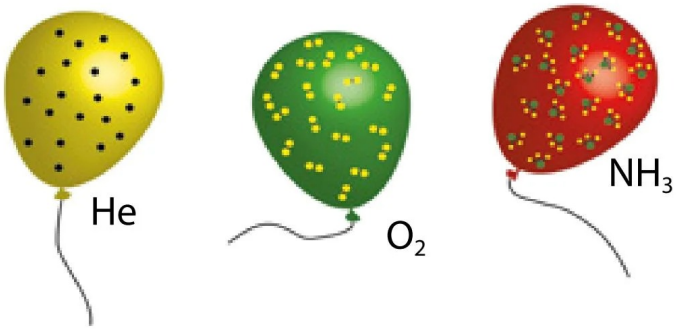
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Закон Авоґадро

Отже, незалежно від речовини та розмірів її молекул, за однакових умов середня відстань між молекулами різних газів однакова, а тому й об'єми, які займають ці гази, мають бути однаковими. 1811 року, після експериментів із газуватими речовинами, такого висновку дійшов італійський науковець Амедео Авоґадро. Цей висновок сьогодні називають *законом Авоґадро*.

В однакових об'ємах будь-яких газів, що перебувають за однакових умов (температура й тиск), міститься однакова кількість молекул.





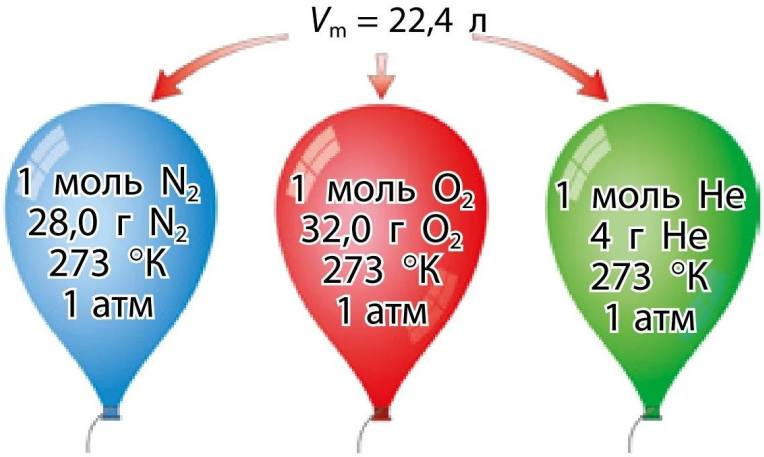
Лоренцо Романо Амедео Карло Авоґадро ді Кваренья ді Черето
(1776–1856)

Молярний об'єм газів

Поміркуйте

Якщо в однакових об'ємах газів міститься однакова кількість молекул, то чи можна стверджувати, що однакова кількість молекул газу за тих самих умов займатиме однаковий об'єм?

Відповідно до закону Авоґадро, однакова кількість молекул різних газів за однакових умов має займати однаковий об'єм. Знаючи, що один моль будь-якої речовини містить певну кількість молекул, можна



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

зробити висновок, що всі гази кількістю речовини 1 моль за однакових умов займають однаковий об'єм.

За аналогією з молярною масою об'єм одного моля речовини називають *молярним об'ємом* V_m, і за нормальних умов для газів він дорівнюватиме 22,4 л/моль.

Молярний об'єм — це фізична величина, що дорівнює відношенню об'єму речовини до її кількості:

$$V_m = \frac{V}{n}$$

Молярний об'єм вимірюють у літрах на моль (л/моль).

Для порівняння: за стандартних умов (температури 25 °C й нормального атмосферного тиску) молярний об'єм газів дещо більший: $V_m = 24{,}4$ л/моль.

Співвідношення об'ємів газів у хімічних реакціях

Якщо під час реакції утворюються або витрачаються молекули газуватих речовин, то відношення кількостей молекул у хімічному рівнянні має дорівнювати відношенню об'ємів цих речовин.

Це правило 1808 року опублікував Жозеф Луї Гей-Люссак, і воно дістало назву закону об'ємних співвідношень, або хімічного закону Гей-Люссака.



Жозеф Луї Гей-Люссак
(1778–1850)
Французький хімік і фізик, зробив вагомий внесок у дослідження газів

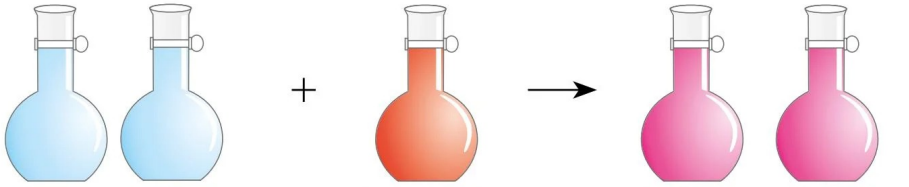
Об'єми газів, що вступають у реакцію та утворюються внаслідок реакції, співвідносяться як невеликі цілі числа.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Співвідношення об'ємів газів, що реагують між собою

$2H_2 + 1O_2 = 2H_2O$



Водень H_2 (2 об'єми) + Кисень O_2 (1 об'єм) → Водяна пара H_2O (2 об'єми)

$3H_2 + 1N_2 = 2NH_3$



Водень H_2 (3 об'єми) + Азот N_2 (1 об'єм) → Амоніак NH_3 (2 об'єми)

Обчислення з використанням молярного об'єму

Закон Авоґадро дуже важливий для розрахунків за хімічними рівняннями.

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Розробіть алгоритм обчислення об'ємів газуватих речовин — реактантів і продуктів реакції — за відомою масою або об'ємом іншого «учасника» реакції.

Знаючи молярний об'єм газу, можна визначити кількість речовини n у певному об'ємі речовини V за нормальних умов:

$$n = \frac{V}{V_m}; \quad V_m(\text{газів}) = 22{,}4 \text{ л/моль}$$

Знаючи кількість газуватої речовини, можна обчислити її об'єм за нормальних умов:

$$V = V_m \cdot n$$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

■ Приклади розв'язання задач із використанням молярного об'єму.

Приклад 1. Обчисліть об'єм газу (н. у.) кількістю речовини 1,20 моль.

Дано:
n(газу) = 1,20 моль

V(газу) — ?

Розв'язання:

$V = n \cdot V_m = 1{,}20 \text{ моль} \cdot 22{,}4 \text{ л/моль} = 26{,}9 \text{ л}.$

Відповідь: V(газу) = 26,9 л.

Приклад 2. Обчисліть кількість речовини газу об'ємом 5,6 л (н. у.).

Дано:
V(газу) = 5,6 л

n(газу) — ?

Розв'язання:

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{5{,}6 \text{ л}}{22{,}4 \text{ л/моль}} = 0{,}25 \text{ моль}.$$

Відповідь: n(газу) = 0,25 моль.

Приклад 3. Обчисліть масу (г) вуглекислого газу об'ємом 1,00 л (н. у.).

Дано:
$V(CO_2) = 1{,}00$ л

$m(CO_2)$ — ?

Розв'язання:

Обчислимо кількість речовини вуглекислого газу:

$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_m} = \frac{1{,}00 \text{ л}}{22{,}4 \text{ л/моль}} = 0{,}0446 \text{ моль}.$$

Обчислимо масу вуглекислого газу:

$M(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$ г/моль,

$m(CO_2) = n(CO_2) \cdot M(CO_2) = 0{,}0446 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} =$

$= 1{,}96$ г.

Відповідь: $m(CO_2) = 1{,}96$ г.

Приклад 4. Обчисліть масу (г) фосфор(V) оксиду, що утвориться внаслідок спалювання фосфору в кисні об'ємом 11,2 л (н. у.).

Аналізуємо умову:
нам відомий об'єм кисню за нормальних умов. Необхідно обчислити масу фосфор(V) оксиду

Дано: $V(O_2) = 11{,}2$ л.
Обчислити: $m(P_2O_5)$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Складаємо рівняння реакції	$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$
Перед складанням пропорції всі об'єми, подані в літрах, «переводимо» в молі	$n(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} = \frac{11{,}2\ л}{22{,}4\ л/моль} = 0{,}5$ моль
Необхідно скласти відношення кількостей речовини оксиду та кисню	$\frac{n(P_2O_5)}{n(O_2)} = \frac{2}{5}$
В отриманому рівнянні не відома кількість речовини оксиду, тому перетворюємо його для обчислення $n(P_2O_5)$	$n(P_2O_5) = \frac{n(O_2) \cdot 2}{5}$
Підставляємо відому кількість речовини кисню й обчислюємо	$n(P_2O_5) = \frac{n(O_2) \cdot 2}{5} = \frac{0{,}5\ моль \cdot 2}{5} = 0{,}2$ моль
За відомою кількістю речовини фосфор(V) оксиду обчислюємо його масу	$m(P_2O_5) = n(P_2O_5) \cdot M(P_2O_5) = 0{,}2\ моль \cdot 142\ г/моль = 28{,}4\ г$
Формулюємо відповідь	$m(P_2O_5) = 28{,}4\ г$

Приклад 5. Обчисліть об'єм (л) кисню, необхідного для спалювання метану об'ємом 1 л, і об'єм (л) вуглекислого газу, що утвориться внаслідок реакції. Об'єми всіх газів виміряні за однакових умов.

Аналізуємо умову: нам відомий об'єм метану. Зверніть увагу, що умови вимірювання об'єму не зазначені. Необхідно обчислити об'єми кисню та вуглекислого газу	Дано: $V(CH_4) = 1\ л$ Обчислити: $V(O_2)$ і $V(CO_2)$
Складаємо рівняння реакції	$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$

Аналізуємо модель розв'язання:
якщо об'єми газів наведені за нормальних умов, то можна використовувати вже відомий вам алгоритм розв'язання.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

У цій задачі умови вимірювання не зазначено, але відомий об'єм одного з реактантів і необхідно обчислити об'єми інших газуватих «учасників» реакції. У такому разі можна застосовувати закон Гей-Люссака

Відповідно до закону Гей-Люссака: об'єми всіх «учасників» реакції відносяться один до одного, як коефіцієнти в рівнянні реакції	$\frac{V(CH_4)}{V(O_2)} = \frac{1}{2}$, $\frac{V(CH_4)}{V(CO_2)} = \frac{1}{1}$
За складеними пропорціями обчислимо $V(O_2)$ і $V(CO_2)$	$V(O_2) = V(CH_4) \cdot 2 = 1\ л \cdot 2 = 2\ л.$ $V(CO_2) = V(CH_4) = 1\ л$
Формулюємо відповідь	$V(O_2) = 2\ л,\ V(CO_2) = 1\ л$

Робота з інформацією

135. Це слово звучить схоже багатьма мовами. Використав його в XVII столітті голландський науковець Ян Баптист ван Гельмонт. Він узяв його з латини (*chaos*), у яку воно прийшло з грецької. Греки словом *хаос* називали порожній туманний простір, що існував до створення світу. Про яке слово, на вашу думку, йдеться? Як воно перейшло в інші мови: англійську, німецьку, французьку?

136. Знайдіть інформацію про дослідження Авоґадро та Гей-Люссака, що стали підґрунтями для формулювання їхніх законів.

137. Обчисліть об'єми (н. у.) речовин: а) азоту кількістю речовини 2 моль; б) кисню кількістю речовини 0,5 моль; в) фтору кількістю речовини 0,25 моль; г) сірководню H_2S кількістю речовини 2,9 моль; д) амоніаку NH_3 кількістю речовини 4,2 моль.

138. Обчисліть об'єм (н. у.) водню: а) масою 10 г; б) кількістю речовини 10 моль.

139. У чотирьох однакових посудинах містяться однакові об'єми газів: амоніаку NH_3, азоту N_2, сірчистого газу SO_2, кисню O_2. Визначте, маса якої посудини з газом буде найбільша, а якої — найменша.

140. Обчисліть масу (г) сірководню H_2S об'ємом 16,8 л (н. у.).

141. Є зразки двох газів, узятих за нормальних умов: метан CH_4 об'ємом 10 л і хлор Cl_2 об'ємом 20 л. Обчисліть, у якому зразку більше молекул, а в якому — атомів, і в скільки разів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

142. Чи дорівнюють маси й об'єми (за однакових умов) вуглекислого газу та кисню кількістю речовини по 1,5 моль? Відповідь підтвердьте розрахунками.

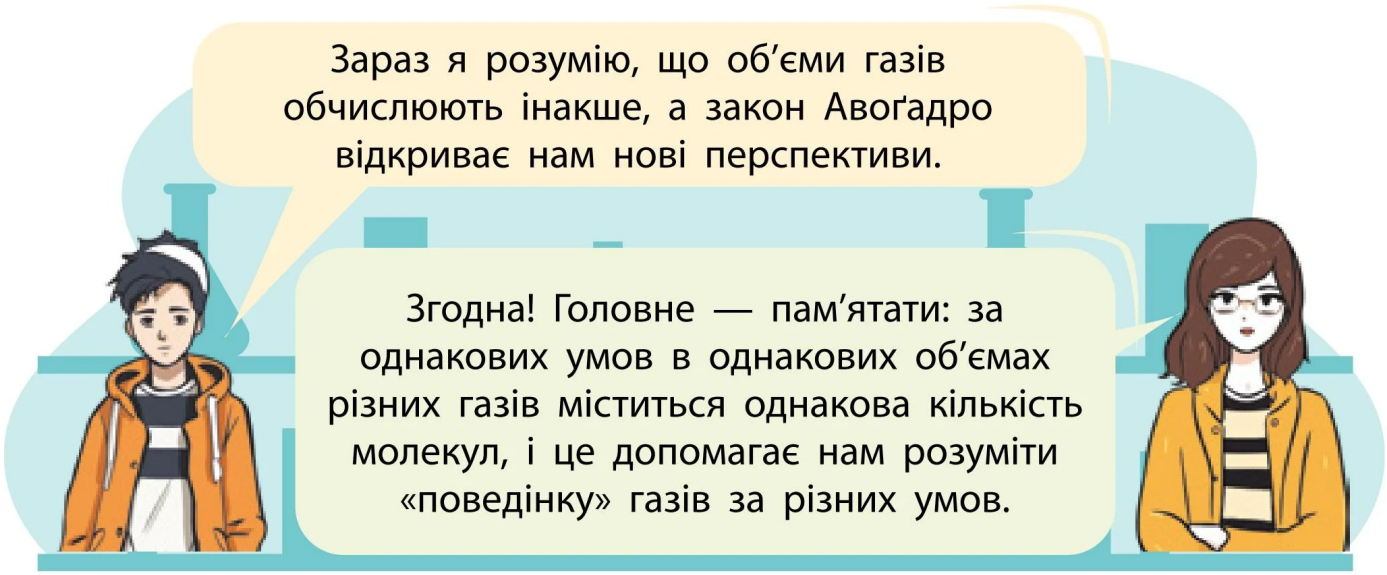
143. Обчисліть об'єм зразку амоніаку NH_3, в якому міститься втричі більше молекул, ніж у зразку метану CH_4 об'ємом 100 л (н. у.).

144. У якому зразку амоніаку більше молекул: масою 100 г чи об'ємом 100 л (н. у.)?

Розуміння явищ природи (робота в групах)

145. На запитання: «Який об'єм займає 1 моль води за нормальних умов?», учень відповів — 22,4 літра. Висловіть і аргументуйте свою думку щодо правильності відповіді учня.

146. Як за законом Авоґадро довести, що: а) молекули кисню, азоту та водню складаються з двох атомів; б) склад молекули води H_2O, а не HO; в) склад молекули амоніаку NH_3, а не NH?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 2

«Визначення молярного об'єму газів»

Що є метою нашої роботи?

Визначити молярний об'єм кисню та вуглекислого газу.

Поміркуйте

Висловіть гіпотезу щодо можливості виміряти молярний об'єм газу в умовах шкільного кабінету хімії. Якими мають бути ваші дії для цього? Які умови та фактори слід урахувати в ході дослідження?

Що нам знадобиться?

Обладнання: кристалізатор із водою, мірні циліндри об'ємом 10 мл і 100 мл, конічна колба, корок із газовідвідною трубкою, ваги, фільтрувальний папір.

Реактиви: аптечний перекис водню (3 %-й розчин гідроген пероксиду), каталізатор, крейда, розчин оцтової кислоти (6 %-й столовий оцет).

Визначаємо ризики

Які небезпечні та проблемні ситуації можуть статися під час роботи з переліченим обладнанням і речовинами, зокрема розчинами гідроген пероксиду та кислоти? Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?

Поміркуйте

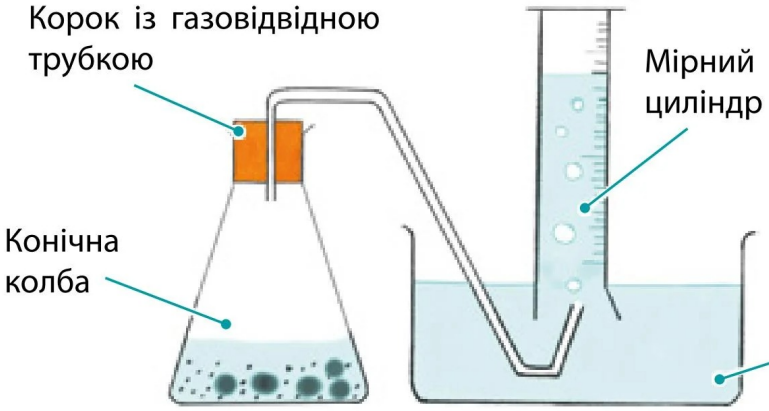
Ознайомтеся з методикою виконання роботи та висловіть припущення щодо чинників, які можуть вплинути на точність результатів дослідження.

Що ми маємо зробити?

1. Об'єднайтеся в групи та домовтеся, які групи будуть визначати молярний об'єм кисню, а які — вуглекислого газу.
2. Занотуйте умови здійснення експерименту:
   1) термометром зафіксуйте температуру в класі (t, °C);
   2) барометром зафіксуйте тиск (p, Па). Якщо ваш барометр указує тиск у мм. рт. ст., то перерахуйте значення тиску в паскалях за формулою: p, Па = p, мм. рт. ст. · 133,3.
3. Зберіть прилад, як зображено на малюнку на с. 118.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Для збирання кисню кристалізатор заповнюють водою, а для збирання вуглекислого газу — розчином кухонної солі

4. Визначення молярного об'єму кисню:
   1) у колбу насипте дрібку каталізатора — манган(IV) оксиду;
   2) у мірний циліндр налийте розчин гідроген пероксиду об'ємом близько 5 мл, точне значення об'єму занотуйте в зошиті;
   3) долийте відміряний об'єм розчину гідроген пероксиду в колбу й одразу закрийте її корком із газовідвідною трубкою;
   4) спостерігайте за виділенням кисню, після закінчення реакції визначте об'єм виділеного газу.
5. Визначення молярного об'єму вуглекислого газу:
   1) на ваги помістіть невеликий лист паперу (фільтрувального або іншого тонкого) та зафіксуйте його масу;
   2) на аркуш паперу насипте порошок крейди масою близько 0,3 г, точне значення маси занотуйте в зошиті;
   3) відміряний зразок крейди разом із папером акуратно помістіть у колбу;
   4) у мірний циліндр налийте столовий оцет об'ємом бл. 20 мл;
   5) відміряний об'єм оцту перелийте в колбу й одразу закрийте її корком із газовідвідною трубкою;
   6) спостерігайте за виділенням вуглекислого газу, після закінчення реакції зафіксуйте його об'єм (за необхідності струсіть уміст колби).
6. Приведіть об'єми одержаних газів до нормальних умов. Для цього виміряні значення об'ємів підставте в рівняння:

$$V\,(\text{газу за н. у.}) = \frac{V\,(\text{газу}) \cdot p,\ \text{Па} \cdot 0{,}0027}{t,\ ^\circ\text{C} + 273{,}15},$$

де V(газу) — виміряне значення газу;
p, Па — значення атмосферного тиску в паскалях;
t, °С — температура в кімнаті в градусах Цельсія.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

7. Обчисліть кількість речовини газу n(газу), який мав виділитися відповідно до маси взятих вами реактантів.
8. Обчисліть значення молярних об'ємів газів за формулою:

$$V_m = \frac{V\,(\text{газу},\ \text{л})}{n\,(\text{газу})}$$

Який висновок ми маємо зробити?

- Порівняйте значення молярного об'єму газу, яке є результатом дослідження, із молярним об'ємом газів за нормальних умов.
- Чи справді молярний об'єм газу не залежить від складу (формули) газуватої речовини?

Для підбиття підсумків роботи обговоріть питання

1. Поясніть, чому важливо швидко закоркувати колбу після змішування реактантів.
2. Чи можна виконувати дослідження за нормальних умов, щоб потім не перераховувати об'єми? Якщо ні, то поясніть, для чого після дослідження перераховувати об'єм газу за нормальних умов.
3. Чому для вимірювання об'єму кисню в описі зазначений приблизний об'єм розчину гідроген пероксиду, а занотовувати слід точний реально виміряний об'єм? Чи варто в описі зазначати точний (із точністю до 0,1 мл або 0,01 мл) необхідний об'єм розчину?
5. Чому для вимірювання об'єму вуглекислого газу в описі зазначена приблизна маса крейди, а занотовувати слід точну виміряну масу? А от об'єм столового оцту точно вимірювати не треба.
6. Навіщо під час вимірювання об'єму вуглекислого газу наважку речовини переносять у колбу разом з аркушем паперу, на якому його відмірювали?
7. Порівняйте значення молярного об'єму, отримані різними групами, визначте точність вашого дослідження. Які чинники могли вплинути на точність результатів?
8. Як ви вважаєте, навіщо використовували сіль в експерименті зі збиранням вуглекислого газу?

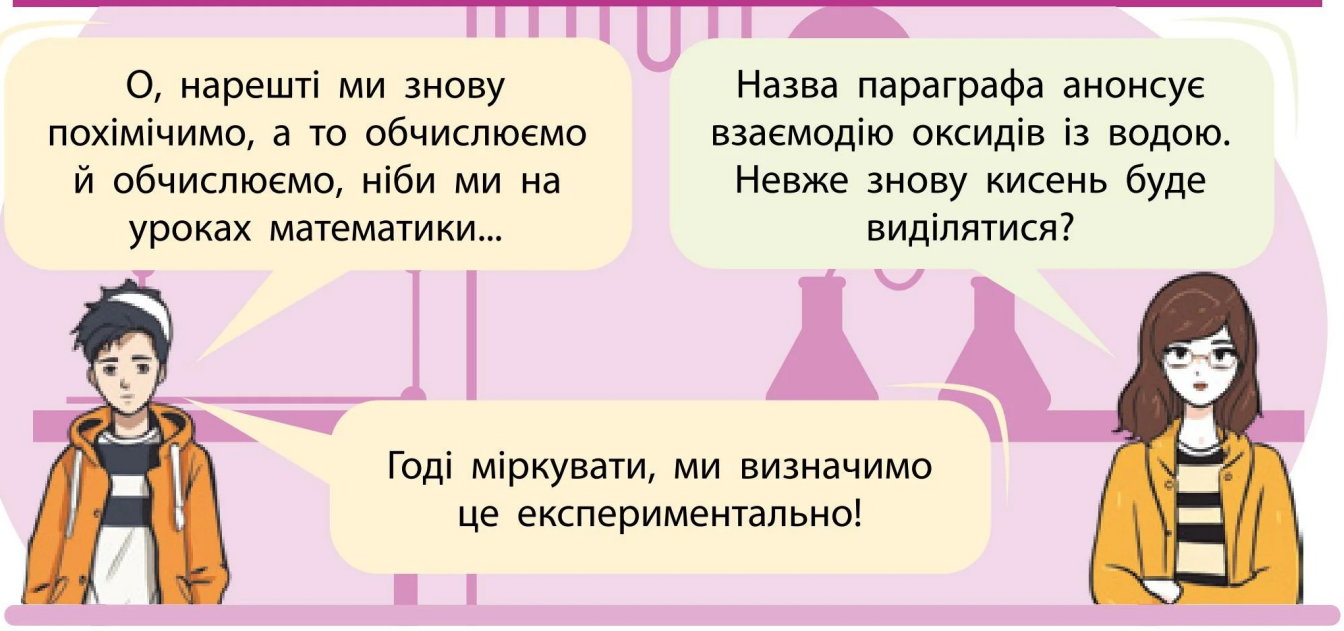
Рефлексуємо

- Що нового ви дізналися під час дослідження?
- Що виявилося для вас складним? Поясніть чому.
- Як ви оцінюєте свою роботу? Аргументуйте думку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 14. ВЗАЄМОДІЯ ОКСИДІВ ІЗ ВОДОЮ. ПОНЯТТЯ ПРО КИСЛОТИ Й ОСНОВИ



Пригадайте

- як визначити заряди йонів за Періодичною таблицею елементів (§ 2);
- як складати формули та назви бінарних сполук (§ 2).

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Наповнимо дві колби чистим киснем. В одній колбі спалимо невелику смужку кальцію, а в другій — невелику кількість фосфору. Обидві речовини згоряють сліпучим полум'ям, а колби наповнюються твердими продуктами згоряння білого кольору — відповідними оксидами:

$$2Ca + O_2 = 2CaO$$
$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$



До обох колб доллємо воду об'ємом по 50–100 мл і додамо по декілька крапель розчину фіолетового лакмусу. (Лакмус — це природна витяжка

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

з деяких лишайників, якою можна виявити наявність у розчині кислоти або основи.) Спостерігаємо, що в колбах лакмус набув різного забарвлення.



Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу, яка пояснює різне забарвлення лакмусу у двох колбах із дослідження. (Зверніть увагу на ознаки, за якими можна по-різному класифікувати реактанти та продукти згоряння.)

Кислотні оксиди та кислоти

З-поміж оксидів можна виділити дві великі групи: *кислотні оксиди* й *основні оксиди*. Багато з них реагують із водою, а продуктами реакцій є, відповідно, *кислоти* й *основи*.

Кислотні оксиди — це оксиди, продукти сполучення яких із водою є кислотами.

Кислотними є оксиди неметалічних хімічних елементів (за винятком несолетворних оксидів, як-от N_2O, NO, SiO, CO), а також оксиди, утворені металічними елементами, у яких формальний заряд хімічного елемента в складі оксиду зазвичай +4 і вище.

Усі кислотні оксиди, за винятком силіцій(IV) оксиду SiO_2, реагують із водою з утворенням кислот:

кислотний оксид + H_2O → кислота

До прикладу:

$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ (сульфатна кислота);

$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$ (карбонатна кислота);

$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$ (ортофосфатна кислота);

$Mn_2O_7 + H_2O = 2HMnO_4$ (перманганатна кислота).

Поміркуйте

Проаналізуйте формули кислот у наведених рівняннях реакцій. Виявіть спільне й відмінне.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

У формулах неорганічних кислот на першому місці записують хімічний символ Гідрогену, а на другому — кислототворного хімічного елемента. Якщо з формули кислоти прибрати символ Гідрогену, то решта символів позначають кислотний залишок.

Кислоти — це сполуки, які здатні утворювати катіони Гідрогену й аніони кислотного залишку.

H_n **Кислотний залишок**, приміром H_2 SO_4, H NO_3

Формули найпоширеніших кислот важливо вивчити напам'ять (табл. 1). Окрім складу кислотного залишку, важливо знати його заряд (це знадобиться для складання формул солей). У йонів Гідрогену заряд 1+, тому за принципом електронейтральності заряд кислотного залишку дорівнює кількості йонів Гідрогену, але зі знаком «–»:

$$H^{1+}NO_3^{1-}, \quad H_2^{1+}SO_4^{2-}, \quad H_3^{1+}PO_4^{3-}.$$

Таблиця 1. Назви та формули кислот

Назва кислоти (традиційна назва)	Відповідний кислотний оксид	Формула кислоти	Кислотний залишок	Назва кислотного залишку
Карбонатна (вугільна)	CO_2	H_2CO_3	CO_3^{2-}	Карбонат
Нітратна (азотна)	N_2O_5	HNO_3	NO_3^-	Нітрат
Нітритна (азотиста)	N_2O_3	HNO_2	NO_2^-	Нітрит
Силікатна (кремнієва)	SiO_2	H_2SiO_3	SiO_3^{2-}	Силікат
Сульфатна (сірчана)	SO_3	H_2SO_4	SO_4^{2-}	Сульфат
Сульфітна (сірчиста)	SO_2	H_2SO_3	SO_3^{2-}	Сульфіт
Ортофосфатна (фосфорна)	P_2O_5	H_3PO_4	PO_4^{3-}	Ортофосфат
Хроматна (хромова)	CrO_3	H_2CrO_4	CrO_4^{2-}	Хромат

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Дізнайтеся більше

Єдиний кислотний оксид, що не взаємодіє з водою, — це силіцій(IV) оксид SiO_2, якому відповідає силікатна кислота H_2SiO_3. Він поширений у природі як складник мінералу кварцу. Кварцовий пісок на узбережжях морів і річок — це і є силіцій(IV) оксид.



Осно́вні оксиди й основи

Хімічними «антагоністами» кислотних оксидів є *осно́вні оксиди*.

Осно́вні оксиди — це оксиди, яким відповідають основи.

Осно́вні оксиди утворені металічними хімічними елементами. Заряд йонів металічних елементів у них зазвичай невеликий: 1+, 2+, іноді 3+.

Деякі осно́вні оксиди реагують із водою з утворенням основ:

осно́вний оксид + H_2O → основа (луг)

До прикладу:

$Na_2O + H_2O = 2NaOH$;

$K_2O + H_2O = 2KOH$;

$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$.

Поміркуйте

Проаналізуйте формули основ у наведених рівняннях реакцій. Виявіть спільне й відмінне.

Основи — сполуки, що складаються з катіонів металічних хімічних елементів і одного або кількох гідроксид-аіонів OH^-.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

У формулах неорганічних основ на першому місці записують катіон металічного елемента, а на другому — гідроксид-аніон OH^-.

Металічний елемент **$(OH)_n$**, приміром **Na** **OH**, **Fe** **$(OH)_2$**

Пам'ятаючи, що гідроксид-аніон завжди має заряд 1–, формули основ легко складати за принципом електронейтральності: кількість гідроксид-аніонів у складі формульної одиниці основи дорівнюватиме заряду катіона металічного хімічного елемента:

$$Na^+OH^-, \qquad Fe^{2+}(OH^-)_2$$

Назви основ складають так само, як і назви бінарних сполук:

назва катіона **назва аніона — «гідроксид»**

До прикладу:

Na^+OH^- — натрій гідроксид;

$Fe^{2+}(OH^-)_2$ — ферум(2+) гідроксид.

З-поміж неорганічних основ виділяють дві групи: *луги* (переважно розчинні основи) та *нерозчинні основи*. Розчинність основ (як і інших речовин) можна визначити за таблицею розчинності (див. форзац 2). Наприклад, основа NaOH, що складається з катіонів Na^+ та аніонів OH^-, є розчинною (мал. 14.1).

Із водою можуть реагувати лише ті основні оксиди, з яких утворюються луги. Інші основні оксиди з водою не реагують, хоча існують відповідні їм основи (табл. 2).

Аніони	Назва аніона	Катіони						
		H^+	Li^+	Na^+	K^+	NH_4^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
OH^-	гідроксид		Р	Р	Р	Р·	Н	М
F^-	флуорид	Р	М	Р	Р	Р	Н	Н
Cl^-	хлорид	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

Мал. 14.1. Фрагмент таблиці розчинності: на перетині відповідного катіона й аніона літера Р позначає розчинну речовину, М — малорозчинну, Н — практично нерозчинну

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Таблиця 2. Осно́вні оксиди та відповідні їм основи

Осно́вні оксиди	Взаємодія з водою	Основи
Na_2O	Взаємодіють	Натрій гідроксид NaOH
K_2O		Калій гідроксид KOH
Li_2O		Літій гідроксид LiOH
SrO		Стронцій гідроксид $Sr(OH)_2$
BaO		Барій гідроксид $Ba(OH)_2$
MnO	Не взаємодіють	Манган(2+) гідроксид $Mn(OH)_2$
FeO		Ферум(2+) гідроксид $Fe(OH)_2$

Кислоти та луги — їдкі небезпечні речовини, тому на упакуваннях із ними має бути відповідна піктограма.



Індикатори для виявлення кислот і основ

Більшість кислот і основ — безбарвні сполуки, тому визначити їх наявність без «сторонньої допомоги» неможливо. Для виявлення кислот і основ у розчинах використовують *індикатори* — складні органічні сполуки (або їхні суміші), що змінюють своє забарвлення залежно від наявності кислоти або основи в розчині.

Найпоширеніші індикатори наведено в таблиці 3.

Таблиця 3. Забарвлення деяких індикаторів

Індикатор	Забарвлення		
	у розчинах кислот	у воді	у розчинах лугів
Лакмус	Червоний	Фіолетовий	Синій
Метилоранж	Червоний	Оранжевий	Жовтий
Фенолфталеїн	Безбарвний	Безбарвний	Рожевий
Універсальний індикатор	Червоний	Жовтий	Синій

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Індикатори використовують переважно в розчинах — у воді або спирті (мал. 14.2,*а*). Зручніше використовувати індикаторний папір — фільтрувальний папір, просочений розчином індикатору, а потім висушений. У продаж він потрапляє у вигляді набору тоненьких смужечок із друкованою шкалою для порівняння (мал. 14.2,*б*).



а



б

Мал. 14.2. Розчини індикаторів (*а*) і універсальний індикаторний папір (*б*)

Дізнайтеся більше

- Вираз «лакмусовий папірець» став фразеологізмом (крилатим виразом), який часто використовують у переносному значенні для виявлення справжнього стану речей у різних ситуаціях. Наприклад, можна почути: «Рівень безробіття в країні є лакмусовим папірцем стану економіки держави» або «Скрутна ситуація виявилася лакмусовим папірцем, який виявив, хто був готовий допомогти у важку годину».
- Відкриття лакмусу є прикладом так званих випадкових відкриттів. Англійський науковець Роберт Бойль приготував водний розчин лакмусового лишайника. Склянка, де він зберігав цей настій, знадобилася йому для хлоридної кислоти. Спорожнивши склянку від настою, Бойль наповнив її кислотою та здивувався: безбарвна рідина набула червоного кольору. Досліджуючи цей ефект, Бойль винайшов перший індикатор для виявлення кислот і лугів.
- Слово «луг» походить від застарілого слова, яким раніше називали милкий розчин деревної золи, що використовували для прання й миття.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Робота з інформацією

147. Складіть формули оксидів: калій оксиду, фосфор(III) оксиду, аргентум(1+) оксиду, ферум(2+) оксиду, хлор(IV) оксиду, нітроген(V) оксиду, сульфур(VI) оксиду, ванадій(V) оксиду. Які з них є основними, а які — кислотними?

148. Складіть формули гідроксидів: Калію, Магнію, Стануму(2+), Хрому(3+), Купруму(2+), Барію. Підкресліть формули лугів.

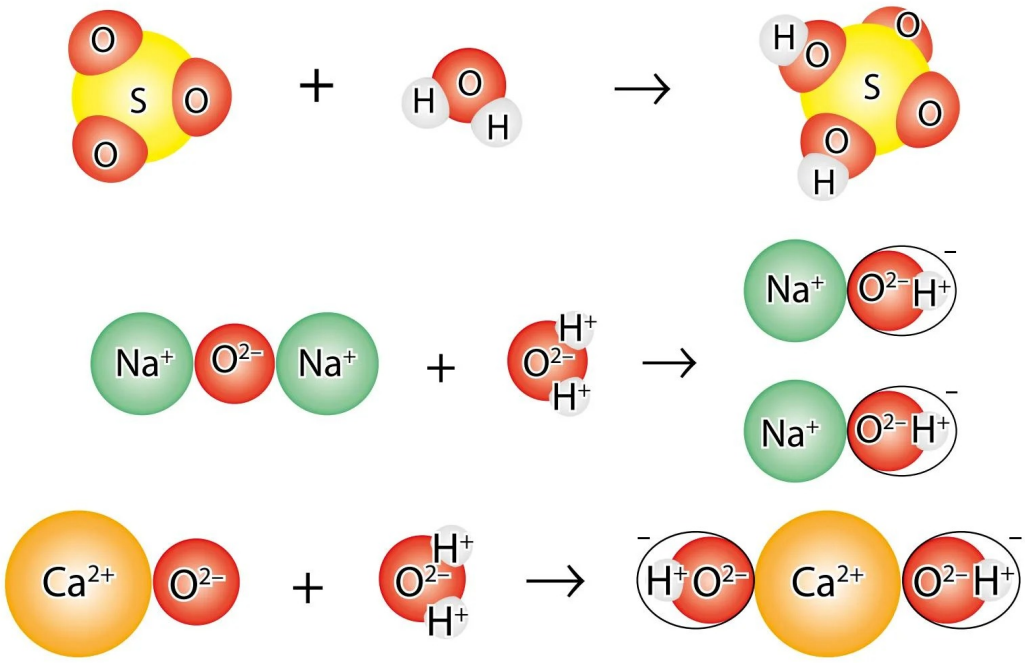
149. Випишіть окремо формули оксидів: а) кислотних; б) основних.
Na_2O, P_2O_5, CO_2, SO_3, SO_2, CrO, BaO, Cu_2O, SiO_2, Mn_2O_7, Li_2O, N_2O_5, MnO, SnO_2, I_2O_5, CuO.
Для оксидів, які можуть реагувати з водою, складіть рівняння реакцій, для інших — складіть формули відповідних кислот або основ.

150. Доповніть схеми реакцій і назвіть продукти реакцій:
а) $Li_2O + H_2O \rightarrow$ ...; б) $SO_2 + H_2O \rightarrow$ ...; в) ... + $H_2O \rightarrow Ba(OH)_2$.

151. Унаслідок взаємодії кальцій оксиду (негашеного вапна) з водою утворюється кальцій гідроксид (гашене вапно). Під час реакції виділяється так багато теплоти, що вода може закипіти. Цю реакцію використовують у хімічних грілках для розігрівання їжі або напоїв в одноразових пакетах. Складіть рівняння цієї реакції.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

152. За моделями речовин складіть хімічні рівняння.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

153. *Оксос* у перекладі з грецької означає «кислий», *гідро* — «вода», а *генеа* — «народжую». Як ви вважаєте, чому Лавуазьє запропонував назви для хімічних елементів Оксиген і Гідроген відповідно?

154. Розчин, що утворився внаслідок розчинення газуватого оксиду у воді, змінює забарвлення лакмусу на червоне. Припустить, які це гази могли бути.

155. Речовини групи антоціанів називають «природними хамелеонами» через те, що за наявності кислот і лугів вони змінюють забарвлення. На світлині зображено різне забарвлення екстракту із червоноголової капусти (розчин антоціанів) за наявності різних речовин.



Ґрунтуючись на інформації щодо забарвлення різних індикаторів, зробіть висновок про наявність кислоти або лугу в різних частинах склянки.

156. Більшість індикаторів для виявлення кислот і основ, які використовують у хімічних дослідженнях, є двокольоровими, тобто за надлишку кислоти молекули індикатору виявляють один колір, а за надлишку лугу — інший. У проміжних умовах у розчині «співіснують» обидві форми індикатору, і ми бачимо змішаний колір. Так, молекули метилового оранжевого існують у двох модифікаціях — жовтій і червоній. А в разі існування в розчині обох модифікацій одночасно, ми спостерігаємо оранжеве забарвлення, що відображено в назві цього індикатора. Висловіть гіпотезу щодо забарвлення в розчинах кислот і основ таких індикаторів: бромкрезоловий зелений і метиловий зелений.

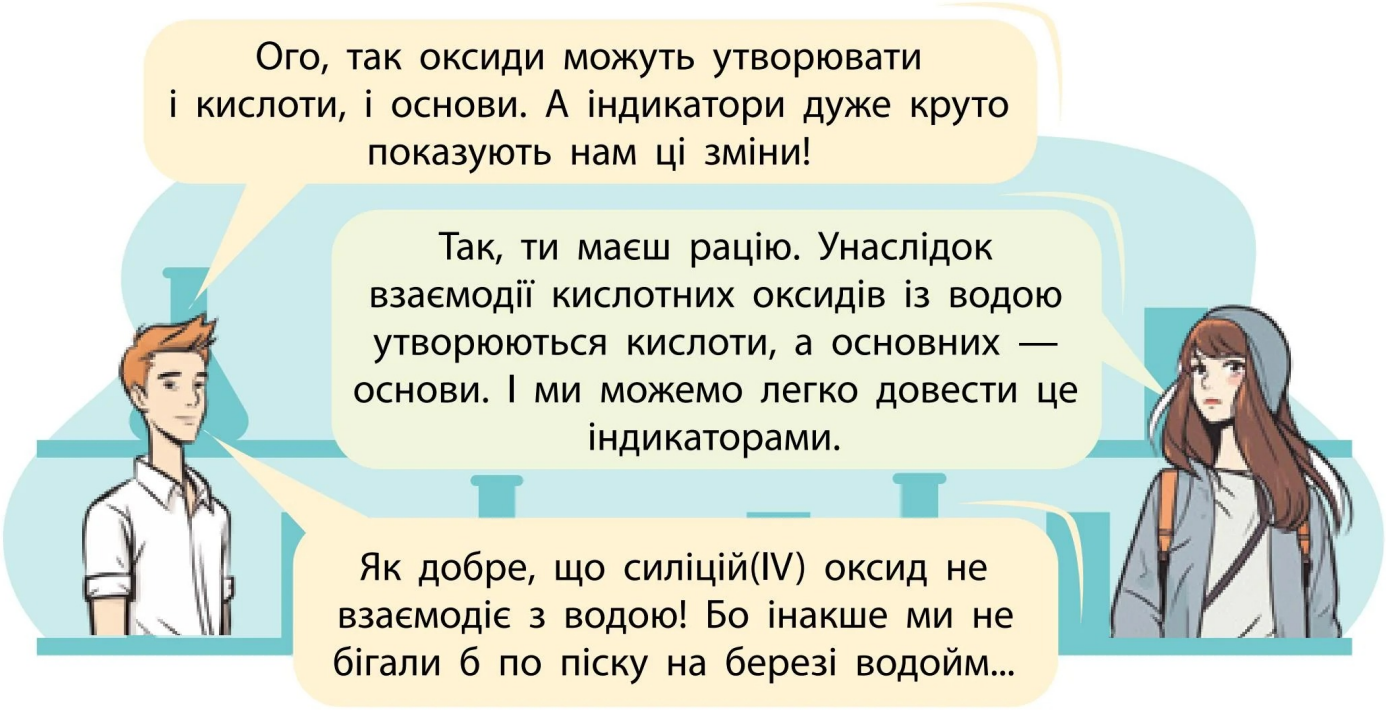
157. Як ви вважаєте, чи можна знайти в природних умовах фосфор(V) оксид, сульфур(VI) оксид і натрій оксид? Відповідь поясніть.

158. Деякі оксиди використовують як осушувачі для зневоднення газів і деяких неводних рідин. На якому принципі ґрунтується дія оксидів як осушувачів? Які оксиди можна так застосовувати й чому саме їх?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

159. Термін «індикатор» широко вживається в різних галузях науки й техніки: індикатор електрики, світловий індикатор, екологічний індикатор тощо. Дізнайтеся переклад із латини слова *indicator* і поясніть широковживаність цього терміна.



НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 3
«Виявлення кислот і лугів у розчинах»

Що є метою нашої роботи?

Відпрацювати навички виявлення кислот і лугів у розчинах.

Що нам знадобиться?

Обладнання: штатив із пробірками.
Речовини: дистильована вода, розчини питної соди, кухонної солі, столовий оцет, розбавлені розчини кислот і лугів, розчини (або індикаторні папірці) лакмусу, метилоранжу, фенолфталеїну (спиртовий розчин), універсального індикатора.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Визначаємо ризики

У дослідженні передбачено дії з лугами та кислотами. Які небезпечні та проблемні ситуації можуть статися під час роботи із цими реактивами? Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?

Що ми маємо зробити?

1. Підготуйте чотири серії із трьох пробірок кожна. У пробірки кожної серії налийте по 1–2 мл: у першу пробірку — розчину лугу, у другу — розчину кислоти, у третю — дистильованої води.
2. До кожної пробірки першої серії додайте по 2–3 краплі розчину лакмусу, до пробірок другої серії — по 2–3 краплі розчину метилоранжу, третьої серії — фенолфталеїну, четвертої серії — універсального індикатора. Замість розчинів можна використати індикаторні папірці.
3. Результати спостережень занотуйте в таблицю.
4. Підготуйте три пробірки. У першу налийте розчин кухонної солі об'ємом 1–2 мл, у другу — таку саму кількість розчину питної соди, у третю — таку саму кількість оцту. До кожної з пробірок додайте один з індикаторів (на свій вибір). Спостереження занотуйте, зробіть висновок щодо наявності кислоти або лугу у випробуваних розчинах.

Для підбиття підсумків роботи обговоріть питання

1. Чи можна виявити кислоту фенолфталеїном?
2. За результатами дослідження зробіть висновок: яким / якими індикаторами зручніше користуватися для виявлення: а) кислот: б) лугів.
3. Чому в цьому дослідженні рекомендовано використовувати саме дистильовану воду? Чи можна її замінити на водопровідну воду або покупну воду в пляшках?
4. Зважаючи на відомі вам якісні реакції (на озон і йод), поясніть, чи є зміна забарвлення індикаторів якісною реакцією.

Рефлексуємо

- Що нового ви дізналися під час дослідження?
- Де вам можуть знадобитися вміння, яких ви набули?
- Що виявилося для вас складним? Поясніть, чому.
- Як ви оцінюєте свою роботу? Аргументуйте думку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 4

«Виявлення кислот і лугів у побутових хімікатах природними індикаторами»[1]

Що є метою нашої роботи?

Визначити наявність кислот або лугів у засобах побутової хімії, розвивати навички здійснення якісного аналізу.

Що нам знадобиться?

Обладнання: одноразові стаканчики, ніж, лійка, фільтр (можна використати паперові рушники, фільтр для кавоварки тощо).
Речовини та матеріали: буряк, червоноголова капуста, квітки з яскравими пелюстками, зразки засобів побутової хімії та харчових продуктів.

Визначаємо ризики

У дослідженні передбачено дії із засобами побутової хімії. Вивчіть етикетки на пляшках (упакуванні) та визначте небезпечні та проблемні ситуації, що можуть статися під час роботи із цими реактивами. Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?

Що ми маємо зробити?

Визначити наявність кислот або лугів у засобах побутової хімії та харчових продуктах природними індикаторами, виготовленими власноруч.

Природні індикатори містяться в яскраво забарвлених рослинних об'єктах: у буряку (коренеплодах), червоноголовій капусті, чорниці, у яскравих пелюстках квіток (фіалки, календули, бузку тощо). Також можна використати зеленку (розчин «Брильянтового зеленого») з домашньої аптечки.

Визначте, який природний індикатор ви використовуватимете.

1. Приготуйте природний індикатор (на прикладі буряка).

Це можна зробити в різні способи:

- вичавити сік соковижималкою;
- натерти буряк і віджати сік через сито (чисту марлеву тканину).



1 **Для** експериментування вдома

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Так само можна приготувати сік або відвір із червоноголової капусти.

Для приготування індикатора з пелюсток квіток, їх необхідно на ніч залити спиртом, а потім відфільтрувати.









2. Випробуйте отриманим індикатором наявні у вас зразки. У пластикові стаканчики налийте досліджувані продукти й засоби об'ємом приблизно по 50 мл і доливайте до них по 1–2 мл природних індикаторів.

   Для випробування можна використати:
   - розчини лимонної кислоти, харчової (питної) соди, прального порошку, мила;
   - маринад від маринованих овочів (огірків, помідорів тощо), сік квашеної капусти, свіже та прокисле молоко, кефір, йогурт, сметану, сік лимона (або інші соки) тощо;
   - засоби для чищення скла, унітазу, підлоги, духової шафи тощо (для випробування цих засобів потрібно налити в стаканчики воду об'ємом по 50 мл і додати по 5–10 мл засобів).
3. Занотуйте свої спостереження. За можливості сфотографуйте результати дослідження та створіть презентацію або лепбук.

Для підбиття підсумків роботи обговоріть питання

1. Чи придатний використаний вами природний індикатор для виявлення кислот і лугів?
2. Порівняйте свої результати з результатами дослідження ваших однокласників / однокласниць.

Рефлексуємо

- Що нового ви дізналися під час цього дослідження?
- Де вам можуть знадобитися вміння, яких ви набули?
- Які чинники сприяли або заважали роботі?
- Як ви оцінюєте свою роботу? Аргументуйте думку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 15. ГІДРОГЕН. ВОДЕНЬ

Я читав, що Гідроген — найперший хімічний елемент, який з'явився у Всесвіті. Отже, він старіший за Землю!

А якщо він найперший, то, напевно, має траплятися всюди. Чому ж тоді в повітрі немає водню?

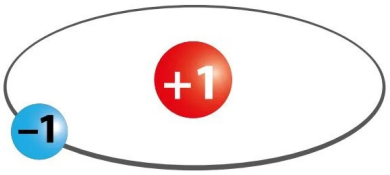


Я знаю, що Гідроген є основою зір. Але чому його не видно на Землі? Навіть не здогадуюся?



Гідроген у природі

Гідроген — перший хімічний елемент Періодичної таблиці. Його атоми найпростіші: вони складаються з ядра з найменшим зарядом (+1) та лише одного електрона.



Модель атома Гідрогену

Майже всі атоми Гідрогену, що існують у світі, утворилися в перші хвилини після Великого вибуху — моменту виникнення нашого Всесвіту близько 14 млрд років тому. З атомів Гідрогену сформувалися перші зорі та міжзоряний газ. Тож Гідроген є найпоширенішим хімічним елементом у Всесвіті. Із кожних 100 атомів, що існують у Всесвіті, 89 — це атоми Гідрогену.



На Землі Гідрогену значно менше. У земній корі частка його атомів становить до 1 % за масою. Утім, якщо зважати на число атомів, то з кожних 100 атомів у земній корі 17 — атоми Гідрогену. І це не дивно: атоми Гідрогену є в складі майже всіх органічних сполук і багатьох неорганічних.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Поміркуйте

Пригадайте формули та назви сполук, у складі яких є Гідроген.

Леткі сполуки з Гідрогеном

Поміркуйте

Леткий — це такий, який має здатність швидко зникати, поширюючись у повітрі. Що, на вашу думку, означає термін «летка сполука»?

Багато хімічних елементів утворюють сполуки з Гідрогеном. Але характерною особливістю Гідрогену є те, що з неметалічними елементами він переважно утворює леткі сполуки, які за кімнатної температури рідкі (вода та гідроген флуорид) або газуваті.

	Група 13	14	15	16	17
2-й період	BH_3 боран	CH_4 метан	NH_3 амоніак	H_2O вода	HF гідроген флуорид
3-й період	SiH_4 силан	PH_3 фосфін	H_2S гідроген сульфід	HCl гідроген хлорид	
4-й період	GeH_4 герман	AsH_3 арсин	H_2Se гідроген селенід	HBr гідроген бромід	
5-й період		SbH_3 стибін	H_2Te гідроген телурид	HI гідроген йодид	

— не виявляють властивостей кислот або основ;
— виявляють властивості основ;
— виявляють властивості кислот

Водні розчини летких сполук Гідрогену з елементами 16-ї та 17-ї груп є кислотами, амоніак і фосфін у водному розчині виявляють властивості основ, а для інших властивості кислот або основ не характерні.

Розчин гідроген хлориду у воді називають хлоридною кислотою, гідроген сульфіду — сульфідною кислотою.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Складіть моделі молекул летких сполук із Гідрогеном хімічних елементів 14-ї та 15-ї груп Періодичної таблиці.

Водень

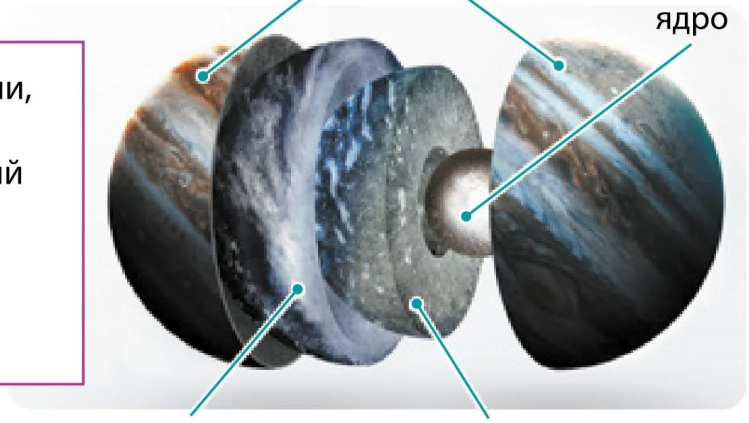
Атоми Гідрогену хімічно нестійкі, тому об'єднуються у двоатомні молекули, утворюючи просту речовину водень.

Модель молекули водню

Водень:

- газ без кольору, смаку та запаху;
- розчинність у воді: за 0 °C в 1 л води розчиняється 21,4 мл водню, за 20 °C — 18,8 мл;
- густина за 0 °C та нормального атмосферного тиску — 0,09 г/л;
- $t_{кип.} = -252{,}9$ °C, $t_{пл.} = -259{,}2$ °C;
- діамагнітний (не притягується магнітом);
- вибухонебезпечний.

Твердий водень — це кристали, що нагадують сніг. Проте за тиску понад 4 млн атм твердий водень стає металом. Такий металічний водень міститься у в глибинному шарі Юпітера навколо його ядра.



Попри малу розчинність водню у воді, він розчиняється в багатьох металах: нікелі, платині тощо. Найкраща розчинність водню в паладії: 850 об'ємів водню в 1 об'ємі металу.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Водень у природі



Водень — найлегший газ, він у 14,5 раза легший за повітря. Через це повітряні кулі, дирижаблі та маленькі повітряні кульки, наповнені воднем, легко здіймаються в повітря.

На Землі відбувається багато процесів, під час яких виділяється водень (мал. 15.1): вулканічна активність, розкладання води під дією радіоактивного випромінювання, у геотермальних джерелах тощо. Також водень утворюється внаслідок життєдіяльності деяких анаеробних бактерій, зокрема в кишечнику ссавців.

Проте в повітрі об'ємна частка водню дуже мала: на рівні моря вона становить 0,00005 %. Увесь утворений у природі водень через свою легкість здіймається у верхні шари атмосфери: на висоті 50 км його вміст збільшується в десятки разів, а на висоті понад 100 км атмосфера складається майже з чистого водню.





Мал. 15.1. Природні джерела водню

Робота з інформацією

160. Знайдіть інформацію про відкриття водню. Які дослідження дали змогу його відкрити? Підготуйте ілюстровану доповідь.

161. Обчисліть кількості речовини кисню та водню масою по 1 г. У якому зразку більше атомів і в скільки разів?

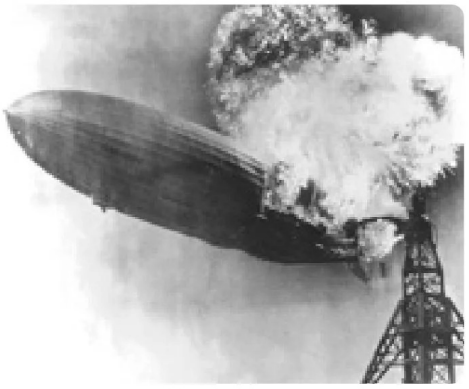
162. Складіть рівняння реакцій утворення з простих речовин: амоніаку, гідроген хлориду, метану.

163. У який спосіб можна довести наявність гідроген хлориду або гідроген броміду у водному розчині?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

164. На початку XX століття водень широко використовували для виготовлення дирижаблів, допоки не сталася трагедія з повітряним судном «Гінденбург». Які висновки було зроблено після цього?
Підготуйте коротке ілюстроване повідомлення про використання дирижаблів і катастрофу «Гінденбурга».



165. Обчисліть густину водню за нормальних умов, порівняйте отримане значення з наведеним у параграфі.

166. Використовуючи матеріал параграфа, обчисліть масову частку водню у водному розчині, якщо за температури 20 °C розчиниться його максимальний обсяг. Порівняйте з масовою часткою кисню за аналогічних умов (див. § 9). До яких речовин (розчинних, малорозчинних чи практично нерозчинних) належать кисень і водень?

167. Обчисліть масову частку водню, розчиненому в паладії, якщо в металі розчиниться максимальна кількість газу. Густина паладію — 12,02 г/см^3. Для розрахунків використайте дані з параграфа.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

168. Чому Гідроген є найпоширенішим елементом у Всесвіті?

169. Поясніть, як поширеність Гідрогену пов'язана з утворенням молекул води й інших сполук на Землі.

170. Порівняйте поширеність Гідрогену й Оксигену у Світовому океані: а) за масовою часткою; б) за числом атомів.

171. Газуватий водень у продаж постачають у балонах об'ємом 40 л, пофарбованих зазвичай у зелений колір. За підвищеного тиску в такий балон уміщується близько 560 г водню. Порівняйте, де міститься більше водню: в 1 балоні об'ємом 40 л чи в бруску паладію такого самого об'єму. Чи можна зробити висновок щодо економічної вигідності транспортування водню в балонах і розчиненим у паладії? А про безпечність транспортування?

172. За матеріалом параграфа визначте діапазон температур, у якому існує рідкий водень (за нормального тиску). Порівняйте його з аналогічним діапазоном для кисню (див. § 9).

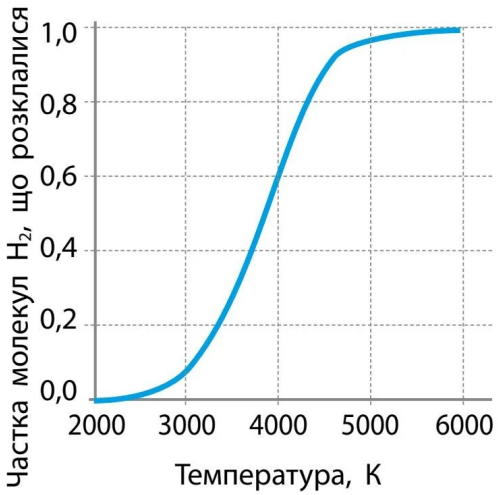
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

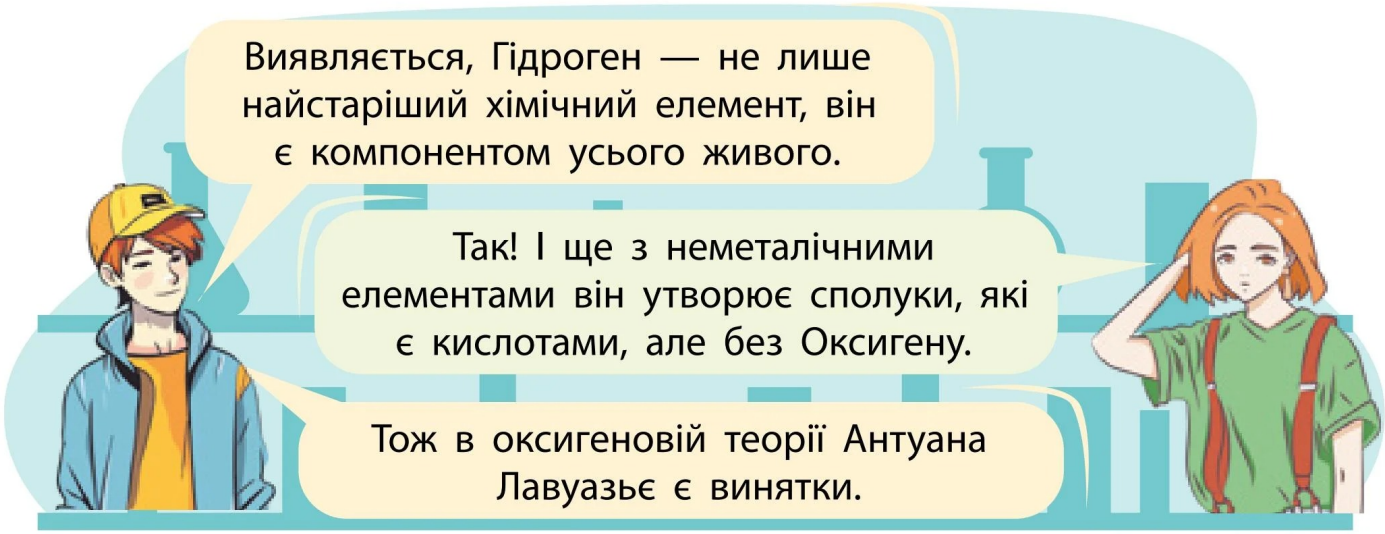
173. Хлоридна кислота відома від XVII століття під назвою соляна кислота, або соляний спирт (від лат. *spiritus salis* — «дух солі»). Антуан Лавуазьє висловив гіпотезу, що ця кислота утворена невідомим на той час хімічним елементом Мурієм. Запропонуйте формулу мурієвої кислоти, якщо припустити, що вона мала б таку саму молекулярну масу, як і хлоридна. Яка відносна атомна маса мала б бути в Мурію? Яке місце в Періодичній таблиці мав би посісти Мурій?

174. Проаналізуйте графік атомізації (дисоціації) водню.

- Складіть хімічне рівняння процесу атомізації водню.
- Дізнайтеся значення слова «дисоціація» і сформулюйте гіпотезу, чому цей термін тут є синонімом терміна «атомізація».
- У якому діапазоні температур «вигідно» існування лише молекул водню?



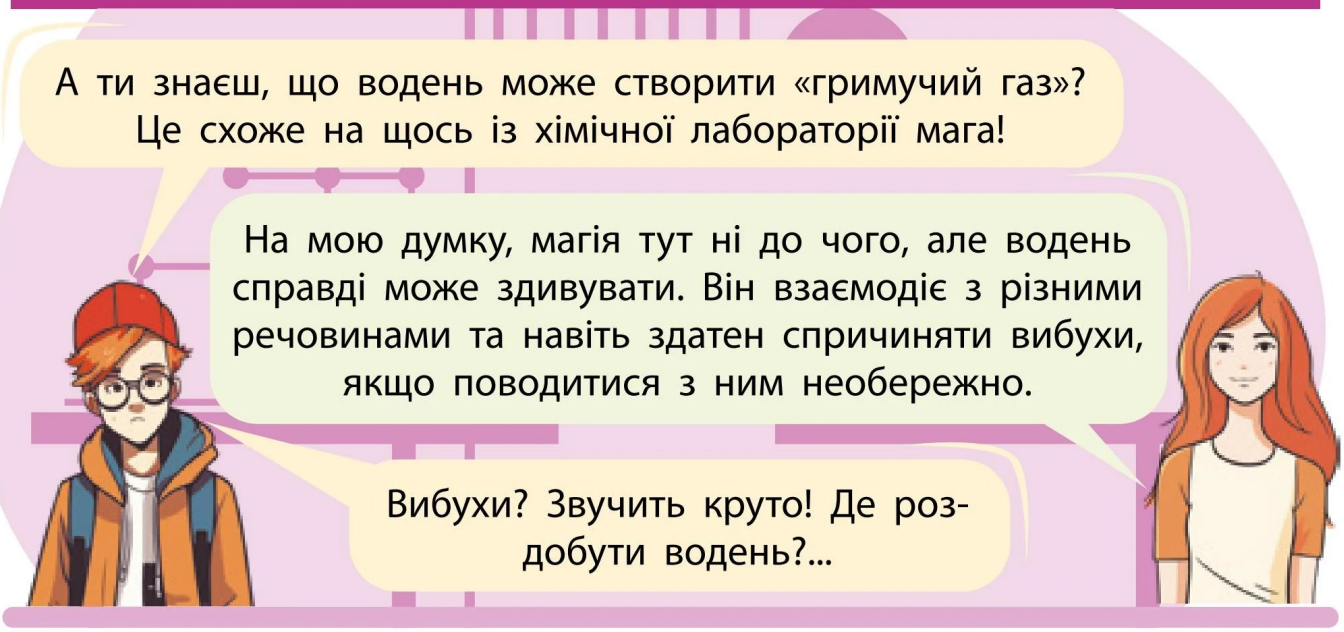
- За якої температури атомізація водню відбувається щонайменше на 5 %?
- Чи існують молекули водню на поверхні Сонця? А в атмосфері Юпітера? (Для відповіді скористайтеся додатковими джерелами інформації.)



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 16. ВОДЕНЬ: ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ОДЕРЖАННЯ

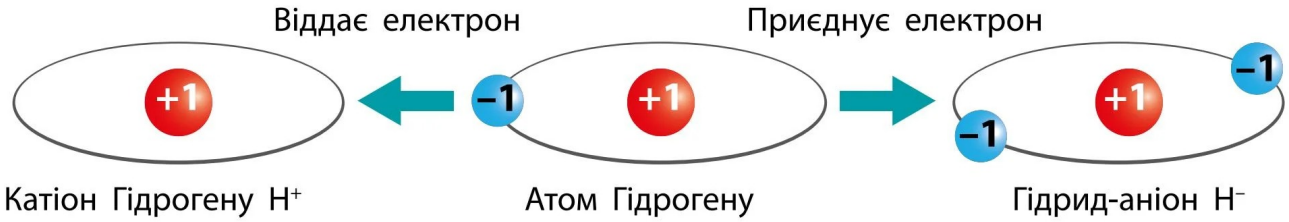


Які йони характерні для Гідрогену?

Поміркуйте

За розміщенням Гідрогену в Періодичній таблиці визначте: він є металічним чи неметалічним елементом. Такі хімічні елементи прагнуть віддавати чи приєднувати електрони?

Гідроген — неметалічний елемент, проте він може як віддавати, так і приєднувати електрони.



Унаслідок такої особливості Гідрогену, він може утворювати сполуки як із металічними, так і з неметалічними елементами. А водень реагує як із металами, так і з неметалами.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Реакції водню з неметалами

Водень реагує майже з усіма неметалами, а з елементами 17-ї групи (галогенами) водень реагує доволі активно.

Наприклад:

- зі фтором: $H_2 + F_2 = 2HF$ (реагує з вибухом за будь-якої температури);
- зі хлором: $H_2 + Cl_2 \overset{h\nu}{=} 2HCl$ (реагує за умови освітлення).

У разі підпалювання або за наявності каталізатора (платина, паладій тощо) водень активно реагує з киснем:

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

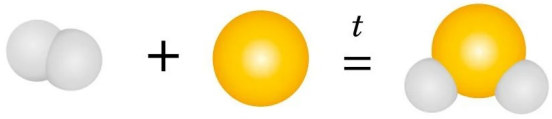
Поміркуйте

У якому об'ємному співвідношенні слід змішати водень і кисень, щоб усі реактанти прореагували повністю? Відповідь обґрунтуйте.

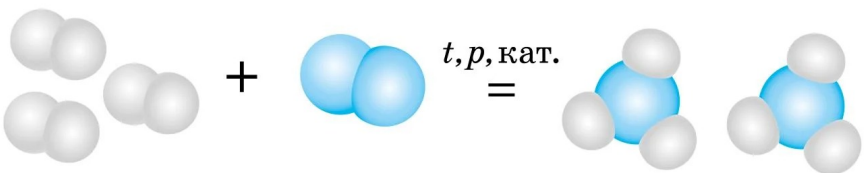
Якщо в посудині змішати разом водень і кисень, то реакція відбувається з вибухом. Особливо потужний вибух відбувається в разі змішування водню з киснем у співвідношенні 2 : 1. Таку суміш навіть називають «гримучим газом», оскільки він вибухає від найменшої іскри.

Також за певних умов водень реагує з іншими неметалами:

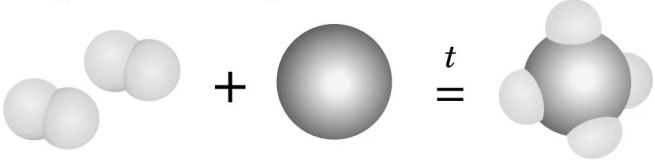
- із сіркою: $H_2 + S \overset{t}{=} H_2S$



- з азотом: $3H_2 + N_2 \overset{t, p, \text{кат.}}{=} 2NH_3$



- із сажею: $2H_2 + C \overset{t}{=} CH_4$



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Реакції водню з металами

Водень реагує з активними металами, утвореними хімічними елементами 1-ї та 2-ї груп Періодичної таблиці (відповідно, із лужними та лужноземельними металами).

Наприклад, із лужним металом натрієм:

$$H_2 + 2Na \overset{t}{=} 2NaH$$

Поміркуйте

Як називають продукт цієї реакції?

Сполуки металічних елементів із Гідрогеном називають так само, як і інші бінарні сполуки (див. § 2). Так, NaH — натрій гідрид.

Так само відбувається реакція лужноземельного металу кальцію з воднем:

$$H_2 + Ca \overset{t}{=} CaH_2$$

Реакції водню з оксидами

Багато оксидів металічних хімічних елементів взаємодіють із воднем з утворенням металів:

$$Fe_2O_3 + 3H_2 \overset{t}{=} 2Fe + 3H_2O$$

$$CuO + H_2 \overset{t}{=} Cu + H_2O$$

$$WO_3 + 3H_2 \overset{t}{=} W + 3H_2O$$

Завдяки таким реакціям можна одержувати метали, зокрема в промислових кількостях.

Оксиди металічних елементів часто є складниками металічних руд, які використовують для промислового одержання металів. Водень відновлює метали з непривабливої зовні руди. Реакції оксидів із воднем є прикладом реакцій відновлення.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Одержання водню

Поміркуйте

Вивчаючи § 9, ви дізналися про спосіб одержання кисню електролізом води. Чи можна цей спосіб використовувати для одержання водню?

Ви вже знаєте, що під час електролізу води утворюються кисень і водень. Отже, у цей спосіб можна одержувати обидві ці речовини:

$$2H_2O \xrightarrow{\text{ел. струм}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Поміркуйте

Проаналізуйте мал. 9.3 на с. 73. Чим можна пояснити різницю об'ємів газів в обох пробірках?

У лабораторії водень частіше одержують взаємодією металів із кислотами, зокрема цинку з хлоридною кислотою:

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

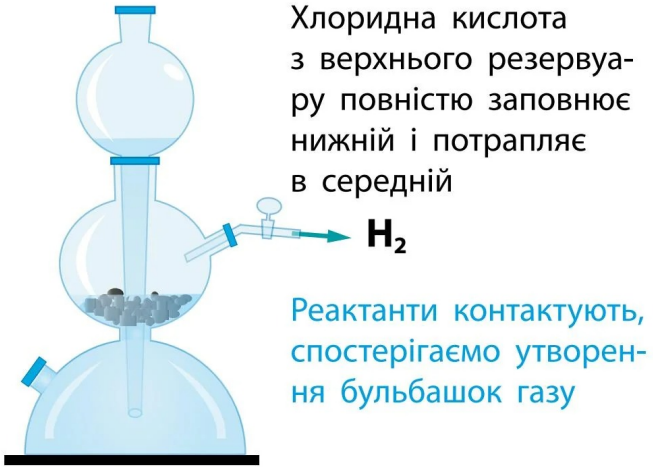
У цій реакції метали витісняють атоми Гідрогену з кислот. Продукти такого заміщення називають солями, про що ви дізнаєтеся на наступних уроках.

Цю реакцію для одержання водню здійснюють в апараті Кіппа.

У зарядженому стані апарат готовий до використання



Апарат у робочому стані



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Робота з інформацією

175. Поясніть, як утворюються йони Гідрогену H^+ і H^-.

176. Проаналізуйте рівняння реакцій водню з неметалами. Поясніть умови, за яких відбувається та чи інша реакція. Запишіть назви утворених продуктів реакцій.

177. Складіть формули бінарних сполук Гідрогену з: K, Li, Mg, Sr, Al.

178. Складіть хімічні рівняння утворення бінарних сполук, згаданих у попередньому завданні, із простих речовин.

179. Складіть назви сполук: Fe_2O_3, CuO, WO_3, Ag_2O, MnO. Для останніх двох речовин складіть рівняння реакцій із воднем.

180. Останнім часом дедалі більше застосовують промисловий спосіб одержання чистого заліза відновленням ферум(3+) оксиду воднем. Обчисліть об'єм водню (н. у.), який витрачається під час одержання заліза з ферум(3+) оксиду масою 160 кг.

181. Реакція цинку з хлоридною кислотою — найпоширеніший спосіб одержання водню в шкільній лабораторії. Обчисліть масу цинку, яка знадобиться для одержання водню об'ємом 5,6 л (н. у.).

182. У промисловості водень використовують для синтезу метану з вуглецю за високої температури. Обчисліть об'єм водню (н. у.), необхідний для одержання метану масою 44 г.

183. Під час електролізу води одержують водень, який можна використовувати як пальне. Обчисліть масу витраченої води й об'єм утвореного кисню, якщо під час електролізу одержано 2 $м^3$ водню (н. у).

184. Амоніак — дуже важлива промислова речовина, він є сировиною для одержання азотних добрив. Обчисліть об'єм водню (н. у.), необхідний для одержання амоніаку масою 340 кг.

185. Деякі метали, зокрема хром, використовують для захисту сталі від корозії (іржавіння). Обчисліть масу хром(3+) оксиду, який можна відновити, використовуючи водень об'ємом 44,8 л (н. у.). Обчисліть масу утвореного хрому.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

186. Зважаючи на процеси, які відбуваються в апараті Кіппа, спрогнозуйте: водень, який виділяється з нього, є вологим чи сухим (без домішок водяної пари)?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

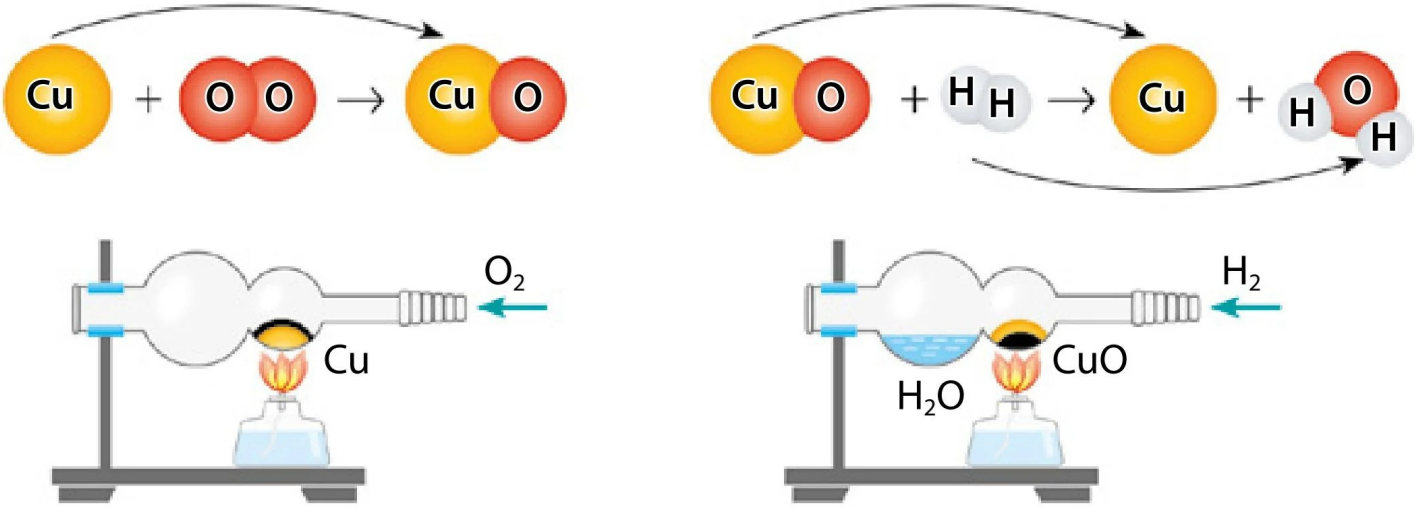
187. Зважаючи на число реактантів і продуктів реакції, з-поміж хімічних реакцій можна виділити зокрема такі:

- сполучення: $A + B \rightarrow C$;
- розкладу: $A \rightarrow B + C$;
- обміну: $AB + CD \rightarrow AD + CB$;
- заміщення: $AB + C \rightarrow CB + A$.

Проаналізуйте хімічні властивості водню та способи його одержання, описані в параграфі. До якого типу належить кожна з реакцій? Поясніть свою відповідь.

188. Водень легко відновлює мідь із купрум(2+) оксиду за нагрівання. Під час цієї реакції утворюється мідь, оскільки вона вже не здатна реагувати з воднем. Як ви вважаєте, чи можливо здійснити реакцію одержання натрію під час взаємодії натрій оксиду з воднем?

189. Пригадайте, які реакції називають окисненням (за § 10). Проаналізуйте схеми, на яких проілюстровано два хімічні процеси. Сформулюйте гіпотезу, чому реакції окиснення та відновлення називають протилежними процесами. Відповідь обґрунтуйте.

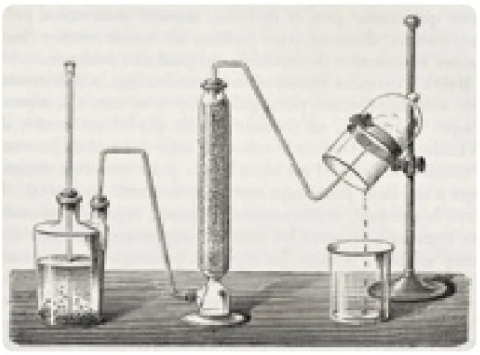


190. Зважаючи на хімічні властивості та способи одержання водню, описані в параграфі, спрогнозуйте, як можна використовувати водень у науці й техніці. Перевірте свої припущення за додатковими джерелами інформації.

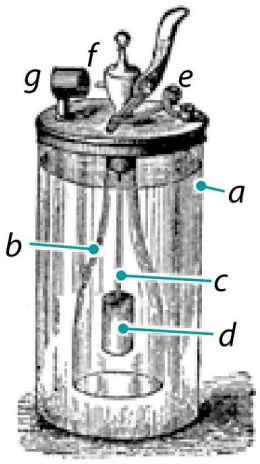
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

191. Проаналізуйте гравюру зі старого підручника хімії. На ній зображено дослід із доведення факту, що під час згоряння водню утворюється вода. Схарактеризуйте значення кожної частини приладу та процеси, які в них відбуваються.



192. «Кресало Деберейнера» — один із перших пристроїв для отримання вогню в домашніх умовах, що набув популярності близько 200 років тому. Певною мірою це була перша у світі запальничка. Схематично цей пристрій зображено на малюнку. Проаналізуйте його і поясніть принцип дії цього кресала.



a — склянка з кислотою;
b — бутель без дна;
c — стержень;
d — цинковий циліндр;
e — клапан;
f — форсунка;
g — платинова спіраль

193. Установлення певних фактів і закономірностей у науці іноді потребує низки відкриттів, зокрема праці різних науковців / науковиць. Навіть визначення формули води та деяких простих речовин, на кшталт водню й хлору, відбулося не одразу. Близько 200 років тому склад молекул згаданих речовин записували як HO, H, Cl відповідно. Лише після відкриття 1811 року свого газового закону (який учні й учениці іноді називають законом «трьох однакових»), Амедео Авогадро встановив правильні формули цих речовин — H_2O, H_2 і Cl_2.

Визначте правильність тверджень, які могли б допомогти Авогадро дійти правильних висновків.

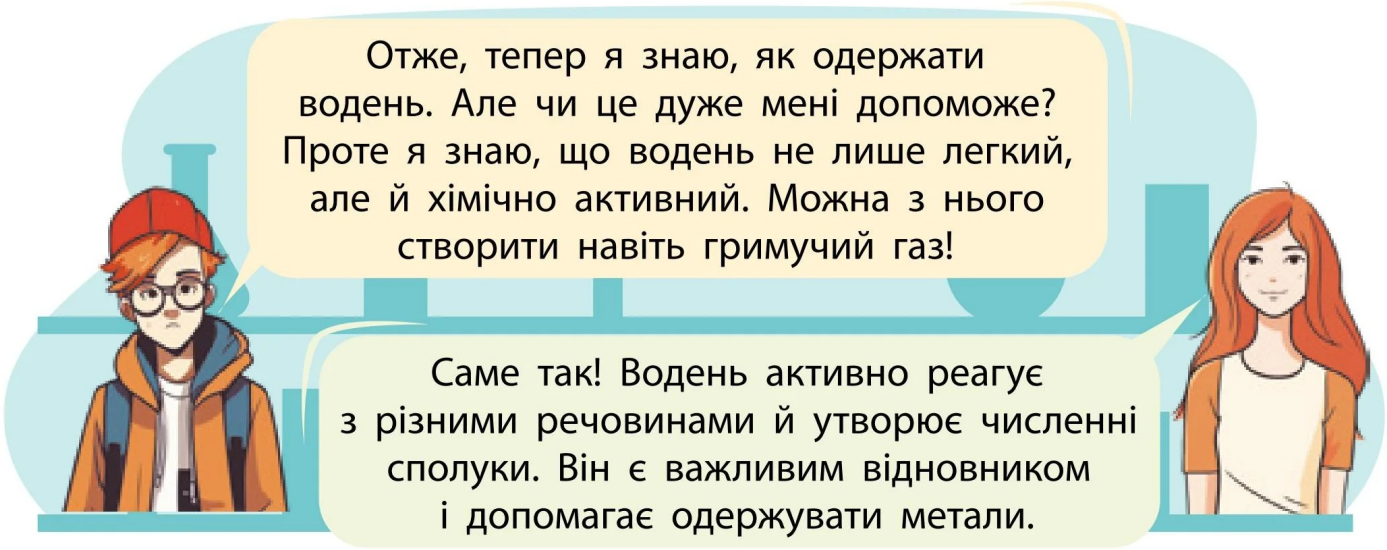
I. Якби молекули водню й хлору були одноатомними, то внаслідок реакції $H + Cl = HCl$ відбувалося б зменшення об'єму початкової суміші газів.

II. Якщо реакцію утворення гідроген хлориду записати як $H_2 + Cl_2 = 2HCl$, то цим пояснюється відсутність зміни об'єму суміші газів.

III. Якщо формула води H_2O, то під час взаємодії водню з киснем об'єм суміші газів має зменшитися на третину.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 5

«Досліджуємо водень»[1]

Що є метою нашої роботи?

Дослідити лабораторний спосіб одержання водню, фізичні властивості водню та способи його збирання.

Що нам знадобиться?

Обладнання: апарат Кіппа, кристалізатор, соломинка, пробірки, сірники.
Реактиви: цинк, хлоридна кислота, мильний розчин.

Визначаємо ризики



Які небезпечні та проблемні ситуації можуть статися під час роботи з переліченим обладнанням і речовинами? Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?

Що ми маємо зробити?

І. Досліджуємо роботу апарата Кіппа

Ознайомтеся з улаштуванням апарата Кіппа.

Відкрийте кран газовідвідної трубки та спостерігайте за виділенням газу. Закрийте кран та спостерігайте за тим, що відбувається.

1 Демонстраційно або віртуально.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

II. Досліджуємо фізичні властивості водню

Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу: як довести, що густина водню менша за густину повітря.

Відкрийте кран газовідвідної трубки апарата Кіппа, а газовідвідну трубку занурте в кристалізатор, наповнений мильним розчином. Що ви спостерігаєте?

Для порівняння, запропонуйте одному / одній із вас продмухувати повітря з легень соломиною крізь такий самий мильний розчин.

Замалюйте в зошиті апарат Кіппа та результати дослідження.

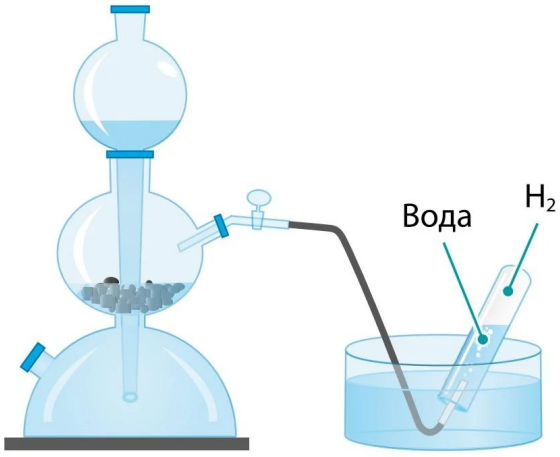
III. Збираємо водень

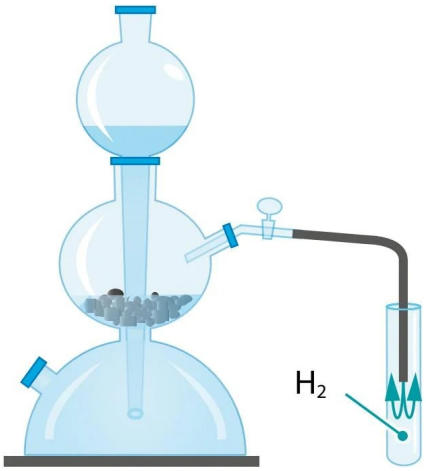
Поміркуйте

Зважаючи на відомі вам способи збирання газів, сформулюйте гіпотезу: у який спосіб можна збирати водень.

Водень, як і кисень, майже не розчиняється у воді та не реагує з водою, тому його можна збирати методом витіснення води.

Водень можна збирати й методом витіснення повітря, проте варто згадати про густину водню.

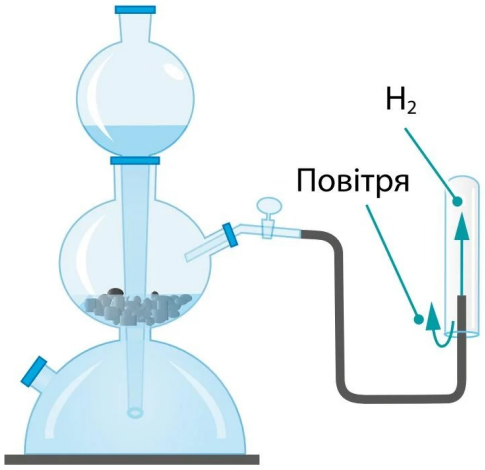




Якщо пробірку тримати отвором догори, то водень не зможе витиснути повітря та зібратися на дні. Він одразу буде здійматися вгору.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Якщо пробірку тримати отвором униз, то водень збирається вгорі (біля дна) та витісняє повітря через отвір.

Наповніть воднем дві пробірки.

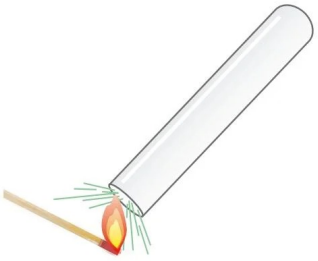
IV. Перевіряємо наявність водню

Водень неможливо побачити, тож не завжди можна визначити: наповнилася пробірка воднем чи ні.

Поміркуйте

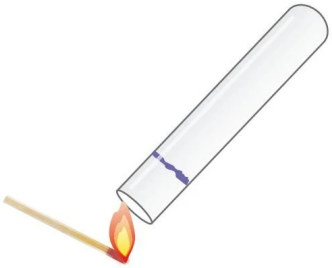
Сформулюйте гіпотезу: у який спосіб можна довести наявність водню в пробірці.

Наявність водню доводять, ґрунтуючись на його здатності горіти (вибухати). Для доведення, що пробірка наповнена воднем, до її отвору треба піднести запалений сірник (запальничку).



Якщо пробірка заповнена не чистим воднем, а його сумішшю з киснем, то в разі піднесення запаленого сірника чутно хлопок (невеличкий вибух).

Якщо пробірка містить чистий водень, то в разі піднесення запаленого сірника він швидко згоряє по всій довжині пробірки без гучних звуків.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Перевірте наявність водню в наповнених вами пробірках. Зробіть висновок, чи заповнені пробірки чистим воднем.

Для підбиття підсумків роботи обговоріть питання

1. За якою ознакою можна стверджувати, що реакція в апараті Кіппа відбувається?
2. Апарат Кіппа — зручний прилад для одержання різних газів у лабораторії, а не лише водню. Зручність насамперед полягає в тому, що апарат легко перемикається із зарядженого стану в робочий і навпаки лише поворотом крану на газовідвідній трубці.
   Поясніть: а) як апарат Кіппа переходить у робочий стан після відкриття крана; б) як апарат переходить у заряджений стан після закриття крана.
3. Унаслідок якого процесу кислота з верхнього резервуара потрапляє в середній після відкриття крана?
4. Унаслідок яких фізичних процесів кислота піднімається у верхній резервуар після закриття крана?
5. Як результати дослідження в п. 2 доводять різницю густин водню та повітря?
6. На яких фізичних процесах ґрунтуються способи збирання водню методом витіснення води та витіснення повітря?
7. На чому ґрунтується спосіб виявлення водню?
8. На чому ґрунтується спосіб визначення чистоти зібраного водню?

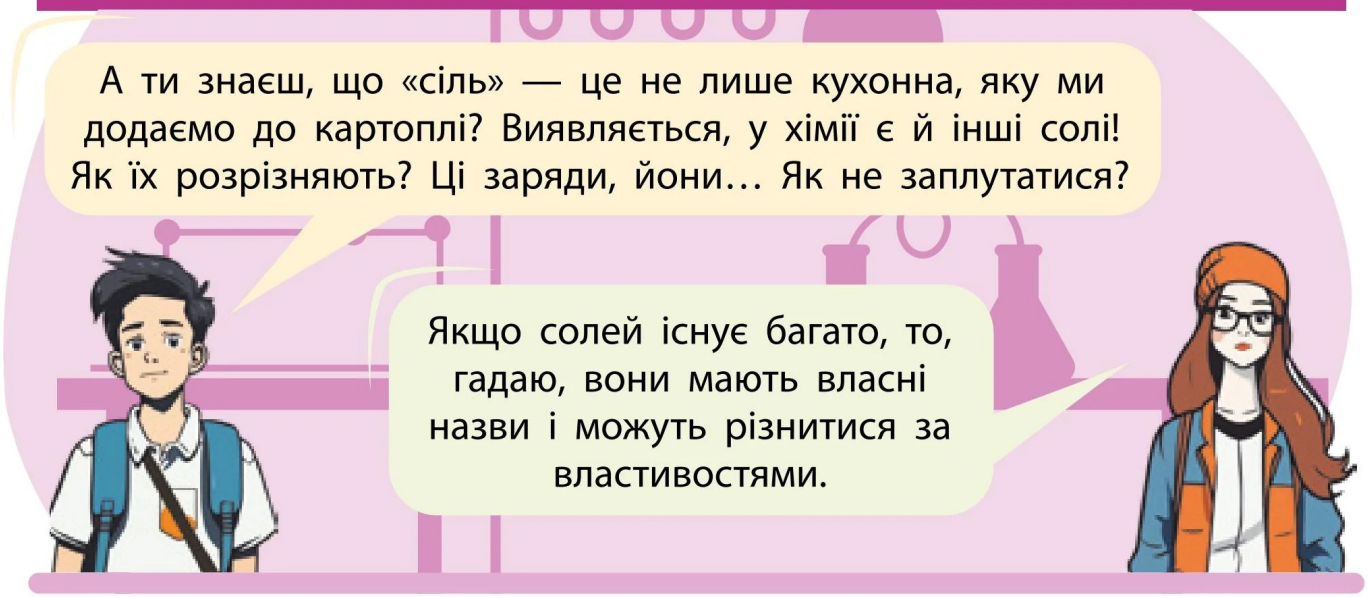
Рефлексуємо

- Що нового ви дізналися під час цього дослідження?
- Які чинники сприяли або заважали вам під час роботи?
- Як ви оцінюєте свою роботу? Аргументуйте думку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 17. СОЛІ



Пригадайте

Правила складання назв бінарних сполук і визначення зарядів йонів (за § 2). Формули кислот і заряди аніонів кислотних залишків за § 14.

Поняття про солі

У побуті сіллю ми зазвичай називаємо лише одну сіль — кухонну, тобто натрій хлорид NaCl. Однак, у хімії солями називають окремий клас сполук.

Солі — це сполуки, які складаються з катіонів і аніонів (кислотних залишків).

У формулах солей на першому місці записують символ катіона (металічного елемента), а потім — аніона (кислотного залишку):

катіон **аніон**, наприклад **Ba** **SO_4**, **Ca** **Cl_2**

Назви солей складають так само, як назви бінарних сполук:

назва катіона в називному відмінку **назва аніона (кислотного залишку)**

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

до прикладу: K_2SO_3 — калій сульфіт, $CaCO_3$ — кальцій карбонат.

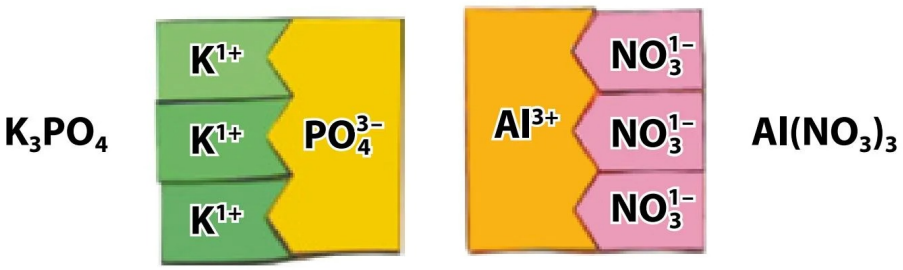
Якщо в хімічних елементів, що утворюють катіони, не можна однозначно визначити заряд за Періодичною таблицею, то в назві обов'язково треба зазначати заряд катіона:

назва катіона в називному відмінку	заряд (у дужках)	назва кислотного залишку

наприклад: $FeSO_4$ — ферум(2+) сульфат, $CuCl_2$ — купрум(2+) хлорид.

Складання формул солей

Формули солей складають як і формули бінарних сполук — за відомими зарядами катіонів й аніонів. Головне — зрівняти позитивний заряд катіонів і негативний заряд аніонів:



Як і для бінарних сполук, можна скористатися алгоритмом.

Алгоритм: складаємо формули солей (на прикладі калій сульфіту й барій ортофосфату)

Порядок дій	Калій сульфіт	Барій ортофосфат
1. Записуємо символи катіона (на першому місці) та аніона й підписуємо заряди	K^+ SO_3^{2-}	Ba^{2+} PO_4^{3-}
2. Визначаємо найменше спільне кратне (НСК) для значень зарядів (за модулем)	НСК(1 і 2) = 2	НСК(2 і 3) = 6
3. Результат ділення НСК на заряд (за модулем) дорівнює індексу цього йона у формулі	2 : 1 = 2(K) 2 : 2 = 1(SiO_3)	6 : 2 = 3(Ba) 6 : 3 = 2(PO_4)
4. Записуємо індекси після символів йонів	K_2SO_3	$Ba_3(PO_4)_2$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Деякі солі, які широко використовують у побуті, крім систематичних назв мають ще побутові (традиційні). Ви вже знаєте, що натрій хлорид $NaCl$ називають кухонною (або кам'яною) сіллю, а натрій карбонат Na_2CO_3 називають кальцинованою содою, калій карбонат K_2CO_3 — поташем.

Фізичні властивості солей

Поміркуйте

Солі складаються з катіонів і аніонів, тож вони мають йонну будову. Зважаючи на знання про властивості речовин йонної та молекулярної будови, спрогнозуйте загальні фізичні властивості солей.

Солі складаються з йонів, тобто мають йонну будову. Саме тому всі солі за звичайних умов є твердими кристалічними речовинами з високими температурами плавлення і не мають запаху. Солі різняться за розчинністю: одні солі добре розчинні у воді, інші — майже не розчиняються. Про розчинність солей можна дізнатися за таблицею розчинності на форзаці підручника.

Є солі безбарвні, а деякі мають характерне забарвлення. Так, солі Феруму(3+) — жовті або червоні, а Хрому(VI) — жовті або жовтогарячі.



ферум(3+) хлорид $FeCl_3$ (залізний купорос)



калій хромат K_2CrO_4

Як виняток, деякі солі внаслідок певних хімічних реакції іноді мають запах. Але це запах не власне солі, а продуктів реакцій. Так, алюміній сульфід має запах сірководню (гідроген сульфіду), а розчини солей сульфітної кислоти мають характерний запах сірчистого газу.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Поширеність у природі та застосування солей

Натрій карбонат Na_2CO_3 (кальциновану соду) одержують із природного мінералу $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ (кристалічної соди) і використовують для виготовлення скла, мила, пральних порошків тощо. Сода є ефективним засобом для чищення посуду.

Калій карбонат K_2CO_3 (поташ) використовують для виробництва мінеральних добрив, виготовлення кришталю й оптичного скла тощо.

Глауберова сіль $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (мірабіліт) — цінний реактив для лабораторної практики, використовують для виготовлення скла. Має проносну дію, що є характерною для всіх розчинних солей сульфатної кислоти.

Арсен(3+) сульфід As_2S_3 (аурипігмент) — цінний мінерал для виготовлення золотої та жовтої фарб, які особливо поширені в іконописі. Надзвичайно отруйний. Є сировиною для добування арсену.

Цинк сульфід ZnS (цинкова обманка, сфалерит) є сировиною для одержання цинку. Зі сфалериту виготовляють цинкові білила, а також фарби, що світяться в темряві.

Аргентум(1+) нітрат $AgNO_3$ (ляпіс) здавна використовували для виготовлення дзеркал. Солі Аргентуму іноді використовують для регулювання погоди. Якщо з літака розпилити AgI або AgBr, то вони конденсують водяну пару, і випадає дощ.

Солі Кальцію є складовою багатьох порід і мінералів. **Кальцій сульфат** — мінерал гіпс — використовують у будівництві, а також у медицині для фіксації зламаних кінцівок.



issuu-downloader.com

Дізнайтеся більше



- Чиста кухонна (кам'яна) сіль — безбарвна речовина. А ось «делікатесна», або «царська», сіль має ніжно-рожевий колір і приємний запах через уміст мікроскопічних водоростей. В Україні така сіль трапляється на берегах солоних Сиваських озер, що на заході Азовського моря. Саме звідси починався шлях українських чумаків, справою яких були видобуток і торгівля сіллю.
- На території України є величезні поклади кам'яної солі, які вважають невичерпними. Найбільші родовища на Донбасі (Артемівське й Слов'янське), у Прикарпатті та Закарпатті (Солотвинське), а також у Криму. За хімічною чистотою сіль деяких родовищ уважають найкращою у світі. Високоякісна кам'яна сіль є важливим експортним товаром України.
- У давні часи кухонну сіль уважали майже коштовністю. Справді, без золота прожити можна, а без солі — ні.

Робота з інформацією

194. Назвіть солі: а) K_2SO_4; б) $Cr(NO_3)_3$; в) $MgCl_2$; г) $CuSO_4$; д) $SnCl_2$; е) $AgNO_3$; є) $AlPO_4$; ж) $BaSO_3$; з) BaS; и) $BaSO_4$; і) Na_2SiO_3; ї) $NaBr$; й) $MnSO_4$; к) Ag_2S; л) $Mg_3(PO_4)_2$. Зазначте заряди катіонів і аніонів (кислотних залишків). Складіть формули кислот, кислотні залишки яких містяться у складі цих солей.

195. Складіть формули солей: кальцій хлориду, магній карбонату, цинк нітрату, алюміній нітрату, калій карбонату, натрій сульфату, кальцій силікату, аргентум(1+) хлориду, магній сульфіту, алюміній сульфіду, ферум(3+) сульфату, хром(3+) ортофосфату, магній броміду, кальцій йодиду, кальцій ортофосфату, купрум(2+) силікату, меркурій(2+) нітрату, купрум(1+) флуориду.

196. Назва «кальцинована сода» свідчить про спосіб добування безводного натрій карбонату прожарюванням, що з латини перекладається як кальцинація. Складіть формулу натрій карбонату.

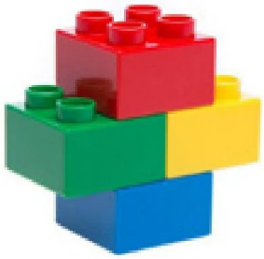
197. Обчисліть кількість речовини купрум(2+) сульфату в його розчині масою 120 г із масовою часткою солі 4 %.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

198. Обчисліть маси: а) хром(3+) сульфату кількістю речовини 0,35 моль; б) кальцій флуориду кількістю речовини 0,7 моль; в) магній силікату кількістю речовини 1,2 моль.

199. У складі пластмаси для деталей конструктора «Лего» міститься барій сульфат. Солі Барію дуже отруйні, але барій сульфат майже нерозчинний у воді, що робить його нетоксичним для організму. До того ж, його дуже добре видно на рентгенівських знімках. Якщо дитина проковтне деталь, її можна знайти за цими знімками. Складіть формулу барій сульфату.

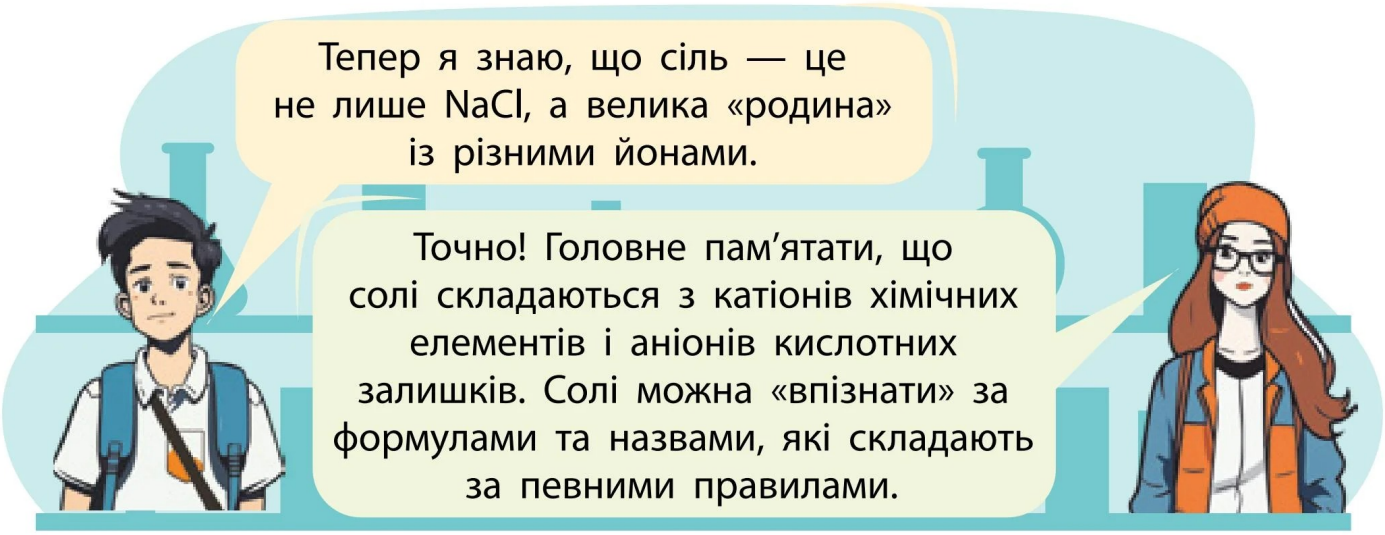


200. Фізіологічний розчин — це водний розчин натрій хлориду з масовою часткою солі 0,9 %. Обчисліть масу натрій хлориду, необхідну для приготування фізіологічного розчину об'ємом 5 л (густину розчину вважати 1 г/мл).

201. У воді масою 532,8 г розчинили кальцій хлорид кількістю речовини 0,2 моль. Обчисліть масову частку кальцій хлориду в розчині.

202. З-поміж солей, згаданих у завданнях до параграфа, оберіть одну та підготуйте доповідь про неї: поширення в природі, властивості, застосування зараз або в перспективі.

203. Пригадайте поширеність хімічних елементів у земній корі. Чому найпоширенішими солями в земній корі є силікати й карбонати? Як їх можна використовувати?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 6

«Досліджуємо активність металів»

Що є метою нашої роботи?

Дослідити активність металів.

Що нам знадобиться?

Обладнання: штатив із пробірками.
Реактиви: зразки металів (цинк, алюміній, залізо, мідь, олово, магній тощо), зразки кислот (хлоридна та сульфатна). (Натрій, калій або кальцій (за наявності) досліджуються віртуально або демонстраційно.)

Визначаємо ризики

Які небезпечні та проблемні ситуації можуть статися під час роботи з переліченим обладнанням і речовинами? Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?



Що ми маємо зробити?

Дослідити взаємодію різних металів із кислотами.

Поміркуйте

Сформулюйте гіпотези:

- чи можливо дослідити активність металу за його реакцією з кислотою;
- чи будь-яку кислоту можна додавати до будь-якого металу для дослідження.

1. У пробірки помістіть наявні зразки металів. Відзначте, чи можна за зовнішнім виглядом визначити той чи той метал.
2. До кожної пробірки долийте по 1–2 мл наявної кислоти.

Зверніть увагу! Залежно від наявних у шкільному кабінеті металів і кислот, дотримуйтесь інструкції вчителя / вчительки щодо того, яку кислоту додавати до певного металу.

- Що ви спостерігаєте? Чи можна за результатами спостереження дізнатися про активність металів?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

- Занотуйте свої спостереження в зошиті та запропонуйте хімічні рівняння цих реакцій.
- Розташуйте досліджені метали в ряд від найактивнішого до найменш активного.
- Порівняйте свій ряд із рядом активності металів на форзаці підручника.

Який висновок ми маємо зробити?

Співвіднесіть активність досліджених металів із місцем відповідних хімічних елементів у Періодичній таблиці.

Для підбиття підсумків роботи обговоріть питання

1. Чи можливо схарактеризувати активність металу за спостереженням його реакції з кислотою? Відповідь аргументуйте.
2. Як варто враховувати розчинність продукту реакції для визначення кислоти, яку треба додавати до певного металу?
3. Яку ознаку реакції металів із кислотами можна використовувати для порівняння активності металів?
4. Чи існує будь-яка залежність (кореляція) між місцем металічного елемента в Періодичній таблиці та активністю відповідного металу?
5. Чи збігається складений вами ряд активності металів із надрукованим на форзаці підручника? Обґрунтуйте збіжності та розбіжності.

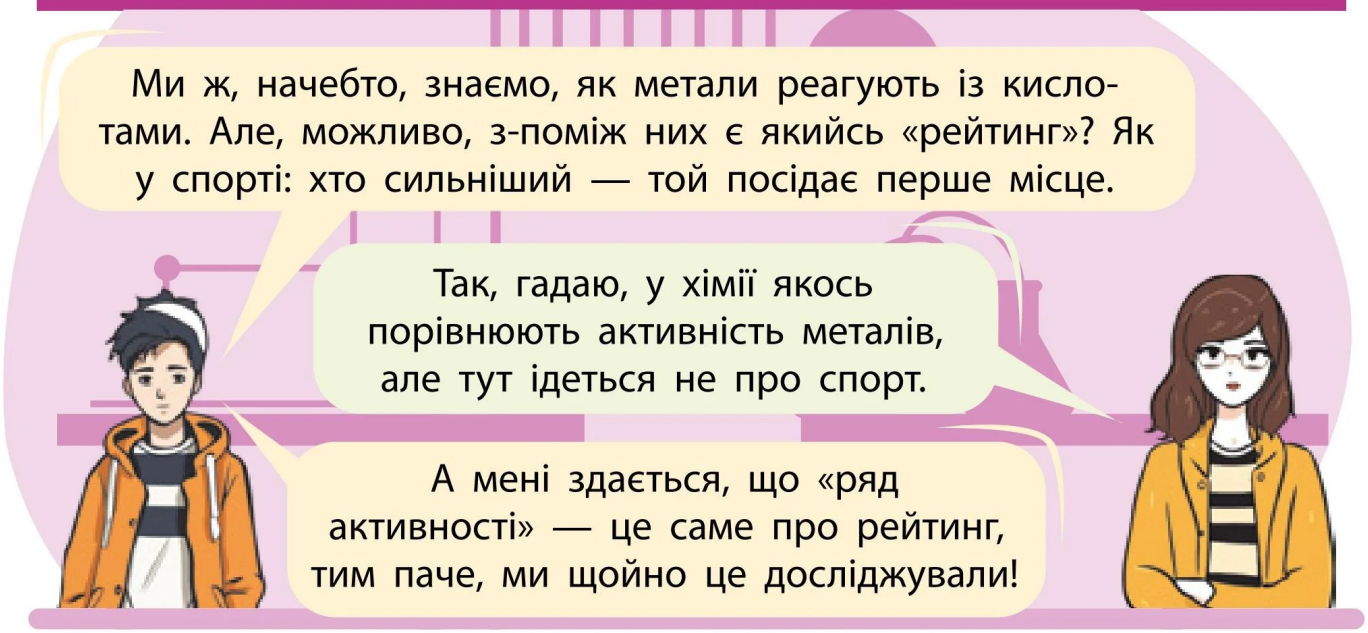
Рефлексуємо

- Що нового ви дізналися під час цього дослідження?
- Де вам можуть знадобитися вміння, яких ви набули?
- Що під час виконання роботи виявилося для вас складним? Поясніть чому.
- Як ви оцінюєте свою роботу? Аргументуйте думку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 18. РЯД АКТИВНОСТІ МЕТАЛІВ



Поняття про ряд активності металів

У багатьох хімічних реакціях беруть участь прості речовини, зокрема метали. Метали можуть взаємодіяти майже з усіма класами неорганічних речовин, які вивчають у шкільному курсі хімії. Утім, активність різних металів різна в хімічних взаємодіях, і саме від цього залежить: відбуватиметься реакція чи ні.

За активністю всі метали можна розташувати в ряд, який називають рядом активності металів (витискувальним рядом металів, або електрохімічним рядом напруг металів).

Ряд активності металів має такий вигляд (повніший ряд подано на форзаці підручника):

K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni > > Sn > Pb > H_2 > Cu > Ag > Hg > Au

У цьому ряду метали розміщено за зменшенням їхньої хімічної активності у водних розчинах. З-поміж наведених металів найактивнішим є калій, а найменш активним — золото. За цим рядом легко порівнювати активність металів. Зверніть увагу,

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

що в цьому ряду є водень. Певна річ, водень не є металом, але в цьому ряду його активність прийнята за точку відліку («нуль»).

Дізнайтеся більше

Ряд активності металів уперше склав і дослідив М. М. Бекетов, який понад 30 років працював у Харківському університеті на кафедрі хімії. 1865 року він оприлюднив свою теорію витіснення металів і встановив ряд активності металів. Тому цей ряд має ще одну назву — ряд Бекетова.

Взаємодія металів із кислотами

Поміркуйте

Що, на вашу думку, є продуктом реакції металу з кислотною?
Сформулюйте гіпотезу: чи всі метали можуть реагувати з кислотами.

Метали, розміщені в ряду активності ліворуч від водню, вступають у реакції з кислотами, у яких металічні елементи заміщують Гідроген у кислотах. Продуктами реакції є сіль відповідної кислоти і водень H_2:

метал + кислота → сіль + $H_2\uparrow$

$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$$

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

Подивіться відео про взаємодію різних металів із хлоридною кислотою

rnk.com.ua/110517

Чим лівіше розміщений метал у ряду активності, тим бурхливіше він взаємодіє з кислотами. Найінтенсивніше витісняють водень із кислот ті метали, що розміщені на самому початку ряду. Так, магній взаємодіє дуже бурхливо (рідина ніби закипає), цинк взаємодіє значно спокійніше, залізо реагує зовсім повільно (бульбашки водню ледве утворюються), а мідь зовсім не взаємодіє з кислотою (мал. 18.1).



а *б*

Мал. 18.1. Взаємодія металів із кислотою:
а — цинку; *б* — міді

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Метали, розміщені в ряду активності праворуч від водню, не здатні витісняти водень із розчинів кислот, і тому реакція не відбувається:

$$Cu + HCl \neq$$

Взаємодія нітратної та концентрованої сульфатної кислот із металами відбувається за іншою схемою. У таких реакціях водень майже не виділяється, а виділяються інші продукти реакції, про що ви дізнаєтесь у наступних класах.

Дізнайтеся більше

«Царською водою» хіміки називають кислоту, що є сумішшю концентрованих нітратної та хлоридної кислот. Таку назву ця суміш дістала через те, що з нею взаємодіє навіть «цар» металів — золото.

Взаємодія металів із водою

Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу: чи можуть метали витісняти водень не лише з кислот, а й з інших сполук, зокрема з води. Чи можна для таких реакцій також застосовувати ряд активності?

Метали, розміщені в ряду активності ліворуч від водню, здатні витісняти водень не лише з розчинів кислот, але й із води.

Метали, розміщені в ряду активності ліворуч від магнію, взаємодіють із водою за звичайних умов. У таких реакціях утворюються луги (розчинні гідроксиди) і водень:

метали (Li, K, Ca, Na) + H_2O → луг + $H_2\uparrow$

Літій взаємодіє з водою дуже бурхливо:

$$2Li + 2H_2O = 2LiOH + H_2\uparrow$$

Калій реагує з водою дуже активно, часто із вибухом. Кальцій і натрій взаємодіють із водою так само бурхливо, але без вибуху:

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

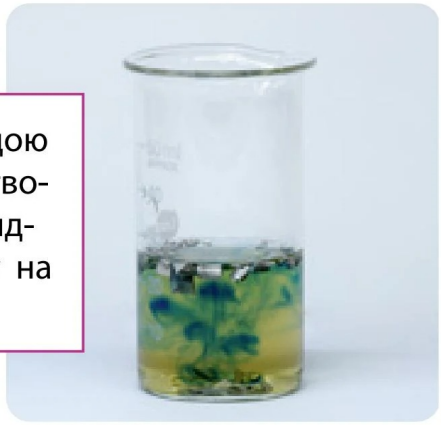
$$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$$

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow$$

Утворення лугів у реакції активних металів із водою можна довести, якщо додати розчин індикатору, який набуває забарвлення, характерного для лужного середовища.



Після взаємодії кальцію з водою додано універсальний індикатор: у розчині видно осад кальцій гідроксиду, а синє забарвлення свідчить про наявність лугу



За кімнатної температури магній взаємодіє з водою дуже повільно, розчин дещо мутніє внаслідок утворення малорозчинного магній гідроксиду, але видно зміну забарвлення універсального індикатору на характерне для лужного середовища

Магній взаємодіє з водою за такою самою схемою, як і активні метали, але замість лугу утворюється нерозчинна основа. Реакція відбувається настільки повільно, що спершу після додавання магнію до води жодних змін не спостерігають — бульбашки водню починають виділятися через певний час. Для ініціювання реакції воду слід підігріти або виконувати дослід у киплячій воді.

Більшість металів, розташованих між магнієм і воднем у ряду активності, також можуть взаємодіяти з водою (витісняти з неї водень), але це відбувається за «жорсткіших» умов: крізь розпечені металічні ошурки пропускають перегріту водяну пару.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

За таких умов гідроксиди розкладаються (на оксид і воду), а продуктами реакції є оксид відповідного металічного елемента та водень:

метали (Al, Mn, Zn, Fe) + H_2O → оксид + $H_2\uparrow$

$$2Fe + 3H_2O \overset{t}{=} Fe_2O_3 + 3H_2\uparrow$$

$$Zn + H_2O \overset{t}{=} ZnO + H_2\uparrow$$

Нікель, олово та свинець пасивуються водою, тобто за жодних умов із водою не реагують.

Схема 1. Залежність хімічних властивостей металів від розташування в ряду активності

<table>
<tr><td>K</td><td>Ca</td><td>Na</td><td>Mg</td><td>Al</td><td>Zn</td><td>Fe</td><td>Ni</td><td>Sn</td><td>Pb</td><td>H_2</td><td>Cu</td><td>Ag</td><td>Hg</td><td>Au</td></tr>
<tr><td colspan="15">← Активність металів збільшується</td></tr>
<tr><td colspan="10">Реагують із кислотами з утворенням солі та водню</td><td></td><td colspan="4">Не реагують із кислотами</td></tr>
<tr><td colspan="3">Реагують із водою за звичайних умов</td><td colspan="3">Витісняють водень із води за високої температури, утворюють оксиди</td><td colspan="9">Не реагують із водою</td></tr>
<tr><td colspan="3">Із водного розчину солі метал витиснути неможливо</td><td colspan="12">Метал можна одержати витисненням його з розчину солі більш активним металом</td></tr>
</table>

Взаємодія металів із солями

Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу: чи можна використовувати ряд активності для визначення здатності витіснення одного металу іншим. Якщо так, то з якими ще сполуками можуть реагувати метали?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

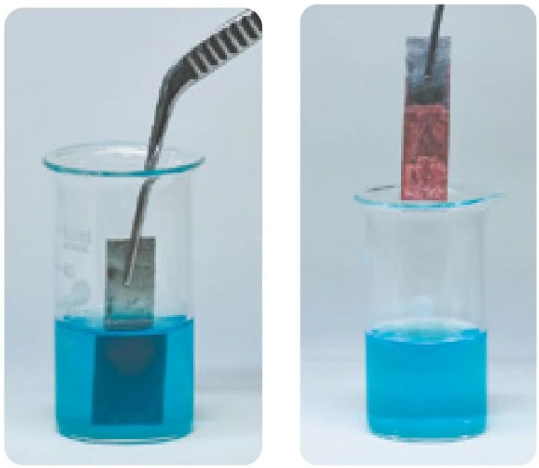
Якщо сіль розчинна у воді, то металічний елемент у ній може бути витиснутий активнішим металом:

сіль (1) + метал (1) → сіль (2) + метал (2)

Якщо в розчин купрум(2+) сульфату занурити залізну пластинку, за певний час на ній з'явиться червоний наліт міді:

$$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow$$

Із часом залізна пластинка покриється досить щільним шаром порошку міді, а розчин світлішає, що свідчить про зменшення в ньому концентрації купрум(2+) сульфату (мал. 18.2).



Мал. 18.2. Взаємодія розчину купрум(2+) сульфату із залізною пластинкою

Залізо розміщене в ряду активності ліворуч від міді, тому катіони Феруму можуть витіснити атоми Купруму із солі. Але якщо в розчин купрум(2+) сульфату занурити срібну пластину, то реакція не відбуватиметься:

$$CuSO_4 + Ag \neq$$

Мідь можна витиснути із солі будь-яким металом, розміщеним ліворуч від міді в ряду активності. А мідь буде витісняти з розчинів інших солей будь-який метал, розміщений у ряду активності праворуч від неї (мал. 18.3):

$$2AgNO_3 + Cu = Cu(NO_3)_2 + 2Ag\downarrow$$



Мал. 18.3. Менш активне за мідь срібло осідає на мідному дроті. Розчин набуває блакитного забарвлення унаслідок утворення в ньому солі Купруму

Найактивніші метали, розміщені на самому початку ряду — натрій, калій — не витісняють

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

інші метали з розчинів солей, оскільки вони настільки активні, що взаємодіють не з розчиненою сіллю, а з водою, у якій ця сіль розчинена.

Подивіться відео про взаємодію металів із солями у водному розчині.

rnk.com.ua/110518

Взаємодія металів з оксидами

Оксиди металічних елементів також здатні взаємодіяти з металами. Але, на відміну від взаємодії металів із солями, реактанти слід нагріти до високої температури або розплавити, щоб реакція відбулась:

оксид (1) + метал (1) → оксид (2) + метал (2)

$$CuO + Pb \overset{t}{=} PbO + Cu$$

$$Fe_2O_3 + 2Al \overset{t}{=} Al_2O_3 + 2Fe$$

Для одержання металу з оксиду можна застосовувати будь-який активніший метал, навіть найактивніші натрій і калій, адже в розплавленому оксиді води немає:

$$ZnO + 2Na \overset{t}{=} Na_2O + Zn$$

Витіснення металів із солей або оксидів активнішими металами іноді застосовують у промисловості для одержання металів.

Дізнайтеся більше

- Суміш алюмінію з ферум(3+) оксидом називають *термітною сумішшю*. Після нагрівання цієї суміші метал реагує з оксидом. Під час реакції виділяється настільки багато теплоти, що температура реакційної суміші сягає 2500 °С. Унаслідок реакції утворюється розплавлене залізо, яке, витікаючи з реактора, може заповнювати порожнини, що використовують для зварювання рейок на залізничних коліях.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

- Палаючі активні метали (магній, натрій тощо) неможливо загасити водою. Причина в тому, що під час контакту з водою палаючий магній реагує з нею, унаслідок чого виділяється водень, який лише підсилює горіння.

Робота з інформацією

204. Підготуйте повідомлення про М. М. Бекетова та його дослідження щодо формування ряду активності металів.

205. Шматочки магнію та олова помістили в розчин хлоридної кислоти. З яким металом реакція відбувається інтенсивніше? Складіть рівняння реакцій.

206. У розчин нікель(2+) сульфату занурили свинцеву та залізну пластини. З яким металом реакція відбуватиметься? Відповідь поясніть.

207. Чому для одержання міді з розчину купрум(2+) сульфату не можна використовувати натрій і калій, адже вони активніші за мідь? Чи можна їх використовувати для одержання міді з розплаву купрум(2+) оксиду? Відповідь поясніть.

208. Які речовини утворюються під час взаємодії води: а) з активними металами; б) оксидами активних металічних елементів; в) оксидами неметалічних елементів? Наведіть приклади.

209. Визначте можливість реакцій між такими металами та кислотами: а) Mg і H_2SO_4(розб.); б) Fe і HBr; в) Hg і HCl; г) Al і HI; д) Cu і H_3PO_4; е) Ni і H_2SO_4 (розб.); є) Au і HCl; ж) Pb і HCl; з) Sn і H_2SO_4 (розб.); и) Zn і HBr; і) Mn і H_2SO_4 (розб.). Для можливих реакцій складіть хімічні рівняння та назвіть продукти реакцій.

210. Визначте можливість реакції з водою таких металів: K, Sr, Ba, Mn, Sn, Ag, Hg. Для можливих реакцій складіть хімічні рівняння і назвіть продукти реакцій.

211. Визначте можливість реакцій між такими металами та солями: а) $FeSO_4$ і Sn; б) $AgNO_3$ і Cu; в) $NiCl_2$ і Al; г) $CuSO_4$ і Hg; д) $Hg(NO_3)_2$ і Cu; е) $Hg(NO_3)_2$ і Ag; є) $CrCl_3$ і Zn; ж) $Al_2(SO_4)_3$ і Pb; з) $SnCl_2$ і Zn; и) $FeCl_2$ і Zn; і) $NiSO_4$ і Fe; ї) $CuBr_2$ і Al; й) $Pb(NO_3)_2$ і Ni. Для можливих реакцій складіть хімічні рівняння та назвіть продукти реакцій.

212. Які з наведених речовин взаємодіють із водою: Na, Ba, Fe, Fe_2O_3, H_2SO_4, NaOH, CaO, ZnO? Відповідь підтвердьте рівняннями реакцій.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

213. Визначте можливість реакцій між такими металами й оксидами: а) Zn і PbO; б) Fe_2O_3 і Ca; в) NiO і Al; г) CuO і Au; д) CuO і Na; е) Al_2O_3 і Cr; є) Cr_2O_3 і Zn; ж) PbO і Sn. Для можливих реакцій складіть хімічні рівняння та назвіть продукти реакцій.

214. Після занурення цинкової пластини в розчин купрум(2+) нітрату на пластині виділилася мідь масою 3,2 г. Обчисліть масу цинку, що прореагував.

215. Обчисліть масу олова, яке можна одержати взаємодією станум(2+) оксиду з алюмінієм масою 0,54 кг.

216. Обчисліть об'єм водню (н. у.), який виділиться внаслідок узаємодії цинку масою 97,5 г із хлоридною кислотою.

217. Обчисліть кількість речовини сульфатної кислоти, необхідної для взаємодії з магнієм масою 12 г. Обчисліть масу утвореної солі та об'єм утвореного газу (н. у.).

218. Обчисліть кількість речовини міді, яку можна виділити з розчину купрум(2+) сульфату, що містить 32 г цієї солі.

219. Суміш магнію масою 6,0 г і заліза масою 16,8 г обробили достатньою кількістю розчину сульфатної кислоти. Обчисліть об'єм водню (н. у.), що виділиться під час реакції.

220. У розчин аргентум(1+) нітрату масою 85 г із масовою часткою солі 2 % занурили цинкову пластинку. Обчисліть масу срібла, що виділиться на пластинці після закінчення реакції. Обчисліть, як зміниться маса пластинки порівняно з її початковою масою.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

221. Якщо один із реактантів нерозчинний у воді, приміром метали, то реакція з водою (або водними розчинами речовин) не може відбуватися в разі, якщо з-поміж продуктів реакції має утворитися нерозчинна у воді речовина. Сформулюйте гіпотезу, чим це можна пояснити. Проілюструйте цей принцип на прикладі реакцій свинцю з різними кислотами.

222. Запропонуйте, як за допомогою хімічних реакцій розділити суміш міді та заліза.

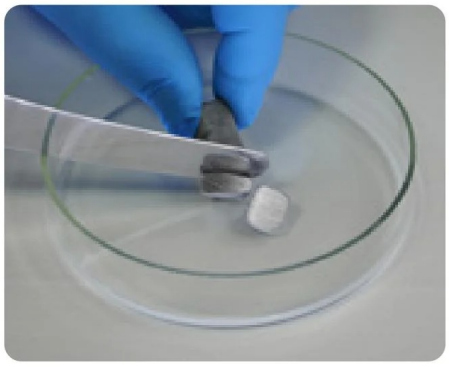
223. Алюміній — досить активний метал, але вироби з алюмінію зберігаються в повітрі без видимих ознак псування. Якщо зачищений виріб з алюмінію, приміром, ложку або виделку, ненадовго

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

занурити в розчин меркурій(2+) нітрату, він покриється сріблястим шаром. Оброблений у такий спосіб виріб на повітрі за досить короткий час перетворюється на сірий порошок, у якому можна спостерігати сріблясті кульки. Поясніть, чому можуть відбуватися такі зміни, з хімічної точки зору. Складіть відповідні рівняння реакцій.

224. Прочитайте опис досліду та дайте відповіді на запитання.





Учитель демонстрував у класі взаємодію натрію з водою. Велику посудину він наповнив водою і додав до неї розчин фенолфталеїну. Між посудиною та учнями / ученицями в класі розмістив пластиковий прозорий екран і надів захисні окуляри. Потім учитель дістав великий шматок натрію з посудини, у якій він зберігався зануреним у мінеральну олію, видалив із нього залишки олії, відрізав невеликий шматочок і пінцетом поклав його у воду. Одразу почалася бурхлива реакція: вода навколо натрію вирувала, газ штовхав шматочок натрію по поверхні води, а в місці контакту з натрієм вода ставала рожевою.

- Складіть рівняння реакції натрію з водою.
- Яке спостереження свідчить про утворення водню? А натрій гідроксиду?
- Яка ознака активного перебігу цієї реакції?
- Чому шматочок натрію переміщався поверхнею води, а не тонув. (Для відповіді можна скористатися додатковими джерелами.)
- Перелічіть ризики цього експерименту.
- З опису експерименту наведіть приклади, як учитель контролював ризики для себе та учнівства в класі.

225. Під час взаємодії калію навіть із холодною водою шматочок металу швидко рухається поверхнею води та від виділеної теплоти займається. Кальцій повільно реагує з водою. Унаслідок виділення теплоти реакційна суміш нагрівається. Магній із холодною

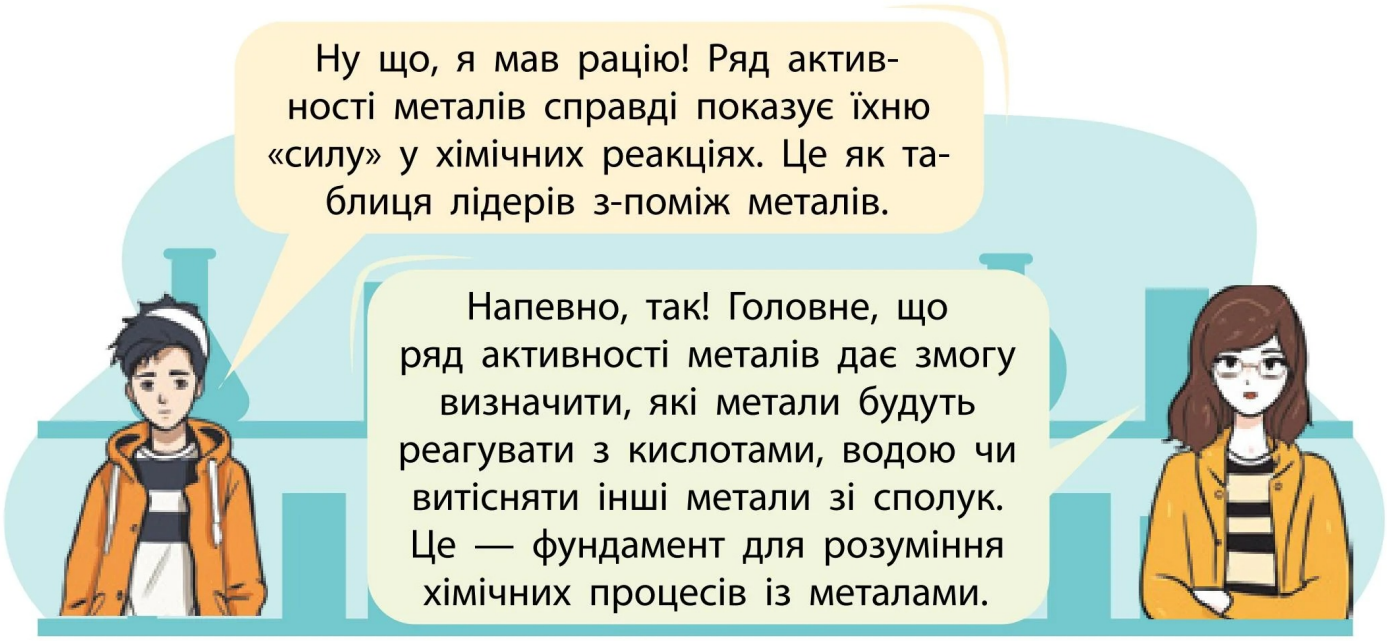
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

водою реагує дуже повільно, з утворенням кількох бульбашок за годину. А цинк узагалі не реагує з водою за таких умов. Намалюйте моделі цих хімічних реакцій. Розташуйте згадані метали в ряд за зменшенням активності та порівняйте з рядом активності металів на форзаці.

226. За хімічною активністю алюміній майже такий самий, як і магній. Проте на поверхні алюмінію завжди є доволі міцний шар алюміній оксиду, який не пропускає повітря та воду до металу. Алюміній та алюміній оксид не розчиняються у воді, проте реагують із хлоридною кислотою з утворенням розчинного алюміній хлориду. Якщо помістити гранулу алюмінію в хлоридну кислоту, то спочатку видимих змін не відбувається. Згодом можна спостерігати повільну реакцію, яка із часом прискорюється.

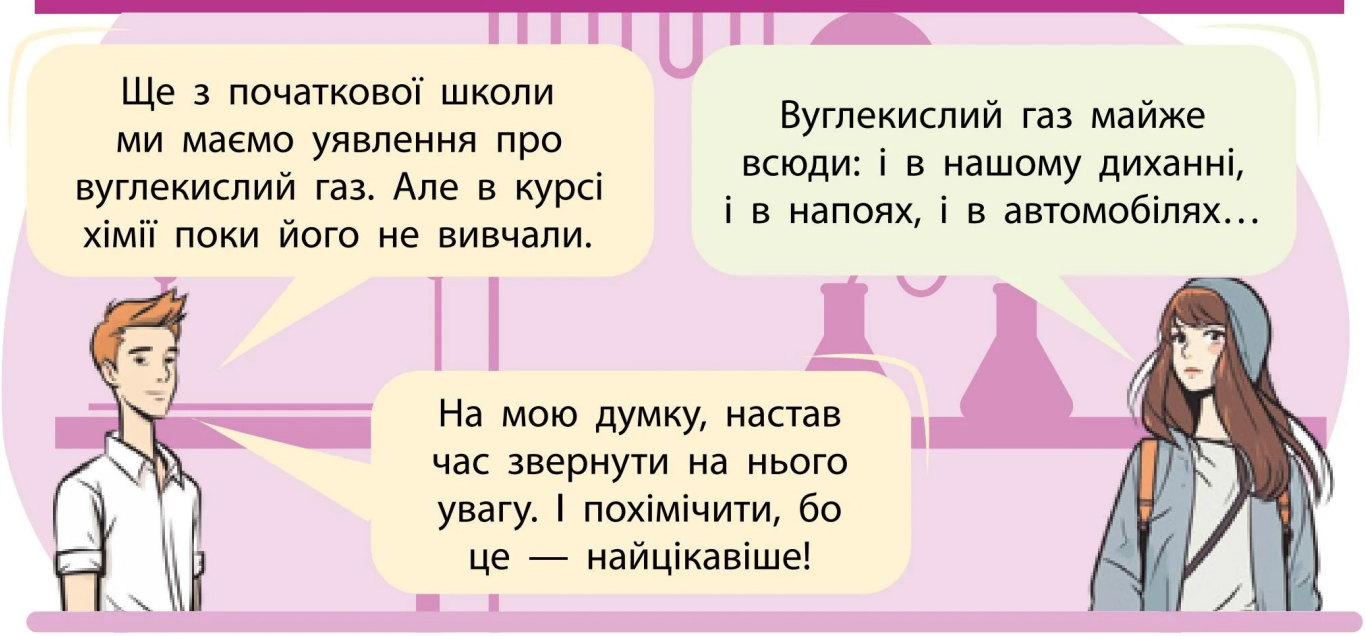
- Чому з алюмінієвими виробами нічого не трапляється в повітрі або в разі занурення у воду?
- Припустіть, яка речовина прореагує першою, якщо гранулу алюмінію помістити в хлоридну кислоту. Відповідь обґрунтуйте.
- Чому реакція алюмінію з хлоридною кислотою із часом прискорюється?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

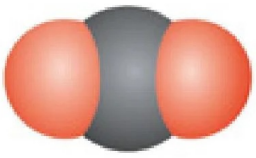
§ 19. ВУГЛЕКИСЛИЙ ГАЗ



Фізичні властивості

Вуглекислий газ — речовина, про яку часто згадують як у шкільних курсах, так і в щоденному житті. Попри те, що в природі його не так вже й багато, але він має неабияке значення для процесів у живій і неживій природі.

«Вуглекислий газ» — це традиційна назва речовини, а систематична назва — **карбон(IV) оксид** (у західних країнах більше поширена назва «карбон діоксид»). Хімічна формула — CO_2.



Модель молекули вуглекислого газу

Вуглекислий газ:

- безбарвна речовина, без смаку, без запаху (у невеликій концентрації);
- розчинність у воді: за 0 °С в 1 л води розчиняється 1,73 г вуглекислого газу, за 25 °С — 1,45 г;
- густина за 0 °С та нормального атмосферного тиску — 1,977 г/л, густина твердого карбон(IV) оксиду — 1,562 г/ см^3;
- $t_{субл.}$ = –78,5 °С (1 атм), $t_{кип.}$ = –56,6 °С (5 атм) або +20 °С (60 атм);
- не горить і не підтримує горіння й дихання.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com









Як ви знаєте, вуглекислий газ є у складі повітря, але ми не відчуваємо його запаху через малий уміст. У великій концентрації вуглекислий газ має слабкий «кислуватий» запах. Його можна відчути поряд з автівкою з працюючим двигуном або якщо відкорковувати пляшку з дуже газованою водою.

Вуглекислий газ значно краще розчиняється у воді, ніж кисень і водень. Водний розчин вуглекислого газу має слабкий кислий і «колючий» смак, який ми відчуваємо в газованих напоях.

Вуглекислий газ майже в 1,5 раза важчий за повітря, через що він може накопичуватися в підвальних приміщеннях.

Вуглекислий газ — одна з небагатьох речовин у довкіллі, в якої за нормального атмосферного тиску немає температури кипіння. Для нього характерний процес сублімації: перехід від твердого стану одразу в газуватий за нагрівання і навпаки за охолодження.

Твердий карбон(IV) оксид називають сухим льодом: зовні він справді нагадує лід, а за нагрівання не стає рідким.

За підвищеного тиску вуглекислий газ може ставати рідким (скраплюватися). Так, за тиску 60 атм він скраплюється навіть за кімнатної температури, що дає змогу легко його зберігати й транспортувати в сталевих балонах (зазвичай чорного кольору).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

У повітрі об'ємна частка вуглекислого газу близько 0,04 %. У такій концентрації він не шкідливий для людини й інших тварин. У більших концентраціях вуглекислий газ становить небезпеку: за вмісту 0,1 % (за об'ємом) утруднюється дихання, людина стає млявою, за 0,3 % — може статися блювота, за 3 % — порушується серцебиття, плутається свідомість, а 10 % може спричинити смерть.

Способи одержання вуглекислого газу

Найпоширенішими способами одержання вуглекислого газу є горіння карбоновмісних речовин і реакції солей карбонатної кислоти (карбонатів).

- Горіння вугілля (або сажі):

$$C + O_2 = CO_2$$

- Горіння метану й інших вуглеводнів (сполук Карбону з Гідрогеном), які є основними компонентами природного газу:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$$

- Розкладання кальцій карбонату:

$$CaCO_3 \xrightarrow{t,\ 1000^\circ C} CaO + CO_2\uparrow$$

Ці три способи є промисловими способами одержання вуглекислого газу. Також у великих кількостях його одержують спиртовим бродінням рослинної сировини, а вуглекислий газ є побічним продуктом виробництва.

Одержати вуглекислий газ можна також взаємодією карбонатів із кислотами.

Уже відомий вам спосіб, який часто є основою популярного досліду «содовий вулкан», ґрунтується на реакції соди з кислотою.

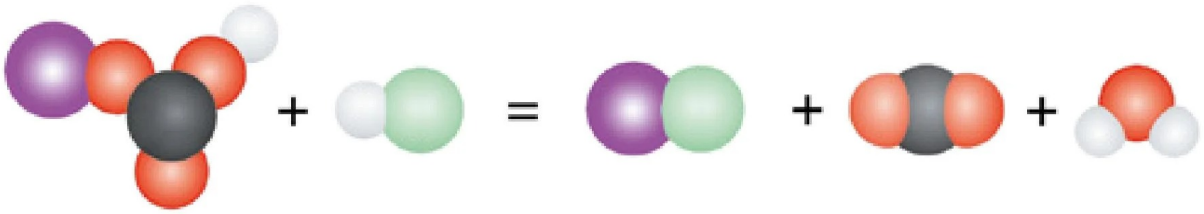


Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

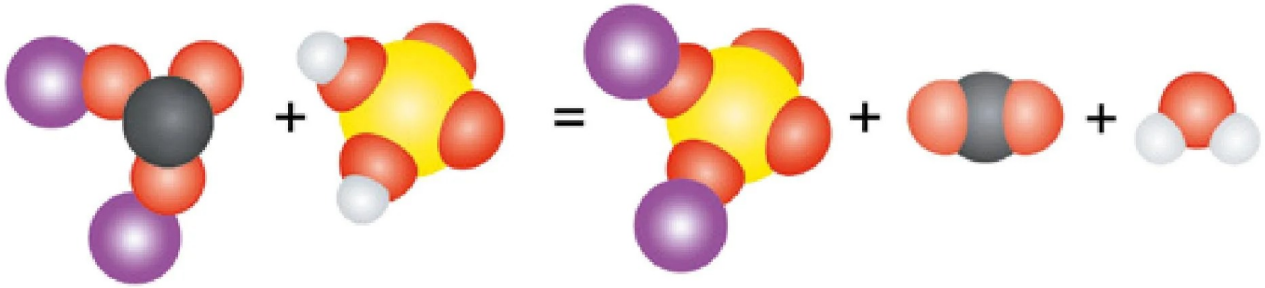
- Реакція харчової (питної) соди з хлоридною кислотою:

$$NaHCO_3 + HCl = NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$$



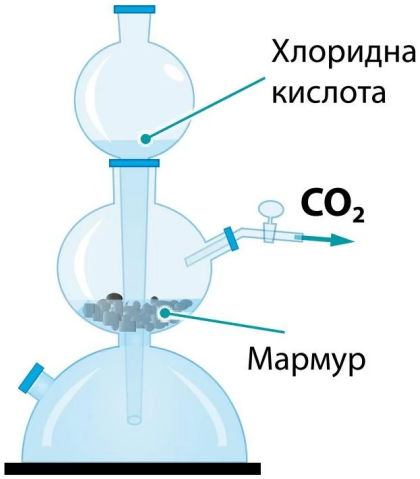
- Реакція кальцинованої соди із сульфатною кислотою:

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$$



У лабораторії вуглекислий газ зазвичай одержують взаємодією нерозчинного у воді кальцій карбонату з кислотою. Цю реакцію зручно здійснювати в апараті Кіппа:

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$



У щоденному житті кальцій карбонат трапляється переважно у вигляді крейди, але в апараті Кіппа крейду використовувати не зручно. Для одержання вуглекислого газу в ньому використовують іншу природну модифікацію кальцій карбонату — мармур.

Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу: чому в апараті Кіппа незручно використовувати крейду. Для формулювання припущення згадайте, що відбувається з крейдою в разі тривалого контакту з водою.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Дізнайтеся більше

Кислотні дощі (дощова вода із домішками кислот) є не лише серйозною екологічною проблемою для ґрунтів, водойм і живих організмів. Кислотні опади також пошкоджують пам'ятки архітектури, виготовлені з мармуру. Впродовж століть на поверхні мармуру відбувається реакція кальцій карбонату з кислотою, що спричиняє руйнування скульптур.



Хімічні властивості вуглекислого газу

Пригадайте

З матеріалу § 14 пригадайте, до якого типу оксидів належить карбон(IV) оксид. Чи взаємодіє він із водою?

Карбон(IV) оксид — кислотний оксид, тому під час контакту з водою він розчиняється і певна його частка реагує з водою з утворенням нестійкої карбонатної кислоти:

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу: як можна довести наявність карбонатної кислоти у водному розчині вуглекислого газу. Запропонуйте план дослідження.

Оскільки карбон(IV) оксид є кислотним, він має реагувати з речовинами з протилежними хімічними властивостями — основними. З-поміж таких речовин вам уже відомі основні оксиди й основи.

Унаслідок взаємодії карбон(IV) оксиду з основними оксидами активних металічних елементів утворюються відповідні солі. Приміром, реакція з кальцій оксидом (негашеним вапном):

$$CaO + CO_2 = CaCO_3$$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Пригадайте

Які речовини називають лугами?

Унаслідок взаємодії карбон(IV) оксиду з лугами (розчинними основами) утворюються сіль і вода. Наприклад, під час пропускання вуглекислого газу крізь розчин кальцій гідроксиду:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$$



Один із продуктів реакції — нерозчинний у воді кальцій карбонат, тож під час реакції ми спостерігатимемо утворення осаду. Саме цю реакцію використовують у лабораторній практиці для виявлення вуглекислого газу. Кальцій гідроксид називають також гашеним вапном, а його розчин у воді — вапняною водою. Отже, помутніння вапняної води під час пропускання газу — якісна реакція на вуглекислий газ.

Робота з інформацією

227. Підготуйте ілюстровану доповідь про відкриття та дослідження вуглекислого газу. Чи можна стверджувати, що вуглекислий газ був першою газуватою речовиною, яку почали комерційно застосовувати?

228. Порівняйте розчинність кисню з розчинністю вуглекислого газу. У якого газу максимальна масова частка в розчині більша?

229. Обчисліть максимальний об'єм вуглекислого газу, який розчиняється у воді об'ємом 1 л (н. у.). Порівняйте його з розчинністю за 25 °С, якщо густина вуглекислого газу за такої температури 1,8 г/л.

230. Запишіть хімічні рівняння реакцій горіння етану C_2H_6 та пропану C_3H_8 (вуглеводнів, які містяться в природному газі), якщо продукти цих реакцій такі самі, як і під час згоряння метану.

231. Складіть назву кальцинованої соди за систематичною номенклатурою.

232. Запишіть хімічні рівняння реакцій вуглекислого газу з магній оксидом, натрій оксидом, натрій гідроксидом, калій гідроксидом, барій гідроксидом.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

233. На цукрових заводах для очищення цукрового екстракту використовують вуглекислий газ, який одержують прожарюванням кальцій карбонату. Обчисліть масу солі, необхідної для одержання вуглекислого газу об'ємом 1,12 м^3 (н. у.).

234. Харчову (питну) соду часто використовують як розпушувач для випікання тістечок. Але перед додаванням до тіста соду «гасять» оцтом. Умовно припустивши, що гасити соду можна й хлоридною кислотою, обчисліть масу гідроген хлориду, який витрачається для гасіння харчової соди масою 10 г. Обчисліть об'єм утвореного вуглекислого газу (н. у.).



235. Для очищення повітря закритих приміщень від вуглекислого газу, повітря можна пропускати крізь патрони з гашеним вапном — кальцій гідроксидом. У повітрі певного приміщення об'ємом 45 м^3 (н. у.) накопичився вуглекислий газ до 0,056 % (за об'ємом). Обчисліть масу кальцій гідроксиду, необхідного для повного поглинання такого обсягу вуглекислого газу.

236. Одна людина впродовж доби під час дихання виділяє близько 1 кг вуглекислого газу. Обчисліть масу кальцій оксиду, потрібного для повного поглинання такого обсягу газу.

237. До зубної пасти часто додають кальцій карбонат (крейду), який сприяє кращому очищенню зубів. Але з цією метою не можна використовувати природну крейду, оскільки під час її подрібнення утворюються часточки з гострими краями, які можуть пошкодити зубну емаль. Крейду для додавання до зубної пасти синтезують із кальцій гідроксиду, отримуючи сферичні часточки. Для синтезу кальцій карбонату спочатку спалили метан об'ємом 560 л (н. у.), а одержаний вуглекислий газ пропустили крізь достатню кількість розчину кальцій гідроксиду. Обчисліть масу одержаного кальцій карбонату.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

238. Порівняйте промислові та лабораторні способи одержання вуглекислого газу. Чи можна ці лабораторні способи застосовувати в промисловості, а промислові — в лабораторній практиці?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

239. Звичайна газована вода в пляшках — це розчин вуглекислого газу у воді. Чи можна газовану воду назвати розчином карбонатної кислоти? Чи можна газовану воду використати для одержання вуглекислого газу в невеликих кількостях? Відповіді поясніть.

240. Порівняйте процес одержання вуглекислого газу розкладанням кальцій карбонату та реакцією карбон(IV) оксиду з негашеним вапном. Що в них спільного та відмінного? Як би ви назвали таку пару реакцій?

241. Запропонуйте, з якою метою можна застосовувати сухий лід.

242. Зважаючи на фізичні властивості вуглекислого газу припустіть, як застосовують вуглекислий газ у промисловості та техніці.

243. Вуглекислий газ — важлива речовина для систем пожежогасіння, зокрема деяких вогнегасників. На малюнку зображені вуглекислотний і повітряно-пінний вогнегасники. Проаналізуйте їхню будову та дайте відповіді на запитання.



Вуглекислотний Повітряно-пінний

- Поясніть значення вуглекислого газу для пожежогасіння, зважаючи на трикутник вогню (§ 10).
- Опишіть принцип дії вуглекислотного вогнегасника.
- За інструкцією до вуглекислотного вогнегасника під час користування ним у жодному разі не можна триматися руками за патрубок. Поясніть цю вимогу. (Для відповіді пригадайте з курсу фізики, які теплові ефекти відбуваються під час випаровування рідин і розширення газів.)
- Опишіть принцип дії повітряно-пінного вогнегасника.
- Яка функція піноутворювача в повітряно-пінному вогнегаснику?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

244. У необроблених кавових зернах доволі великий уміст кофеїну, що може негативно впливати на організм. Для видалення (повного або часткового) кофеїну із зерен кави їх потрібно додатково обробити перед смаженням. Це, по-перше, позбавить шанувальників кави надлишку кофеїну. А по-друге — у такий спосіб одержують чистий кофеїн для фармацевтичної та харчової промисловості.



Проаналізуйте опис процесу декофеїнізації та дайте відповіді на запитання.

Для видалення кофеїну сирі зерна змішують зі скрапленим вуглекислим газом. На відміну від води, кофеїн добре розчиняється в такій рідині. Отриманий розчин відділяють від зерен. Після цього фільтрат поступово приводять до атмосферного тиску, одержуючи практично чистий кристалічний кофеїн. Вуглекислий газ після цього знову скраплюють і використовують для оброблення наступних порцій зерен.

- Які фізичні явища відбуваються під час декофеїнізації?
- Які способи розділення сумішей застосовують?
- У додаткових джерелах знайдіть інформацію, у яких ще галузях з подібною метою використовують скраплений вуглекислий газ.

245. Йохан Баптіст ван Гельмонт ще у XVIII столітті припустив існування вуглекислого газу. Він назвав його *spiritus sylvestre* («лісовий дух»), порівнявши масу золи з масою спаленої деревини. Чому, на вашу думку, він саме так назвав вуглекислий газ? У XVIII столітті вуглекислий газ також називали «повітря, що фіксується». Зважаючи на хімічні властивості вуглекислого газу, поясніть і цю назву.

246. Учні та учениці досліджували реакцію натрій карбонату з хлоридною кислотою. Для цього в посудину насипали надлишок соди й додали певний об'єм кислоти. Після змішування реактантів вони щохвилини вимірювали об'єм виділеного газу й отримані результати зафіксували в таблиці.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

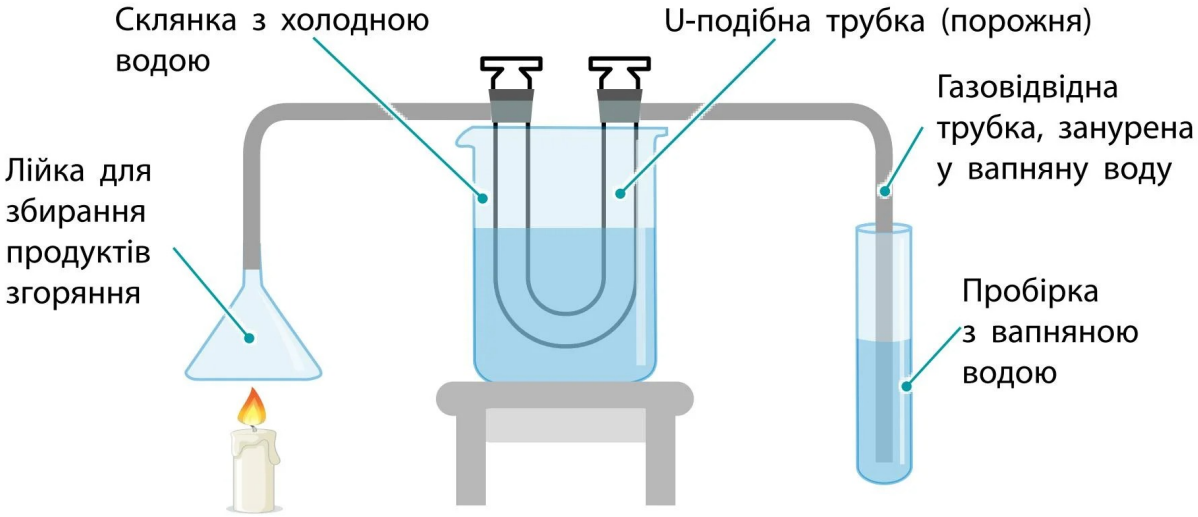
issuu-downloader.com

Проаналізуйте таблицю та дайте відповіді на запитання.

Час, хв	Об'єм CO_2, мл	Час, хв	Об'єм CO_2, мл
0	0	4	72
1	24	5	76
2	45	6	76
3	60	7	76

- Запропонуйте схему приладу для цього експерименту.
- За який час прореагувала вся кислота?
- Учні й учениці вирішили повторити експеримент, але за вищої температури. Які змінні тепер вони мають контролювати в цьому експерименті?
- Більше чи менше газу буде зібрано в другому експерименті? Відповідь поясніть.
- Припустіть, менший чи більший час знадобиться, щоб витратилася вся кислота. Відповідь поясніть. Запропонуйте спосіб, у який можна перевірити це припущення.

247. Учні й учениці досліджували способи виявлення вуглекислого газу та зібрали прилад, зображений на малюнку.



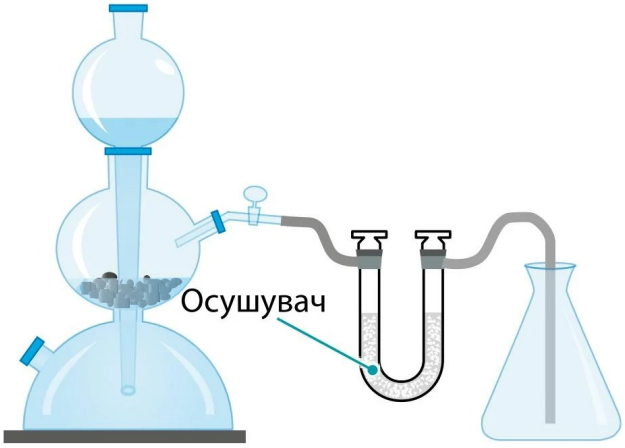
- Опишіть призначення кожного елемента цього приладу.
- Після запалення свічки учні й учениці очікували на швидке помутніння вапняної води, проте виявилося, що прилад не працює. Поясніть, у чому було припущено помилку в конструкції цього приладу.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

- Як можна змінити конструкцію приладу, щоб він запрацював?

248. Артем, Сніжана та Юля вирішили виміряти молярний об'єм вуглекислого газу. Кожен із них наповнював кінцеву колбу об'ємом 1,00 л вуглекислим газом з апарата Кіппа та зважував колбу до та після наповнення.



- Навіщо в цей прилад додали осушувач? Чи може вплинути на результати експерименту його відсутність?

Артем наповнював колбу впродовж 1 хвилини, після чого закоркував колбу. Сніжана та Юля вирішили не ризикувати і під час заповнення колби газом піднесли до її отвору запалену свічку. Вони припиняли заповнення, лише свічка загасала.

- Якої помилки припустився Артем?

Результати експериментів занотували в таблицю.

Параметр	Артем	Сніжана	Юля
Маса колби до заповнення, г	575,20	580,65	572,95
Маса колби після заповнення, г	575,60	581,25	573,55

Довідка: експеримент виконували за температури 20 °С, густина сухого повітря за такої температури — 1,20 г/л, а вуглекислого газу — 1,83 г/л.

За результатами зважування учень і учениці зробили обчислення.

Сніжана впоралася найшвидше:

$m(CO_2) = m(\text{колби після заповнення}) - m(\text{колби до заповнення}) =$
$= 580{,}65\ \text{г} - 581{,}25\ \text{г} = 0{,}60\ \text{г};$

$$\rho(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{V(CO_2)} = \frac{0{,}60\ \text{г}}{1{,}00\ \text{л}} = 0{,}60\ \text{г/л}.$$

- Порівняйте густину вуглекислого газу, отриману Сніжаною, із довідниковою. Чому дані не збігаються? У чому припустилася помилки Сніжана?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

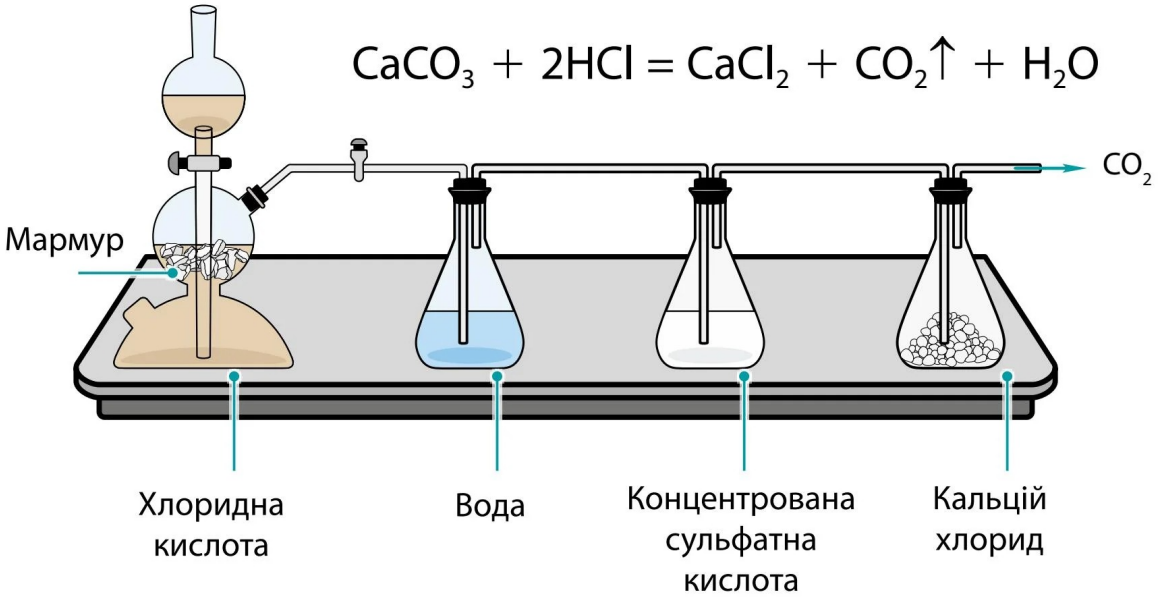
issuu-downloader.com

Артем та Юля обчислювали дещо довше:

Артем	Юля
m(повітря в колбі до заповнення) = = ρ(повітря) · V(повітря в колбі) = = 1,20 г/л · 1,00 л = 1,20 г.	m(повітря в колбі до заповнення) = = ρ(повітря) · V(повітря в колбі) = = 1,20 г/л · 1,00 л = 1,20 г.
m(порожньої колби) = 575,20 − − 1,20 г = 574,00 г.	m(порожньої колби) = 572,95 − − 1,20 г = 571,75 г.
$m(CO_2)$ = m(колби після заповнення) − − m(порожньої колби) = 575,60 г − − 574,00 г = 1,60 г.	$m(CO_2)$ = m(колби після заповнення) − − m(порожньої колби) = 573,55 г − − 571,75 г = 1,80 г.
$\rho(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{V(CO_2)} = \frac{1,60\ г}{1,00\ л} = 1,60\ г/л.$	$\rho(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{V(CO_2)} = \frac{1,80\ г}{1,00\ л} = 1,80\ г/л.$

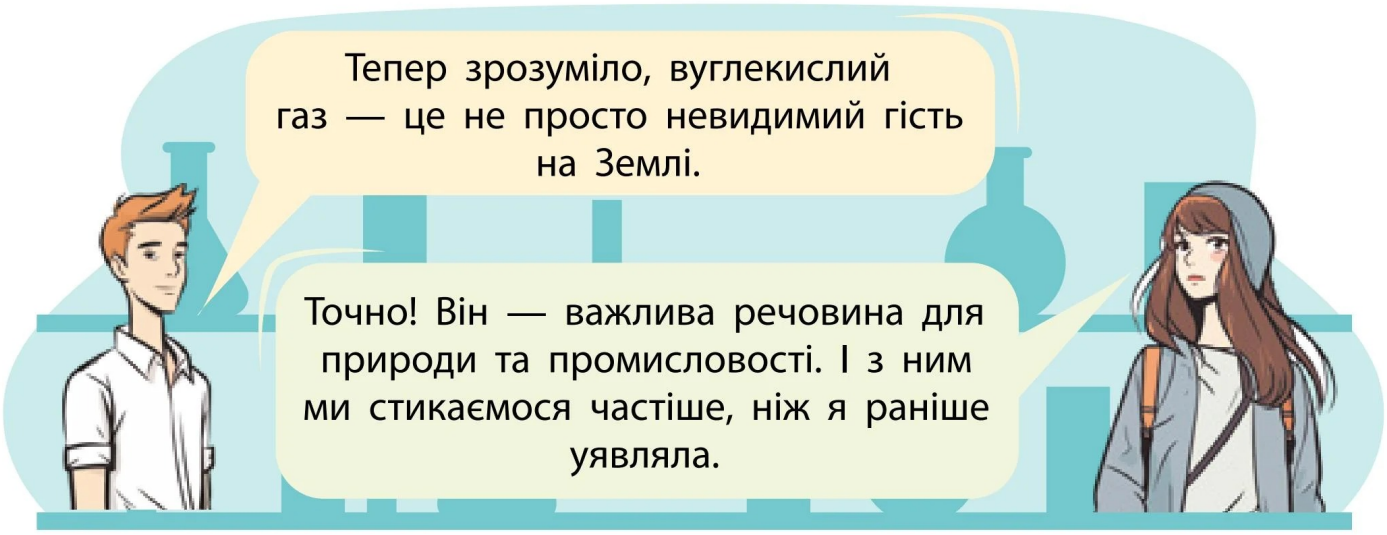
- Порівняйте густину вуглекислого газу, отриману Артемом і Юлею, із довідниковою. Чи можна впевнено визначити, хто з них акуратніше виконав експеримент?
- Чим пояснюється розбіжність результату Артема з довідниковим?
- Чи можна вважати результат Юлі помилковим? Чому?

249. Для одержання вуглекислого газу в лабораторії використовують прилад, зображений на малюнку. Проаналізуйте його та поясніть призначення кожного елемента цього приладу.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 7

«Досліджуємо розпушувальну дію вуглекислого газу»[1]

Що є метою нашої роботи?

Дослідити ефективність різних розпушувачів тіста.

Що нам знадобиться?

Обладнання: три невеликі посудини для замішування тіста, ложки.
Речовини: для приготування тіста: борошно, вода, цукор; для розпушування: сухі дріжджі, харчова сода, столовий оцет, пакетик комерційно доступного розпушувача для тіста.

Визначаємо ризики

Які небезпечні та проблемні ситуації можуть статися під час роботи з переліченим обладнанням і речовинами? Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?



Що ми маємо зробити?

Поміркуйте

Обговоріть план дослідження.
За якою ознакою можна оцінити ефективність розпушувача тіста?

1 Це навчальне дослідження частково для домашнього виконання: обговорення плану дій і результатів має бути виконано під час уроку, а випікання — у домашніх умовах.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»
issuu-downloader.com

1. Підготуйте три посудини для замішування тіста.
2. У кожну посудину помістіть по 100 г борошна, додайте по 50 мл води та по 0,5 чайної ложки цукру.
3. У першу посудину додайте сухі дріжджі масою 1 г, у другу — готовий розпушувач масою 1 г, у третю — харчову соду масою 1 г із додаванням 1 столової ложки оцту (6 % або 9 %).
4. У кожній посудині замісіть тісто та сформуйте з нього колобки.
5. Розігрійте духову шафу до температури 180 °С та помістіть туди три колобки на 30–40 хвилин.
6. Дістаньте тістечка й охолодіть до кімнатної температури. Вимірюйте та занотуйте розмір тістечок й оцініть їхній об'єм.

Для підбиття підсумків обговоріть питання

1. За якими параметрами можна оцінити ефективність розпушувача? Чи варто зважувати колобки після випікання?
2. У який спосіб можна оцінити об'єм випеченої продукції?
3. Який процес є основою розпушування тіста? Яке значення вуглекислого газу в цьому процесі?
4. За інформацією на етикетці використаного вами готового розпушувача визначте речовини, що містяться в його складі. На якій хімічній реакції ґрунтується дія цього розпушувача?
5. Який із розпушувачів є найбільш / найменш ефективним?

Рефлексуємо

- Що нового ви дізналися під час цього дослідження?
- Де вам можуть знадобитися набуті вміння?
- Що під час виконання роботи виявилося для вас складним? Поясніть чому.
- Як ви оцінюєте свою роботу? Аргументуйте думку.

НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 8

«Досліджуємо вуглекислий газ»

Що є метою нашої роботи?

Дослідити фізичні властивості та способи виявлення вуглекислого газу.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Що нам знадобиться?

Обладнання: апарат Кіппа (або інший пристрій для одержання вуглекислого газу), склянки, штатив із пробірками, свічки, пластиковий стакан і соломина.
Речовини: мармур, хлоридна кислота, вапняна вода.

Визначаємо ризики



Які небезпечні та проблемні ситуації можуть статися під час роботи з переліченим обладнанням і речовинами? Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?

Що ми маємо зробити?

Поміркуйте

Запропонуйте план дослідження для:

- порівняння густин вуглекислого газу і повітря;
- доведення того факту, що вуглекислий газ не підтримує горіння;
- перевірки способу виявлення вуглекислого газу.

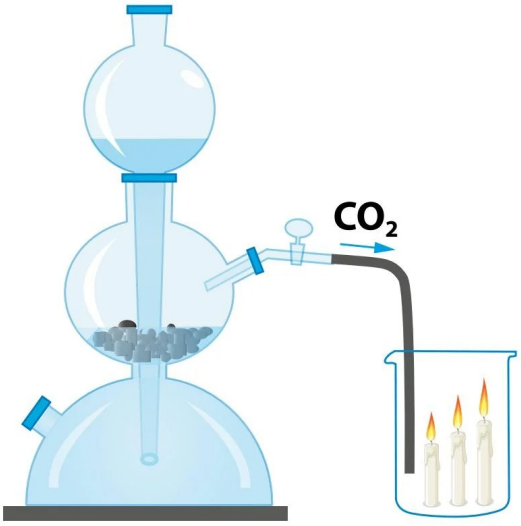
1. Зберіть прилад для одержання вуглекислого газу (апарат Кіппа або інші).
2. У склянку з водою додайте декілька крапель розчину універсального індикатору та пропускайте крізь воду вуглекислий газ. Що ви спостерігаєте? Про що свідчать ваші спостереження?
3. У пластиковий стакан налийте воду (до половини) і додайте декілька крапель розчину універсального індикатору.
   Крізь соломину продмухуйте повітря з легень у воду.
   Що ви спостерігаєте? Про що свідчать ваші спостереження?



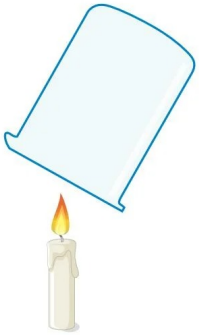
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

4. Підготуйте прилад для одержання вуглекислого газу. У широку склянку поставте та закріпіть на дні свічки різної висоти й підпаліть їх.
На дно склянки занурте газовідвідну трубку від приладу для одержання вуглекислого газу.
Що ви спостерігаєте? Які властивості вуглекислого газу доводять результати вашого спостереження?



5. Запаліть свічку. Чисту склянку ополосніть вапняною водою. Після ополіскування перегорніть склянку догори дном і піднесіть його згори до полум'я свічки.
Що ви спостерігаєте? Ґрунтуючись на чому можна стверджувати, що під час горіння свічки утворюється вуглекислий газ?



6. У склянку налийте вапняну воду. Соломиною продмухуйте видихуване повітря крізь вапняну воду.
Що ви спостерігаєте? Про що свідчать ваші спостереження?

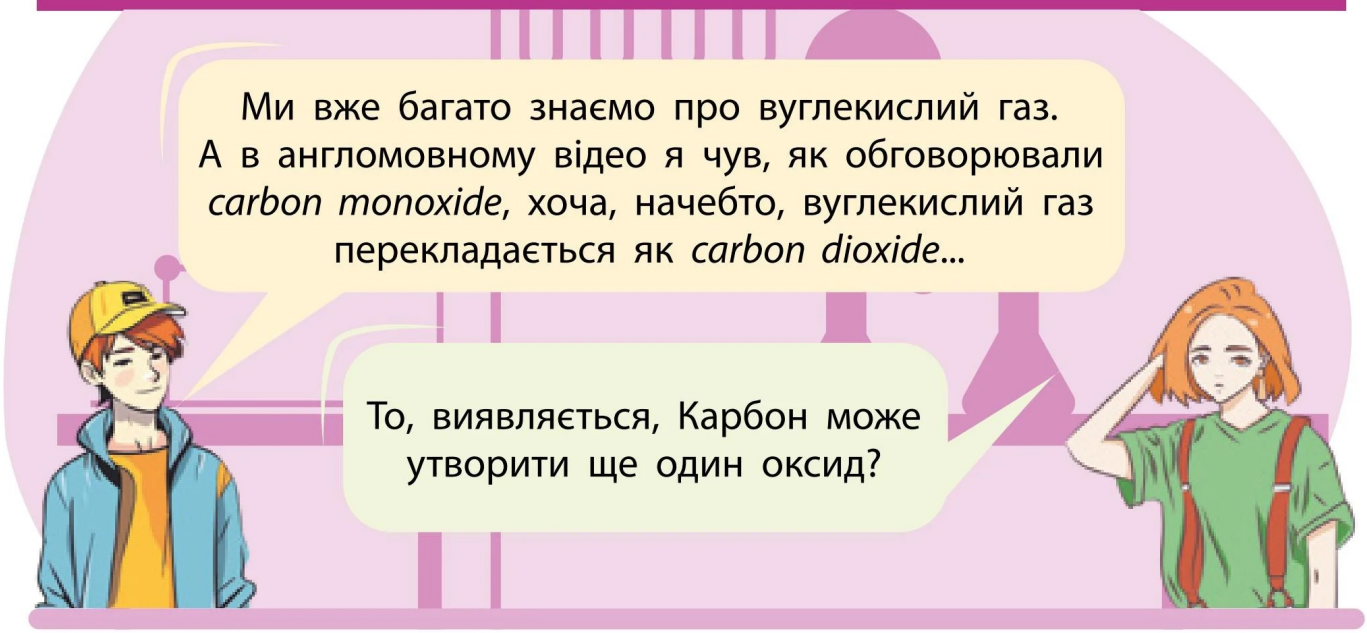
Рефлексуємо

- Що нового ви дізналися під час цього дослідження?
- Де вам можуть знадобитися набуті вміння?
- Що під час виконання роботи виявилося для вас складним? Поясніть чому.
- Як ви оцінюєте свою роботу? Аргументуйте думку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

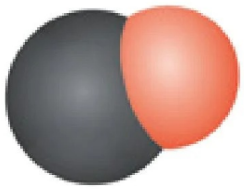
issuu-downloader.com

§ 20. ЧАДНИЙ ГАЗ



Фізичні властивості

У природі Карбон може утворювати два оксиди. Про один — карбон(IV) оксид — ви вже дізналися, але існує ще карбон(II) оксид, який називають чадним газом, або карбон монооксидом. Його хімічна формула — CO.



Модель молекули чадного газу

Чадний газ:

- безбарвна речовина без смаку та запаху;
- розчинність у воді: за 0 °C в 1 л води розчиняється 0,044 г чадного газу, а за 20 °C — 0,026 г;
- густина за 0 °C та нормального атмосферного тиску — 1,25 г/л;
- $t_{пл.} = -205$ °C, $t_{кип.} = -195{,}5$ °C;
- токсичний, вогненебезпечний.

Обидва оксиди Карбону — безбарвні гази без запаху, але чадний газ легший за повітря. Проте головна відмінність — отруйність чадного газу. Уже за вмісту в повітрі від 0,01 % чадний газ спричиняє погіршення самопочуття та головний біль. А за вмісту 0,16 % стає смертельно небезпечним.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Стадії отруєння чадним газом



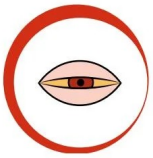

Головний біль


Нудота


Кашель


Дезорієнтування


Втома


Непритомність

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Дослідіть горіння деяких спиртів.

У порцелянову чашу, по черзі наливайте по 5–10 мл спиртів: етанолу, пропанолу, пентанолу (за наявності можна дослідити й інші спирти). Підпалюйте зразки спиртів і відзначайте колір полум'я кожного з них. Етанол і пропанол горять ледь помітним синім полум'ям (яке в хімії називають безбарвним). А полум'я пентанолу помітно жовтіше.

Сформулюйте гіпотезу: чому полум'я під час горіння деяких спиртів жовте?

У разі *повного згоряння* речовин полум'я має бути безбарвним (ледь синім). Якщо полум'я жовте, це свідчить про наявність у ньому твердих часточок, зокрема сажі (вуглецю C). Саме ці розпечені часточки сажі й випромінюють жовте світло.

Сформулюйте гіпотезу: як можна довести наявність часточок сажі в полум'ї. Про наявність часточок сажі свідчить також те, що здебільшого жовте полум'я коптить, а кіптява — це сажа, що дещо охолонула. Навіть якщо кіптяви не помітно, до такого полум'я можна піднести скляну пластинку, після чого на ній буде помітна пляма кіптяви.

Сформулюйте гіпотезу: звідки з'являється сажа в полум'ї.

Порівняймо хімічні рівняння реакцій горіння етанолу та пентанолу.

Етанол	**Пентанол**
$C_2H_5OH + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$	$2C_5H_{11}OH + 15O_2 = 10CO_2 + 12H_2O$
Продукти реакції — безбарвні газуваті вуглекислий газ і вода. Нагріті гази світяться синім. На горіння 1 об'єму випарів етанолу витрачається 3 об'єми кисню.	Усі продукти реакції також газуваті й полум'я має бути безбарвним. На горіння 1 об'єму випарів пентанолу витрачається 7,5 об'ємів кисню.
Згоряння пентанолу потребує кисню більше ніж удвічі	

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Чим більше кисню витрачається на горіння речовини, тим більша ймовірність, що для горіння певних порцій речовини кисню не вистачатиме й *окиснення буде неповним*, а в продуктах згоряння буде сажа (вуглець):

$$2C_5H_{11}OH + 5O_2 = 10C + 12H_2O$$

Якщо під час горіння утворюється сажа, це означає, що можлива хімічна реакція з утворенням проміжного продукту окиснення — чадного газу:

$$C_5H_{11}OH + 5O_2 = 5CO + 6H_2O$$

Отже, якщо ви спостерігаєте жовте полум'я, це означає, що під час горіння утворюється чадний газ (хоча й у невеликій кількості).



Якщо в закритому приміщенні тривалий час горять багато свічок, то за декілька годин там може накопичитися чадний газ у небезпечній кількості.

Якщо в побутових газових пічках під час горіння природного газу полум'я пальника жовте, це означає, що на кухні виділяється чадний газ. Необхідно відрегулювати пальник або очистити його від нагару.



Способи одержання чадного газу

- Унаслідок згоряння вугілля за умови нестачі кисню утворюється чадний газ:

$$2C + O_2 = 2CO$$

- Одним із промислових способів одержання чадного газу взаємодія вугілля з вуглекислим газом:

$$C + CO_2 \overset{t}{=} 2CO$$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Така реакція також може відбуватися за умови неправильного використання печей, у яких паливом є вугілля або дрова.

- Великі кількості чадного газу в промисловості одержують під час водної конверсії, або риформінгу, метану:

$$CH_4 + H_2O \overset{t}{=} CO + 3H_2$$

Утворену суміш газів (чадного газу та водню) називають синтез-газом і використовують у подальшому синтезі органічних речовин, зокрема спиртів і синтетичного бензину.

Хімічні властивості чадного газу

- Горіння. На відміну від вуглекислого газу, чадний газ добре горить:

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

Повітря з умістом чадного газу понад 12,5 % стає вибухонебезпечним.

- Чадний газ відновлює метали з оксидів, що широко застосовують для промислового одержання металів:

$$PbO + CO = Pb + CO_2$$

$$Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$$

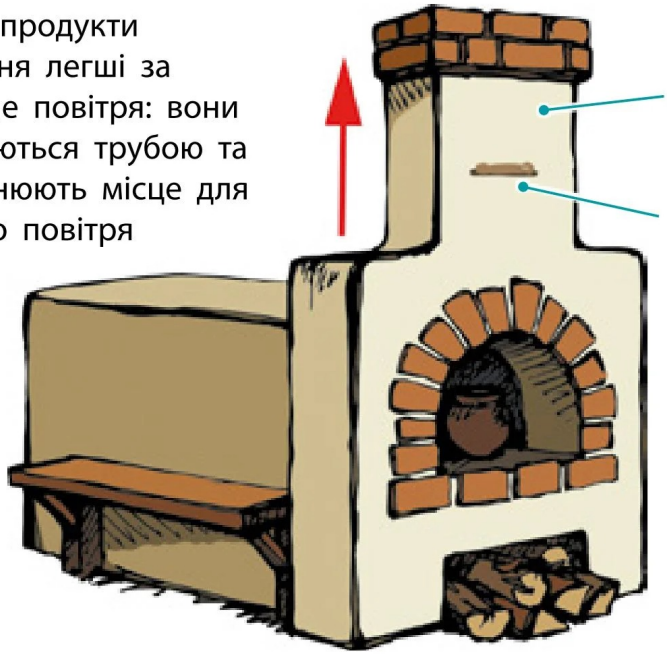
Запобігання отруєнню чадним газом

У щоденному житті із чадним газом ми можемо стикнутися в будь-якій ситуації, пов'язаній з горінням. Тому слід дотримуватися заходів для уникнення контакту з цим небезпечним газом.

До сьогодні в усьому світі трапляється багато смертельних випадків отруєння чадним газом унаслідок неправильної експлуатації вугільних або дров'яних печей. В Україні, особливо в зимовий період, сотні людей труяться чадним газом, навіть зі смертельним результатом.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



У невеликих кількостях чадний газ виділяється з вихлопних труб автівок унаслідок неповного окиснення пального.

Сьогодні обов'язковим елементом кожної автівки є каталітичний конвертер (або каталітичний нейтралізатор) у вихлопній системі (мал. 20.1).

За наявності каталізаторів чадний газ окиснюється до вуглекислого:

$$2CO + O_2 \overset{\text{кат.}}{=} 2CO_2$$

Обов'язковим етапом проходження технічного огляду будь-якої автівки є визначення вмісту чадного газу у вихлопних газах.



Мал. 20.1. Завдяки каталізаторам у вихлопних газах чадного газу стає набагато менше

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com







Мал. 20.2. Датчик умісту чадного газу в повітрі

Хоча вміст чадного газу у вихлопних газах невеликий і регулюється законодавством, проте перебування в закритому гаражі поряд з автівкою з двигуном, що працює, може бути смертельно небезпечним. Також концентрація чадного газу підвищується в місцях великого скупчення автівок із двигунами, що працюють, у заторах, особливо в довгих тунелях.

Останнім часом в Україні збільшилося використання бензинових електрогенераторів. У їхніх вихлопних газах є чадний газ, тому користуватися такими генераторами в приміщеннях дуже небезпечно. Установлювати їх можна лише на відстані кількох метрів від приміщення, де є люди.

Але найбільша небезпека отруєння чадним газом для людини — під час пожежі. Якщо горіння відбувається за нестачі кисню, утворюється чадний газ. У пожежі найбільшу небезпеку становить не полум'я, а саме отруєння небезпечними газуватими продуктами згоряння. Важливо контролювати наявність чадного газу в приміщеннях, тому встановлюють спеціальні датчики (мал. 20.2).

Для запобігання отруєнню під час пожежі слід користуватися спеціальними протигазами, фільтри яких обладнані гопкалітом — сумішшю каталізаторів, за наявності яких чадний газ перетворюється на менш небезпечний вуглекислий газ.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Дізнайтеся більше

Багато випадків «спостереження» привидів пояснюється поганою системою опалення. Якщо в приміщенні накопичується чадний газ, то навіть у малій концентрації він призводить до отруєння, яке спричиняє зорові та слухові галюцинації.



Робота з інформацією

250. За наведеною в параграфі інформацію припустіть можливі напрями застосування чадного газу. Перевірте свої гіпотези за додатковими джерелами інформації.

251. Дізнайтеся про механізм отруйної дії чадного газу на людину, симптоми отруєння та домедичну допомогу постраждалому. Створіть пам'ятку та презентуйте її в класі.

252. Знайдіть інформацію про способи виявлення чадного газу в повітрі помешкань і підготуйте коротку доповідь.

253. Порівняйте фізичні властивості чадного газу з властивостями вуглекислого газу та кисню. У якого з газів найбільша / найменша густина? Чи характерна сублімація для чадного газу (за нормального тиску)? Який з газів простіше / складніше перевести в рідкий і твердий стани?

254. Порівняйте масову частку Карбону в етанолі та пентанолі. Чи правильним є твердження: чим більша масова частка Карбону в речовині, тим більша ймовірність утворення кіптяви?

255. Бензин є сумішшю вуглеводнів, але його можна описати хімічною формулою C_8H_{18}. Порівняйте масову частку Карбону в метані CH_4 та бензині. Складіть хімічні рівняння повного згоряння метану та бензину. Чи можна стверджувати, що бензин має згоряти кіптявим полум'ям?

256. Обчисліть об'єм чадного газу (н. у.), необхідний для відновлення залізної руди масою 1 кг, якщо вона складається з оксиду Fe_3O_4.

257. Унаслідок згоряння 1 л бензину в середньому утворюється до 200 г чадного газу. Обчисліть частку бензину (у відсотках за масою), яка за таких умов згоряє з утворенням чадного газу. Прийміть, що хімічна формула бензину C_8H_{18}, а його густина дорівнює 750 г/л.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

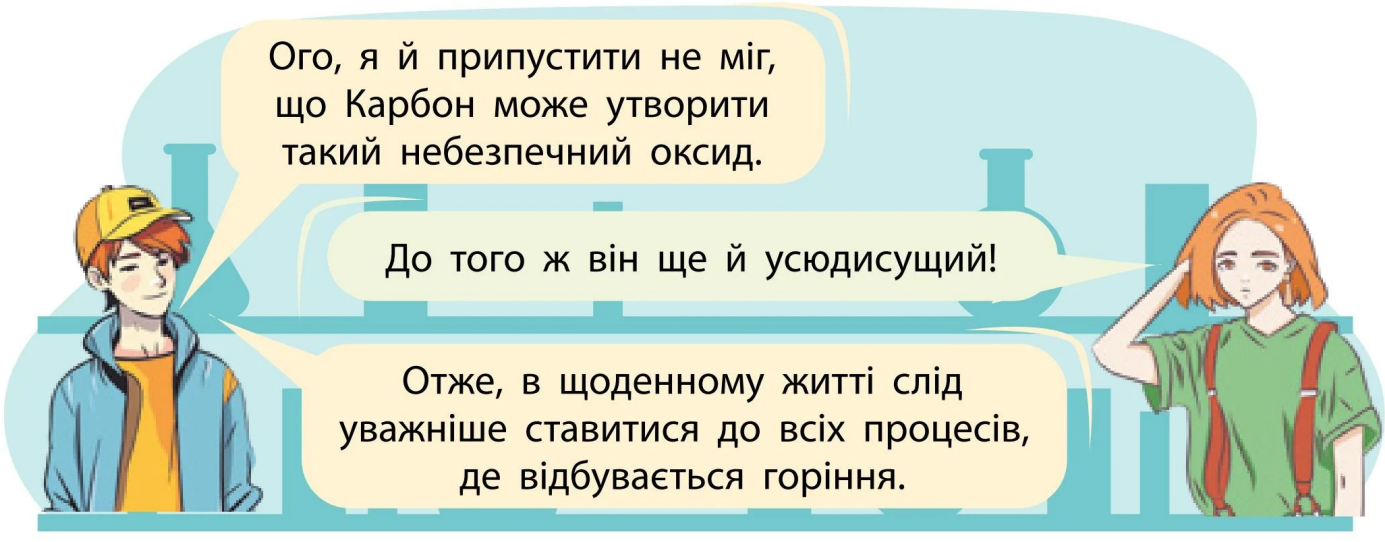
Розуміння явищ природи (робота в групах)

258. Запропонуйте дії для запобігання отруєнню чадним газом, якщо для освітлення використовувати лише свічки.

259. Поширений сьогодні промисловий спосіб одержання заліза — доменний процес. У величезні споруди (доменні печі) завантажують залізну руду та кокс (очищене вугілля, яке складається з майже чистого вуглецю С). За інформацією з параграфа складіть хімічні реакції, що відбуваються в доменній печі, унаслідок яких одержують залізо. Припустіть, що залізна руда — це чистий ферум(3+) оксид.

260. Іра, Микола та Сергій по телевізору почули про труднощі гасіння магнію, що палає. У передачі говорили, що зі звичайних засобів пожежогасіння для гасіння магнію можна використовувати лише азбестову ковдру. Оцініть правильність тверджень щодо можливості загасити палаючий магній.

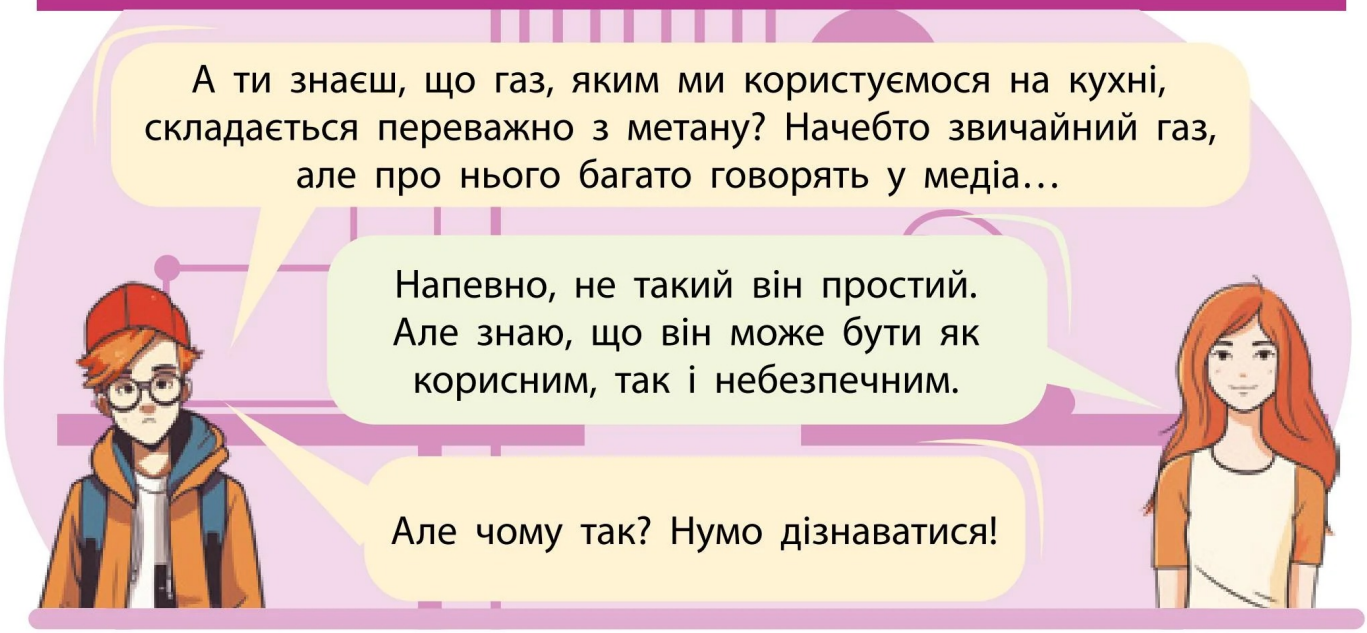
- Іра сказала, що магній, який палає, не можна гасити водою, оскільки за підвищеної температури магній реагує з водою з утворенням вогненебезпечного газу.
- Микола зауважив, що пісок (силіцій оксид) реагує з магнієм, тож у разі гасіння магнію, який палає, піском теплота, яка виділяється під час реакції, посилює горіння.
- За думкою Сергія, магній, який палає, не можна гасити вуглекислим газом, оскільки він реагуватиме з магнієм з утворенням ще небезпечнішого чадного газу.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

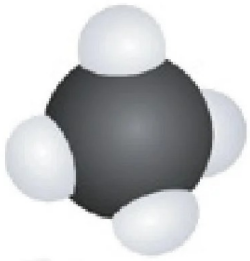
issuu-downloader.com

§ 21. МЕТАН



Фізичні властивості

Метан — найпростіший вуглеводень (речовина, яка складається з атомів Карбону й Гідрогену). Його хімічна формула — CH_4.



Модель молекули метану

Метан:

- безбарвний газ без смаку та запаху;
- розчинність у воді: за 0 °С в 1 л води розчиняється 90 мл метану, а за 25 °С — 0,03 мл;
- густина за 0 °С та нормального атмосферного тиску — 0,662 г/л;
- $t_{пл.} = -182{,}5$ °С, $t_{кип.} = -161{,}6$ °С;
- нетоксичний, але за високого вмісту виявляє слабкий наркотичний ефект.

За вмісту в повітрі 4,4–17 % метан вибухає. Оскільки метан є основним компонентом природного газу, яким ми користуємося в побуті, то витік газу є дуже небезпечним. Через відсутність запаху в метану виявити його витік було б неможливо, тому до природного газу ще на стадії видобутку додають спеціальні речовини

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

із запахом (одоранти). Зазвичай це органічні речовини класу меркаптанів, що мають характерний запах зіпсованого м'яса.

Метан нетоксичний і в малих концентраціях безпечний для людини, але за значного вмісту метану в повітрі (25–30 %) людина може знепритомніти й навіть померти, оскільки метан не підтримує дихання.

Поміркуйте

Що таке «парниковий ефект»? Які його наслідки для довкілля?

Метан — один із парникових газів, його вплив на парниковий ефект сильніший за вплив вуглекислого газу в 20–25 разів.

Останніми роками концентрація метану в повітрі суттєво збільшується через інтенсивний розвиток тваринництва: кожна корова за добу випускає близько 300 л метану, а поголів'я корів в Україні налічує понад 1,5 млн, не враховуючи іншу велику рогату худобу.



Метан зазвичай зберігають за підвищеного тиску в спеціальних сталевих балонах, пофарбованих у червоний колір.

Метан у природі

Метан — поширена в природі речовина. Він трапляється насамперед у вигляді природного газу, який утворився на Землі з рослинної сировини мільйони років тому глибоко під землею. Уміст метану в природному газі становить 77–99 % залежно від родовища. Також метан міститься у складі рудничного (того, що виділяється в рудниках) та болотного (того, що виділяється на болотах) газів.

В Україні запаси метану (природного газу) оцінюють приблизно в 1,5 трлн $м^3$ (28-ме місце з-поміж усіх країн світу). Найбільші родовища газу в Україні зосереджені в Дніпровсько-Донецькому нафтогазоносному регіоні (територія Полтавської, Харківської, Сумської та Дніпропетровської областей) та в Передкарпатському

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

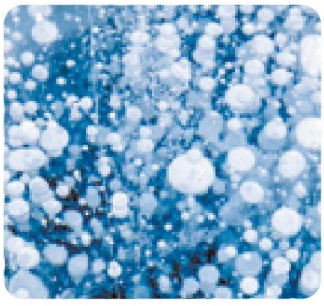
родовищі (територія Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької областей). Значні поклади природного газу є на рівнинній частині Кримського півострова та в Чорноморському й Азовському шельфах. Також Україна має перспективи добування природного газу світового масштабу в північній частині Чорноморського шельфу, де припускають існування найбільшого родовища природного газу під дном Чорного моря.

Значні обсяги метану існують на Землі у *газогідратах* (продуктах сполучення метану з водою). Такі сполуки існують лише за умови низької температури та високого тиску, тому трапляються переважно в північних морях і залягають на глибині близько 1 км. Запаси такого метану оцінюють у 100 разів більшими, ніж запаси всіх розвіданих на сьогодні родовищ природного газу.

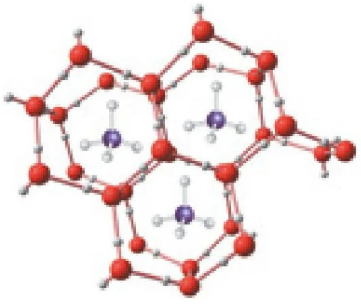
Окрім покладів природного газу, утворених у давнину, метан у помітних обсягах утворюється внаслідок життєдіяльності деяких анаеробних мікроорганізмів. Такі мікроорганізми поширені в болотній воді. Також вони часто існують у симбіозі з тваринами, зокрема в кишечнику людини.

Дізнайтеся більше

Газогідрати є клатратними сполуками (від лат. *clathratus* — той, що закритий ґратками, посаджений у клітку), або сполуками включення. Клатратними називають сполуки, у яких маленькі молекули (такі як у метану) розміщені в порожнинах між молекулами води (як зображено на малюнку) і фактично є газовими гідратами. Такі сполуки характерні для багатьох газуватих речовин, зокрема метану, але вони стійкі лише за умов високого тиску та низької температури. У разі потрапляння гідрату метану в звичайні умови він розкладається на газуватий метан і рідку воду. Один об'єм гідрату метану може виділити 160–180 об'ємів чистого газу.



Клатрату метану



Будова клатрату метану

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Хімічні властивості метану

Поміркуйте

Пригадайте продукти згоряння метану. Чи можливе неповне окиснення метану за нестачі кисню? Які речовини будуть утворюватися?

Метан — горючий і вибухонебезпечний газ. За достатньої кількості кисню він згоряє з утворенням вуглекислого газу і води:





Мал. 21.1. Згоряння метану:
а — за достатньої кількості кисню;
б — за нестачі кисню

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$$

За нестачі кисню він окиснюється неповністю з утворенням чадного газу або сажі:

$$2CH_4 + 3O_2 = 2CO + 4H_2O$$

$$CH_4 + O_2 = C + 2H_2O$$

Останню реакцію широко застосовують у промисловості для одержання сажі, яку у великих обсягах використовують у виробництві автомобільних шин.

Дізнайтеся більше

В Україні газове освітлення вулиць (із використанням метану) уперше було запроваджено у Львові 1858 року. Згодом таке освітлення з'явилося в Одесі, Харкові, Києві та Чернівцях. Пізніше в цих містах газ почали використовувати як паливо.



Робота з інформацією

261. Уперше чистий метан добув італійський фізик Алессандро Вольта 1778 року: він виділив його з болотного газу, натхнений статтею Бенджаміна Франкліна «про горюче повітря». За додатковими джерелами інформації підготуйте доповідь про відкриття й дослідження метану. Чому його назвали «горючим повітрям»?

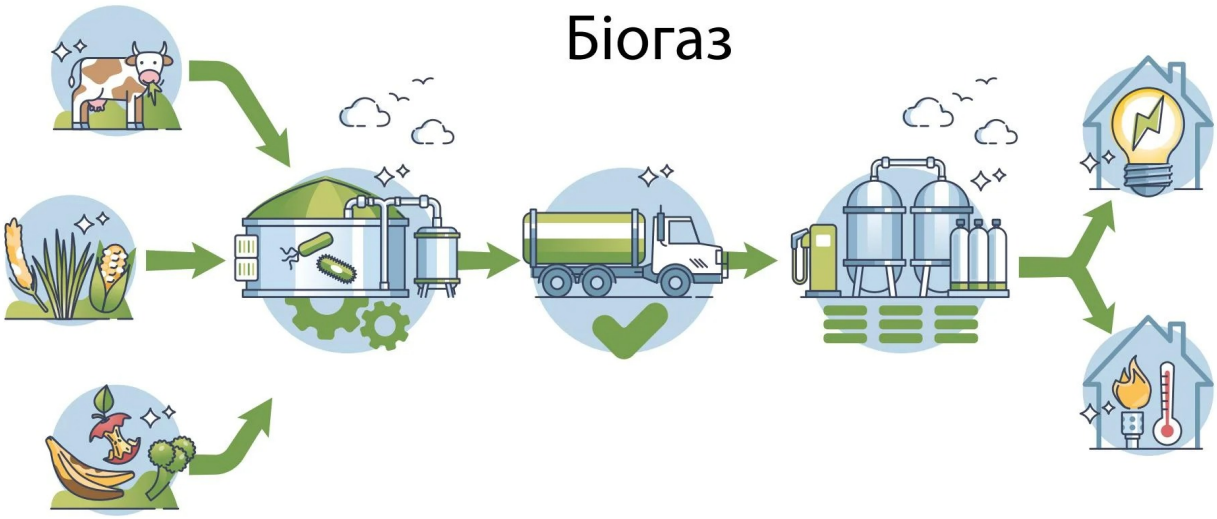
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

262. Порівняйте фізичні властивості метану, вуглекислого газу та кисню. Який із цих газів має найменшу густину? Найменшу / найбільшу розчинність у воді?

263. Обчисліть масову частку метану у водному розчині за 0 °С. Порівняйте з масовою часткою вуглекислого газу та кисню у водному розчині за умови максимального їх розчинення.

264. Із додаткових джерел дізнайтеся про виробництво біогазу. Чи є у складі біогазу метан? За яких умов утворюється біогаз? Для яких потреб його використовують? Підготуйте презентацію.



265. Дізнайтеся про виробництво гуми для автомобільних шин. З якою метою до неї додають сажу? Підготуйте повідомлення.

266. За температури 0 °С розчинність метану у воді становить 0,04 г на 1 кг води. Обчисліть об'єм метану, який можна виділити з розчину з максимальним умістом метану за такої температури масою 1000 кг.

267. Обчисліть мінімальний об'єм метану (н. у.), виток якого з побутової газової печі зробить повітря на кухні вибухонебезпечним. Прийміть, що площа кухні становить 10 $м^2$, висота стелі — 2,5 м, інші дані знайдіть у тексті параграфа. (Пам'ятайте, що витік будь-якої кількості газу є вкрай небезпечною ситуацією!)

268. 2015 року споживання природного газу в Україні становило близько 34 млрд $м^3$ на рік. Знайдіть у тексті параграфа необхідну інформацію та обчисліть, на скільки років Україні вистачить власних розвіданих запасів природного газу за умови споживання на такому самому рівні.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

269. За якою ознакою можна виявити, що для згоряння газу в газовій печі не вистачає кисню? Якими мають бути ваші дії в такому разі?

270. За якою ознакою можна виявити витік природного газу в помешканні? Як слід діяти в цих обставинах?

271. Вибір меркаптану для надання запаху метану не випадковий: нюх людини може сприйняти запах меркаптану, навіть якщо в 1 л повітря його буде лише 10^{-16} моль. У такій концентрації навіть собака не здатний відчути цей запах. Є ще одна причина: саме домішки меркаптану дають змогу виявити витік метану з газопроводів, оскільки над місцем витоку будуть кружляти стерв'ятники. Поясніть, з якою метою додають одоранти до природного газу, а також, чому ці одоранти переважно мають запах зіпсованого м'яса. У додаткових джерелах знайдіть інформацію про реальні випадки, коли це допомогло виявити витоки.

272. Метан (природний газ) — один із найважливіших товарів світової економіки. Транспортують природний газ зазвичай трубопроводами або танкерами (для скрапленого природного газу (СПГ)). Як ви вважаєте, на що витрачають кошти для забезпечення транспортування природного газу обома цими способами. Оцініть, у якому агрегатному стані природний газ транспортувати економічно доцільно. У якому — безпечніше? Перевірте свої припущення за додатковими джерелами інформації.

273. Перевозять скраплений природний газ (СПГ) через океан у величезних танкерах. Скраплений газ поміщають у величезні баки (танки), які за будовою нагадують посудину Дьюара (див. с. 77).



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Однак скраплений газ не можна зберігати в щільно закоркованих ємностях, тому ці танки обов'язково мають сполучатися з атмосферою, через що частина скрапленого газу за час перевезення випаровується. Оцініть правильність тверджень щодо такого способу транспортування скрапленого газу.

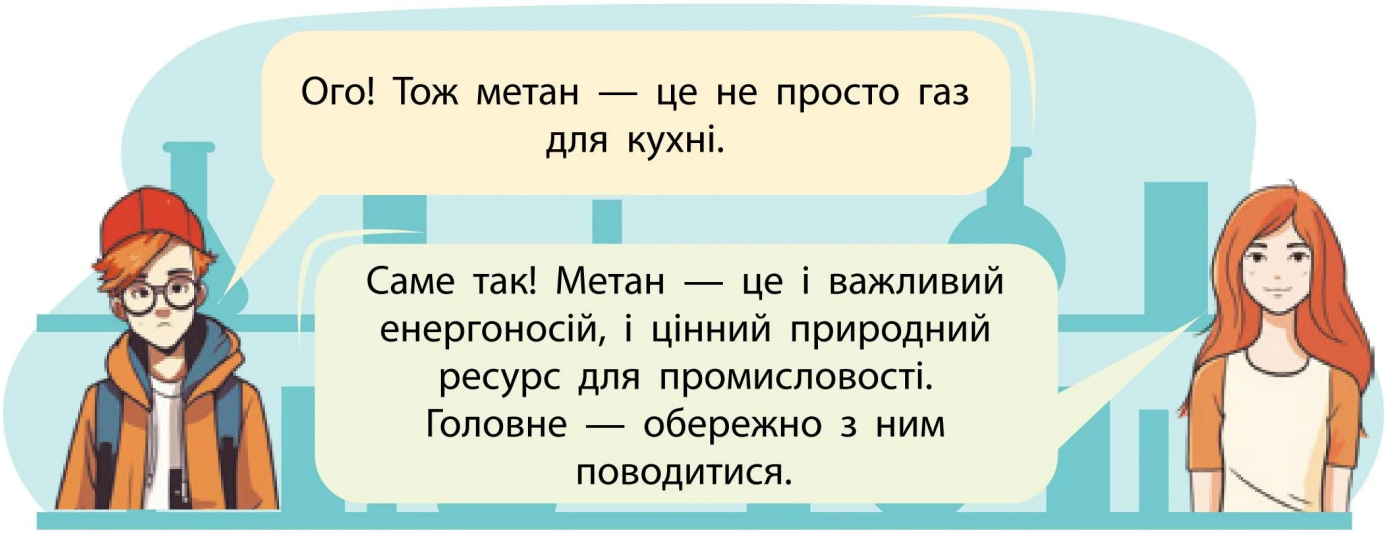
- Газ, який випаровується за час транспортування, доцільно використовувати як пальне на кораблях.
- Будова танків за типом «термоса» необхідна, аби рідина всередині якомога менше нагрівалася для запобігання надлишковому випаровуванню.
- Випаровування скрапленого газу в щільно закоркованому танку спричиняє підвищення тиску всередині, через що може статися вибух.

274. Як ви вважаєте, чи існують промислові синтетичні способи одержання метану? Обґрунтуйте свою думку.

Один із лабораторних способів одержання метану — гідроліз алюміній карбіду, який відбувається за хімічним рівнянням:

$$Al_4C_3 + 12H_2O = 4Al(OH)_3 + 3CH_4\uparrow$$

За перекладом з грецької *гідро* — «вода», *лізіс* — «розкладання», а також за рівнянням реакції поясніть значення терміну «гідроліз». Обчисліть об'єм метану, який можна одержати гідролізом алюміній карбіду масою 360 г.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 22. КОЛООБІГ КАРБОНУ. ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ

За останні пів року ми часто стикалися з хімічними явищами за участі сполук Карбону. Здається мені, що в природі відбувається його колообіг, як і Оксигену.

Авжеж, у багатьох реакціях витрачаються й утворюються різні його сполуки, яких багато в довкіллі.



Нумо, підсумуємо відомі нам природні явища за участі сполук Карбону.



Карбон у природі

Карбон міститься у складі багатьох різних сполук (органічних і неорганічних).

Прості речовини Карбону містяться в кам'яному вугіллі, алмазах і графіті.

Найбільше атомів Карбону міститься у складних речовинах, з-поміж яких можна виділити такі основні групи:



- органічні речовини у складі біомаси (рослини, тварини, гриби тощо)



- органічні речовини у складі природного газу, торфу, нафти тощо

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



- органічні речовини в ґрунтах (їх зазвичай називають гумусом, він зумовлює родючість ґрунтів)



- неорганічні речовини, зокрема у складі карбонатів: соди, кальциту, мармуру, крейди тощо

Зв'язування газуватих сполук Карбону

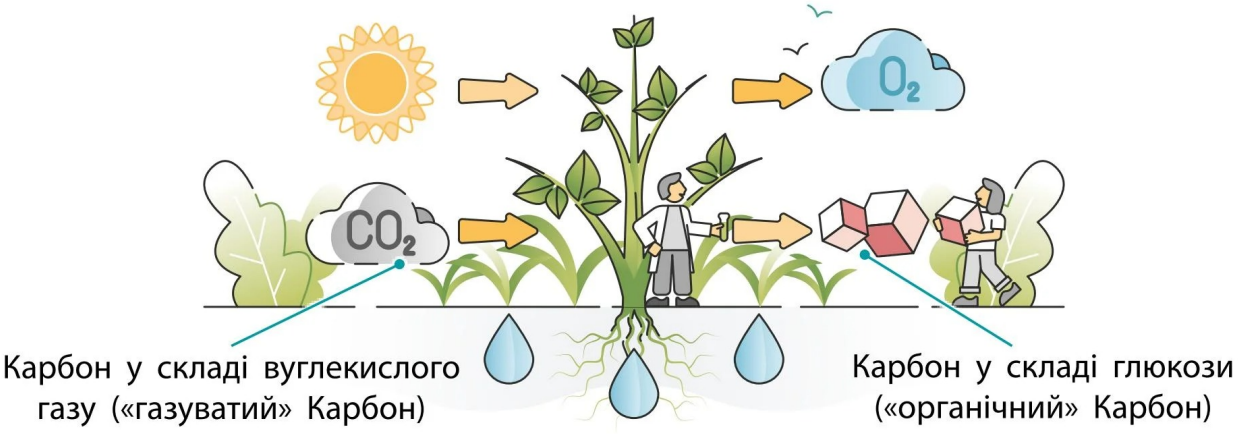
Пригадайте

Який процес називають фотосинтезом? Пригадайте хімічне рівняння, яким можна описати фотосинтез.

З-поміж газуватих сполук Карбону найпоширенішими є вуглекислий газ і метан. У великих кількостях вуглекислий газ поглинають рослини на суходолі під час фотосинтезу. У такий спосіб газуваті сполуки Карбону («газуватий» Карбон) перетворюються на органічні речовини у складі біомаси («органічний» Карбон).

Фотосинтез

$$6CO_2 + 6H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$$



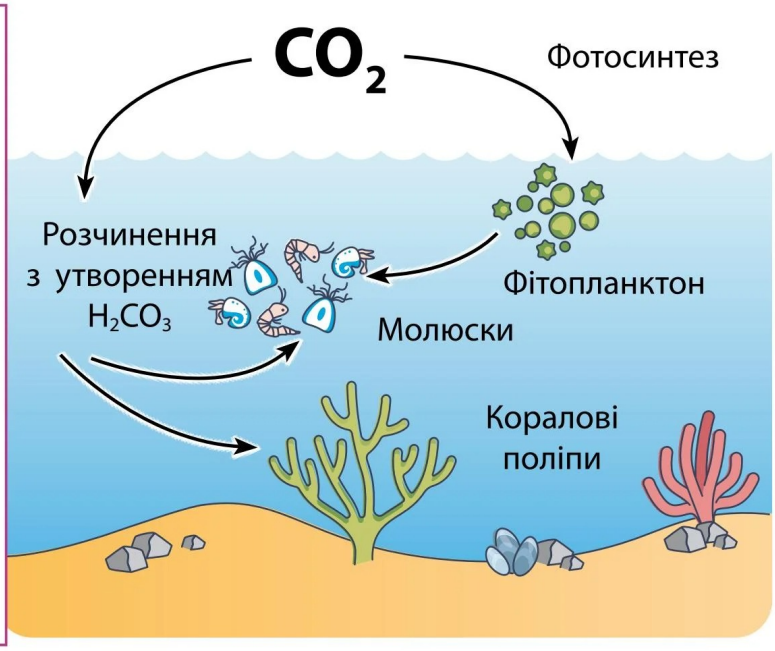
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



На Землі великі обсяги води постійно контактують з повітрям, унаслідок чого вуглекислий газ розчиняється у воді. За певними оцінками, у Світовому океані розчиненого вуглекислого газу міститься в 100 разів більше, ніж газуватого в атмосфері.

Великі обсяги вуглекислого газу у Світовому океані поглинаються організмами під час фотосинтезу. Також багато вуглекислого газу перетворюється на карбонатну кислоту і споживається тваринами (молюсками, коралловими поліпами тощо), які перетворюють його на кальцій карбонат. Цей кальцій карбонат стає основою їхніх черепашок (мушлей), ендо- й екзоскелетів тощо.





Відмерлі рештки молюсків, які накопичуються на дні морів і океанів, за мільйони років перетворюються на поклади крейди, вапняку та мармуру.

Усередині черепашок деякі молюски з кальцій карбонату утворюють перли.



Виділення газуватих сполук Карбону

З-поміж газуватих сполук Карбону найбільше виділяється вуглекислого газу. Джерела вуглекислого газу можуть бути біогенними, абіогенними й антропогенними.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Біогенний вуглекислий газ виділяється у процесах:

- дихання організмів;
- гниття решток організмів і бродіння;
- окиснення гумусу киснем повітря.

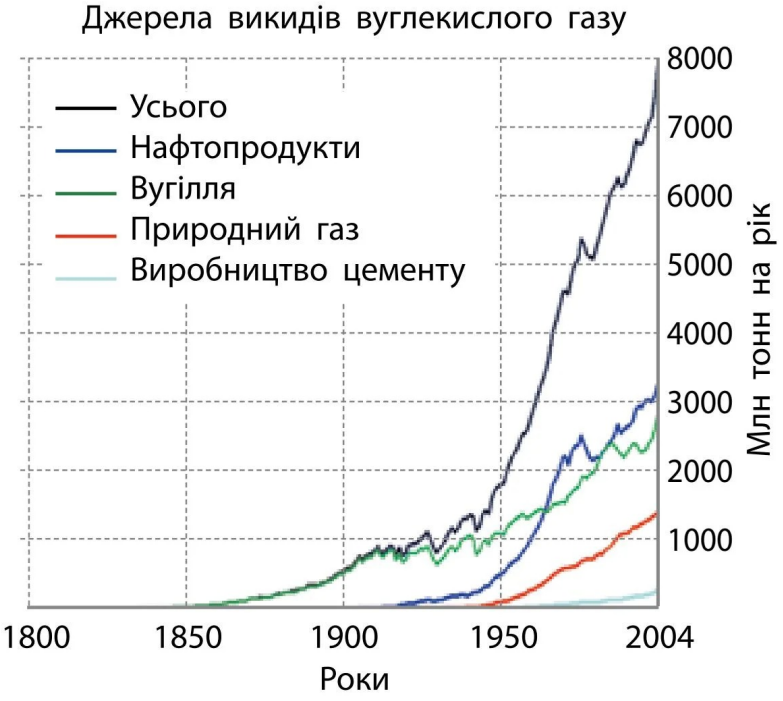
Абіогенний вуглекислий газ виділяється переважно внаслідок лісових пожеж і вулканічної діяльності.

Антропогенні джерела вуглекислого газу в атмосфері:

- згоряння палива (деревини, вугілля, бензину тощо) в автівках, на теплоелектростанціях, під час опалювання помешкань тощо;
- хімічні процеси виробництва (цукру, цементу тощо);
- спалювання сміття й опалого листя.

Поміркуйте

Проаналізуйте джерела викидів вуглекислого газу за графіком. Унаслідок чого, на вашу думку, змінюються роками обсяги його викидів з різних джерел?



Окрім вуглекислого газу у великих обсягах в атмосферу потрапляє також метан.

Природними джерелами метану є такі процеси:

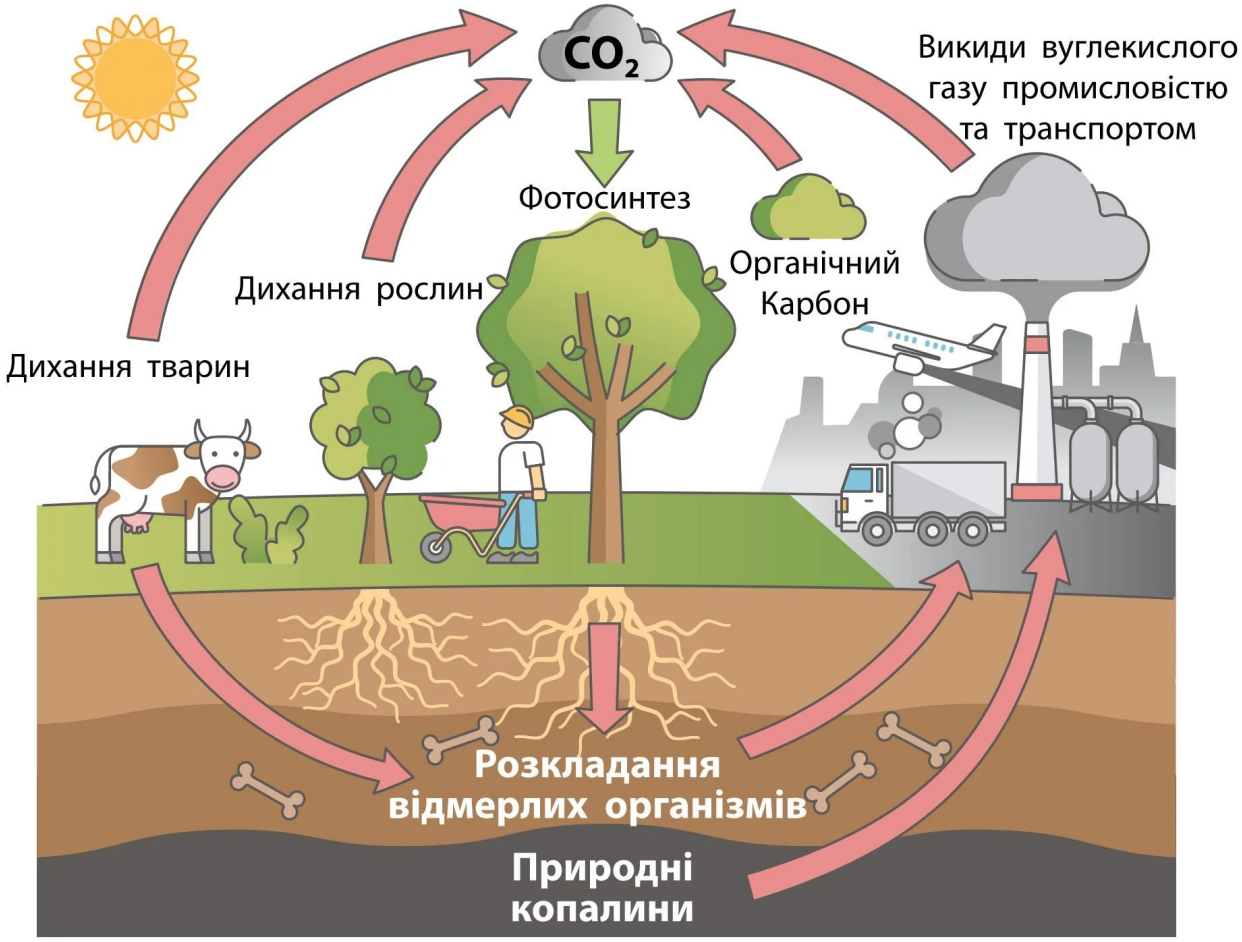
- анаеробне гниття в болотах;
- розкладання газогідратів унаслідок підвищення температури води Світового океану;
- життєдіяльність тварин, у яких метан утворюється в кишечнику.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Колообіг Карбону

Відомі вам процеси зв'язування та виділення сполук Карбону можна уявити як колообіг (мал. 22.1).



Мал. 22.1. Колообіг Карбону в природі

Поміркуйте

Порівняйте колообіг Карбону з колообігом Оксигену (§ 11, мал. 11.2). Чи можна стверджувати, що напрями витрат кисню збігаються з напрямами виділення вуглекислого газу?

Парниковий ефект

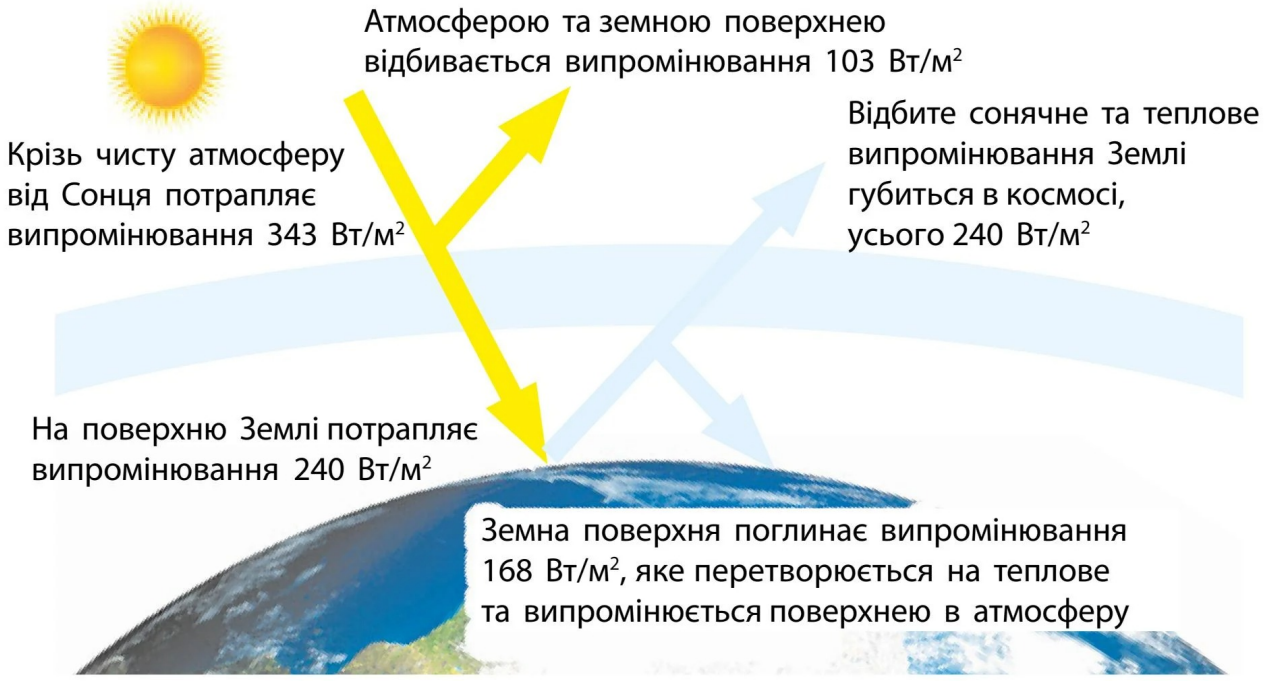
Ті з вас, хто був у теплиці, знають, як там тепло й волого навіть за холодної погоди зовні. Вологість повітря в теплиці зумовлена

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

випаровуванням води ґрунтом і поверхнею рослин (листками, стеблами тощо), а підвищена температура — великим умістом водяної пари в повітрі.

Уміст водяної пари та інших газів у повітрі спричиняє парниковий ефект. Він виникає через те, що парникові гази поглинають інфрачервоне випромінювання Сонця і розігріваються (мал. 22.2). Отже, частина енергії Сонця не відбивається від поверхні Землі, а витрачається на розігрівання атмосфери. Через парниковий ефект середня температура повітря біля поверхні Землі дорівнює близько +15 °С. Без парникового ефекту вона була б від −18 до −23 °С.



Мал. 22.2. Виникнення парникового ефекту

Поміркуйте

Проаналізуйте малюнок 22.2 та визначте, яка частка від енергії Сонця утримується поверхнею Землі, а яка — атмосферою.

Проаналізуймо дані з таблиці 4 «Парникові гази»: найбільше на парниковий ефект впливає водяна пара. Також значний «внесок» у вуглекислого газу. І хоча його вміст у повітрі значно менший за водяну пару, але його парниковий фактор набагато вищий.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Таблиця 4. Парникові гази

Газ	Уміст в атмосфері, об'ємна частка, %	Парниковий фактор**	«Внесок» у парниковий ефект, %
Водяна пара	1*	0,1	36–72
Вуглекислий газ	$3{,}5 \cdot 10^{-2}$	1	9–26
Метан	$1{,}7 \cdot 10^{-4}$	30	4–9
Озон	$0{,}032–7{,}3 \cdot 10^{-4}$ (залежно від висоти)	130	3–7
Оксиди Нітрогену	$3{,}0 \cdot 10^{-5}$	160	1–3

* Середнє значення, залежить від вологості повітря.

** Парниковий фактор використовують для порівняння парникового ефекту двох газів за однакової концентрації.

Ви знаєте, що вуглекислий газ потрапляє в повітря унаслідок природних процесів: виверження вулканів, життєдіяльності організмів, великих лісових пожеж (мал. 22.3*а*). Але в останні століття значно посилився антропогенний фактор: дедалі більше вуглекислого газу потрапляє в повітря внаслідок людської діяльності (мал. 22.3*б*). Від середини XVIII століття (від початку доіндустріальної епохи) уміст вуглекислого газу в атмосфері збільшився майже в 1,5 раза.



а *б*

Мал. 22.3. Джерела вуглекислого газу в атмосфері: природні процеси (*а*) й антропогенна діяльність (*б*)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Збільшення концентрації вуглекислого газу посилює парниковий ефект, унаслідок чого підвищується середня температура повітря. А це збільшує випаровування води з океанів, що також посилює парниковий ефект. За прогнозами, сукупність усіх факторів може призвести до підвищення середньорічної температури на планеті на кілька градусів, а, отже, до танення льодовиків і підвищення рівня Світового океану.

Унаслідок глобального потепління зростає інтенсивність і кількість екстремальних погодних явищ: посух, повенів, ураганів та тропічних циклонів, які вже відбуваються в різних регіонах світу і, за прогнозами, почастішають у майбутньому.



Мал. 22.4. Природні катаклізми часто є наслідками глобального потепління

Сьогодні природозахисники й природозахисниці звертають увагу на необхідність обмеження викидів вуглекислого газу в атмосферу. У 1998–1999 роках майже всі країни світу, зокрема Україна, підписали Кіотський протокол, згідно з яким кожна країна зобов'язується або знизити обсяги викиду парникових газів, або зберегти їх на рівні 1990 року.

Для досягнення цієї мети насамперед необхідно впроваджувати енергозбережувальні технології, замінювати викопне паливо біопаливом, використовувати відновлювані джерела енергії.

Для розв'язання проблеми парникового ефекту слід також звернути увагу на збільшення вмісту метану в атмосфері. Поки що «внесок» метану в парниковий ефект не такий значний, але впродовж останніх 300 років його вміст в атмосфері невпинно зростає. Це пов'язано зі стрімким розвитком тваринництва (процеси травлення худоби) (мал. 22.5),



Мал. 22.5. Велика рогата худоба є однією з причин збільшення вмісту метану в атмосфері

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

рисівництва (процеси болотного гниття), а також збільшенням площі захоронення твердих побутових відходів (процеси анаеробного гниття).

Робота з інформацією

275. У додаткових джерелах знайдіть інформацію про перли: як вони утворюються, як їх добувають і використовують. Підготуйте ілюстровану доповідь.

276. У додаткових джерелах дізнайтеся про значення вуглекислого газу під час виробництва цементу.

277. За матеріалом додаткових джерелах занотуйте прогнози фахівців щодо кліматичних змін у майбутньому. Порівняйте результати своєї інформаційно-пошукової діяльності з результатами однокласників / однокласниць.

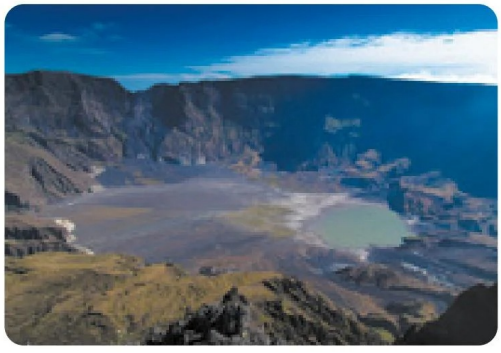
278. У додаткових джерелах знайдіть інформацію щодо обсягів вуглекислого газу, які потрапляють у повітря з різних антропогенних джерел. Зробіть висновок, які галузі людської діяльності слід обмежити чи модернізувати для зменшення цих обсягів.

279. Знайдіть потрібну інформацію та порівняйте внесок природних і антропогенних джерел оксидів неметалічних елементів у формування кислотних дощів.



280. За додатковими джерелами інформації порівняйте внесок у формування парникового ефекту газів, які потрапляють в атмосферу з природних і антропогенних джерел.

281. На температуру на поверхні Землі можуть впливати природні чинники, зокрема вулканічна активність. Із додаткових джерел дізнайтеся про виверження вулкана Тамбора 1815 року та його вплив на клімат на різних континентах у найближчі роки. Підготуйте доповідь.



Кальдера вулкана Тамбора на о. Сумбава, Індонезія

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

282. Оцініть правильність тверджень.

- Що більше вуглекислого газу потрапляє в атмосферу, тим більше його буде розчинятися у воді Світового океану, і навпаки, тож між цими процесами існує певна рівновага. Наведіть аргументи «за» та «проти».
- Температура в Арктиці зростає майже вдвічі швидше, ніж у середньому на планеті. Унаслідок цього швидше тануть арктичні льодовики та морський лід.
- У середньому більшість материкових регіонів нагріваються швидше, ніж океани, через різницю теплоємності води й суходолу.
- Попри наявні знання про кліматичні системи, існує ще багато невідомих чинників: приміром, не всі процеси взаємодії між атмосферою, океанами, суходолом і біосферою зрозумілі або передбачувані.
- Хоча метеорологи можуть передбачити погоду на декілька днів, кліматичні прогнози працюють за іншими принципами, у яких треба вивчати довгострокові тенденції. Погода — це лише короткостроковий прояв кліматичних тенденцій.

283. Оцініть вплив діяльності людини на колообіг Карбону: вирубування лісів, розрівняння ґрунтів для будування доріг і будівель, орання землі, вирощування сільськогосподарських культур, розведення великої рогатої худоби, заміна палива в котельній з природного газу на сміття, осушування боліт.

284. Парниковий фактор хлорофлуоровуглеводнів, які використовують як фреони, у 23 тис. разів більший, ніж у вуглекислого газу. Як ви вважаєте, чому стосовно фреонів наголошують переважно на їхній загрозі озоновому шару, а не на посиленні парникового ефекту? (Про озоновий шар ви можете пригадати з § 12.)

285. За малюнком 22.2 визначте правильність тверджень.

- Кількість енергії, що розсіюється Землею в космосі, більша, ніж потрапляє на Землю.
- Земна поверхня поглинає 4/5 енергії, що на неї потрапляє.
- У вигляді теплоти земна поверхня випромінює менше 2/3 поглиненої енергії.
- Земна поверхня випромінює енергію в ультрафіолетовому діапазоні.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

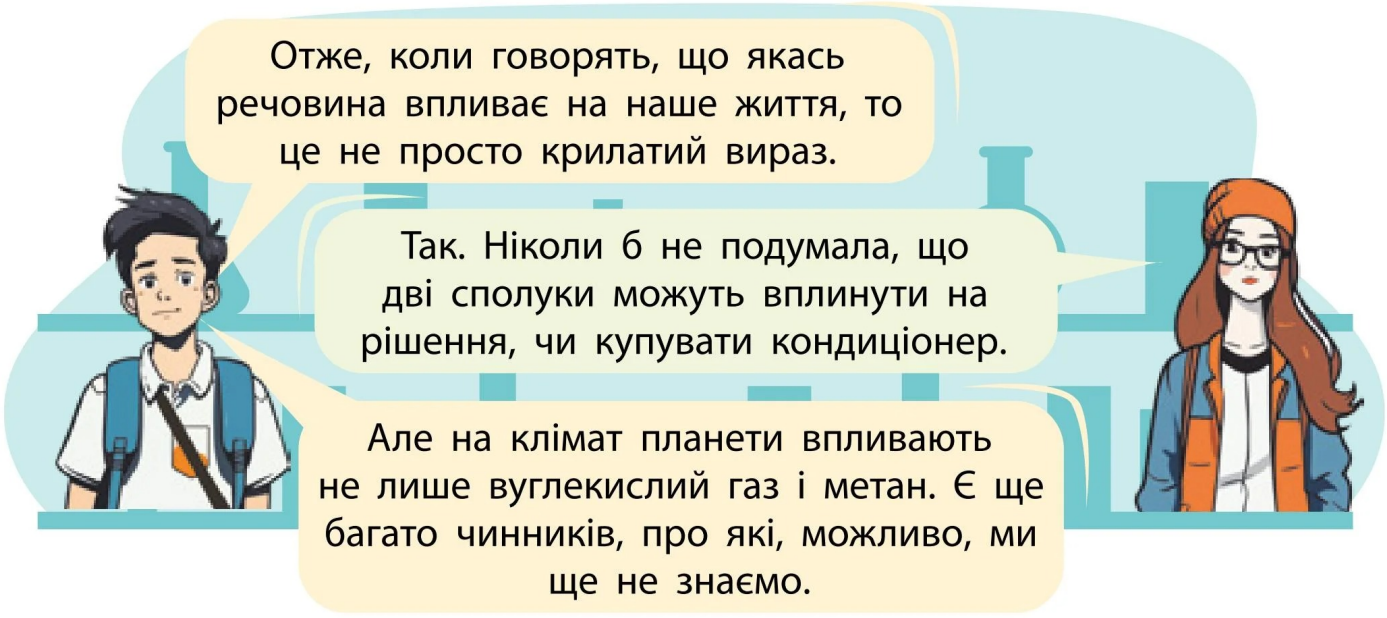
- Близько 30 % сонячного випромінювання відбивається земною поверхнею та атмосферою.

286. Проаналізуйте таблицю на с. 206 і дайте відповіді на запитання.
- Який із газів виявляє найсильніший парниковий ефект?
- Який із газів найбільше впливає на температуру повітря?
- З-поміж газів з істотним умістом у повітрі (за винятком водяної пари) визначте той, що найсильніше впливає на парниковий ефект.

287. Запропонуйте захід, який ви могли би підготувати для поширення у вашій громаді інформації щодо парникового ефекту та глобального потепління. Підготуйте листівки для такого заходу.



288. Чи можна однозначно стверджувати, що єдиною причиною глобального підвищення температури повітря на Землі є вміст вуглекислого газу в атмосфері? Наведіть аргументи «за» і «проти».



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 9

«Моделюємо парниковий ефект»

Що є метою нашої роботи?

Дослідити вплив складу газової суміші на ефективність парникового ефекту.

Що нам знадобиться?

Обладнання: великі посудини (трилітрові скляні банки, невеликі акваріуми, пластикові бутилі на 5 л або 10 л), побутові термометри, джерело теплоти (лампи розжарювання, інфрачервоні обігрівачі).
Речовини: пісок, джерело водяної пари (наприклад, чашка з окропом), джерело вуглекислого газу (наприклад, апарат Кіппа).

Визначаємо ризики

Ви маєте працювати з електричними приладами та реагентами для одержання вуглекислого газу. Які небезпечні та проблемні ситуації можуть статися під час роботи з переліченим обладнанням і реактивами? Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?

Що ми маємо зробити?

Запропонуйте план дослідження.

Поміркуйте

Які об'єкти слід підготувати, щоб дослідити вплив вуглекислого газу та водяної пари в повітрі на парниковий ефект?
Які умови експерименту мають бути постійними, а які — змінними?
Які параметри (властивості) потрібно вимірювати?

1. Підготуйте чотири широкі прозорі посудини. На дно кожної з них насипте невеликий шар піску заввишки близько 1 см. У кожну посудину помістіть побутовий термометр.
2. Першу посудину залиште без змін. У другу та третю на дно поставте джерело водяної пари. У третю та четверту занурте газовідвідну трубку від генератора вуглекислого газу та заповнюйте посудини впродовж 3–5 хвилин.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

3. Перед кожною посудиною закріпіть джерело теплоти та спостерігайте за зміною температури всередині.
4. Коли температура всередині припинить помітно підвищуватися, вимкніть джерело теплоти і спостерігайте за температурою далі.
5. Результати дослідження занотуйте в таблицю.

Характеристика газової суміші	Посудини			
	1	2	3	4
Час, хв	Температура в посудинах, °С			
	1	2	3	4
0				

6. Побудуйте графік залежності температури всередині посудини від часу, на якій нанесіть результати спостереження для всіх посудин.

Який висновок ми маємо зробити?

Схарактеризуйте вплив кожного газу на парниковий ефект.

Для підбиття підсумків обговоріть питання

1. Чи впливає на отримані результати те, які посудини використовувати? Як це можна перевірити?
2. Чи впливає на результат, якщо половину дослідів виконати в пластиковому 5-тилітровому бутилі, а решту — у скляному акваріумі?
3. Чи можна стверджувати, що вміст водяної пари в посудинах 2 і 3 приблизно однаковий?
4. Окрім запропонованого в описі дослідження, у який спосіб ще можна було б підготувати вологу атмосферу в посудинах?
5. Чи впливає розміщення термометра на дні ємності (ближче або далі від джерела теплоти) на результат дослідження?
6. Опишіть, як би змінився план експерименту, якщо ви мали б разом із водяною парою та вуглекислим газом дослідити також вплив метану на парниковий ефект. Скільки тоді знадобилося б підготувати посудин?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 23. ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ



Поняття про вуглецевий слід

Вуглецевий слід — це сукупність парникових газів, насамперед вуглекислого газу, які виділяються в атмосферу внаслідок нашої щоденної діяльності та промислового виробництва. Уявіть це як слід, який ми залишаємо на планеті, споживаючи енергію, їжу та різні товари.

Поміркуйте

Як ви вважаєте, чи залишає вуглецевий слід картопля?

Здавалося б, картопля — це рослина, і під час її життєдіяльності вуглекислий газ має поглинатися для фотосинтезу. Проте у вуглецевому сліді «накопичуються» викиди всіх процесів, пов'язаних із картоплею.

1. Картоплю треба посіяти та зібрати, а перед цим зорати землю. Для цього потрібні машини, які спалюють пальне.
2. Картоплю треба поливати, а електрику для доставляння води виробляють переважно на ТЕС, де спалюють паливо.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

3. Урожай картоплі треба транспортувати на склад і до магазину. Для цього потрібні автівки, які спалюють пальне.

Звісно, це не всі процеси, пов'язані з вирощуванням картоплі, адже трактори та плуг треба виготовити на заводі, тож вони мають свій вуглецевий слід. Проте зрозуміло, що все, чим ми користуємося, має вуглецевий слід, який може змінюватися залежно від технологій виробництва й інших чинників.

Основні джерела утворення вуглецевого сліду

- Транспорт.

Для транспортування часто використовують пальне, отримане з викопного палива. А ось альтернативні види транспорту, як-от електромобілі, мають значно менший вуглецевий слід. Проте варто пам'ятати, що електрику для електромобілів і залізничного транспорту переважно виробляють на теплових електростанціях.

- Сільське господарство.

Свійські тварини (насамперед рослиноїдні) виділяють велику кількість метану. Рисові поля також є джерелом метану через інтенсивні процеси анаеробного розкладання, що є частиною технології вирощування рису. Орання ґрунтів і зрівняння (сплощення) ландшафтів сприяють проникненню кисню вглиб ґрунту, унаслідок чого прискорюються процеси окиснення гумусу.

Що таке декарбонізація?

Декарбонізація — це заходи, спрямовані на зменшення кількості сполук Карбону, насамперед вуглекислого газу, які викидаються в атмосферу.

Основні шляхи декарбонізації

- Використання відновлюваних джерел енергії (сонячної, вітрової та гідроенергії).
- Розроблення нових технологій виробництва з меншими витратами енергії.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

- Підвищення енергоефективності: використання менш енергозатратних приладів і пристроїв; створення будинків, які зменшують потребу в опаленні або кондиціонуванні.
- Лісовідновлення.

Декарбонізація — це важливий крок у боротьбі з кліматичними змінами. Кожен із нас може зробити свій внесок у цю справу, піклуючись про навколишнє середовище. Пам'ятаймо, що від наших дій залежить майбутнє планети.

Альтернативні джерела енергії

Одержання енергії з відновлюваних джерел — це важливий елемент піклування про природу. Але неможливо повністю одразу на них перейти, тож сьогодні залишається багато процесів, які потребують витрат пального.

Для зменшення викидів вуглекислого газу можна використовувати не викопне паливо, а так зване біопаливо.

Біопаливо — це майже звичайне пальне, але виготовлене з рослинної сировини. Наприклад, рослинну сировину можна піддавати бродінню, а одержаний спирт додавати до бензину або використовувати спиртові двигуни внутрішнього згоряння.



Олійні сільськогосподарські культури є цінним джерелом олії, з якої одержують рослинне дизельне пальне — біодизель. Україна є одним із найбільших виробників олійних культур (рапс, соя тощо) та експортером олії для виробництва біодизелю.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Дізнайтеся більше

Американська хімікиня Френсіс Арнольд розробила метод генної інженерії для одержання ферментів із бактерій, які за кімнатної температури можуть переробляти рослинну сировину на спирт. Користуючись розробленим нею методом, у перспективі можна одержувати різні ферменти для перетворення рослинної сировини на пальне та будь-які інші корисні речовини. За ці дослідження 2018 року вона отримала Нобелівську премію.

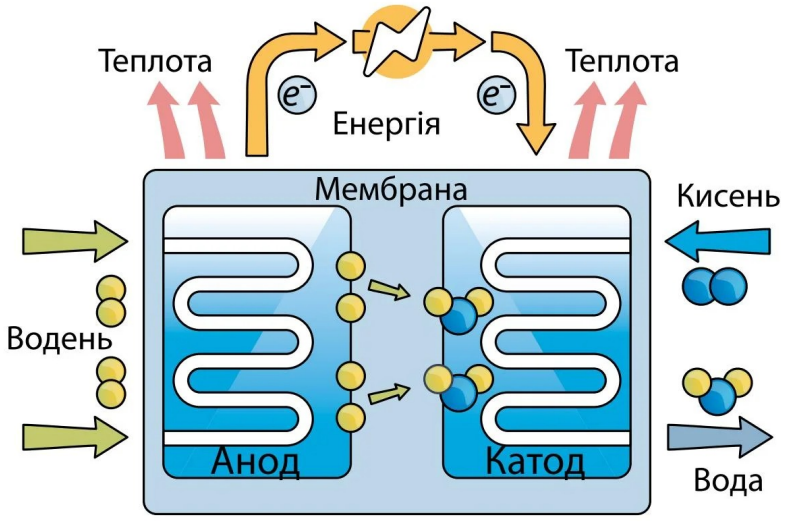
Воднева енергетика

Поміркуйте

Як ви вважаєте, чи можливо створити автівки, у яких замість бензину можна буде використовувати водень?

Перспективним альтернативним пальним уважають водень. Під час горіння водню виділяється велика кількість енергії, яка може стати рушійною силою двигуна. Двигун внутрішнього згоряння можна сконструювати так, щоб у ньому згоряв водень. І у вихлопних газах буде лише водяна пара. Утім є серйозне обмеження: коефіцієнт корисної дії ідеального двигуна не перевищує 50 %, а насправді 30–40 %. Тобто на механічну енергію неможливо перетворити більше половини енергії згоряння палива.

Набагато ефективніше використовувати водневі паливні елементи. Це пристрої, на кшталт акумулятора для телефону, але



Мал. 23.1. Схема будови водневого паливного елемента

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

там унаслідок хімічної реакції між воднем і киснем відбувається генерація електрики (мал. 23.1).

Сьогодні в деяких країнах уже можна побачити автобуси на таких електрогенераторах (мал. 23.2).



Мал. 23.2. Міський транспорт, у якому джерелом енергії є водневі паливні елементи

Поміркуйте

Пригадайте способи одержання водню. Як ви вважаєте, чи матиме одержаний у промисловості водень вуглецевий слід.

На Землі не існує покладів водню, з яких його можна було б видобувати. Тому, попри зручність використання водню як пального, його треба одержувати. На це також треба витрачати енергію, тож і водень може мати вуглецевий слід. Проте вуглецевий слід водню суттєво залежить від джерела енергії.

Водень, у якого немає вуглецевого сліду, називають «зеленим» воднем. Сьогодні залежно від сировини та джерела енергії, розрізняють «кольори» водню.

«Колір» водню	Процес одержання	Ресурси (сировина або джерело енергії)
Сірий	Риформінг метану або газифікація вугілля	Викопні вуглеводні (природний газ, нафта, вугілля)
Блакитний	Паровий риформінг метану або газифікація із застосуванням технології уловлювання та зберігання вуглекислого газу	Викопні вуглеводні (природний газ, нафта, вугілля)
Жовтий	Електроліз води	Електроенергія атомних електростанцій
Зелений	Електроліз води	Електроенергія відновлюваних джерел (вітер, Сонце, припливи та відпливи тощо)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

289. Нобелівський лауреат з хімії Фредерік Жоліо Кюрі якось висловився: «Науковці знають, скільки користі принесла наука людству; вони знають і те, чого вона могла б сьогодні досягнути, якби на всій земній кулі запанував мир. Вони не бажають, щоб коли-небудь були вимовлені такі слова: "Наука нас привела до загибелі від атомних і водневих бомб". Науковці знають, що наука не може бути винною. Винні лише ті люди, які погано використовують її досягнення». Чи згодні ви із цим твердженням? Наведіть аргументи «за» і «проти».

290. Концепція сталого розвитку — це такий підхід до розвитку суспільства, який задовольняє потреби сучасних людей, але не перешкоджає можливостям майбутніх поколінь задовольняти власні потреби. Обговоріть це визначення. Поясніть, як декарбонізація діяльності людства та використання водневої енергетики сприяє втіленню цієї концепції.

291. Оберіть будь-який предмет, яким ви часто користуєтеся. Опишіть процеси, які формують його вуглецевий слід. Запропонуйте заходи для зменшення цього сліду.

292. Оцініть свій вуглецевий слід, який ви залишаєте у щоденному житті. Як би ви могли його зменшити? Знайдіть в интернеті сайт для орієнтовного розрахунку свого вуглецевого сліду. Порівняйте його з вуглецевим слідом, який визначили для себе ваші однокласники / однокласниці.

293. Намалюйте схему «Колообіг Карбону», у якому не використовуватиметься викопне паливо, а лише біопаливо. Унаслідок згоряння біопалива також виділяється вуглекислий газ. Поясніть, чому за таких обставин використання біопалива є одним зі шляхів декарбонцізації.

294. Прочитайте твердження: «Україна сьогодні має перспективи одержання й експортування «жовтого» і «зеленого» водню.» Чи погоджуєтеся ви з ним? Наведіть аргументи «за» і «проти».

295. Прочитайте твердження: «Спалюючи нафту або вугілля, ми вивільняємо енергію Сонця, запасену рослинами в доісторичні часи. А спалюючи біодизель — енергію Сонця, яка надходить сьогодні до Землі». Чи погоджуєтеся ви з ним? Наведіть аргументи «за» і «проти».

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

296. Шукаючи інформацію про виробництво біопалива, учні й учениці знайшли такі дані про вихід біогазу залежно від сировини.

Сировина	Об'єм біогазу, $м^3$ на тонну сировини
Тверді побутові відходи	100
Силос кукурудзяний	180
Листя дерев	150
Трава	320
Зерно, борошно	538
Фруктовий і овочевий жом	108

Проаналізуйте цю інформацію. Схарактеризуйте відмінності в ефективності різної рослинної сировини та сформулюйте гіпотезу щодо пояснення цієї різниці.

297. Готуючись до уроку учні й учениці знайшли економічні показники виробництва біогазу.

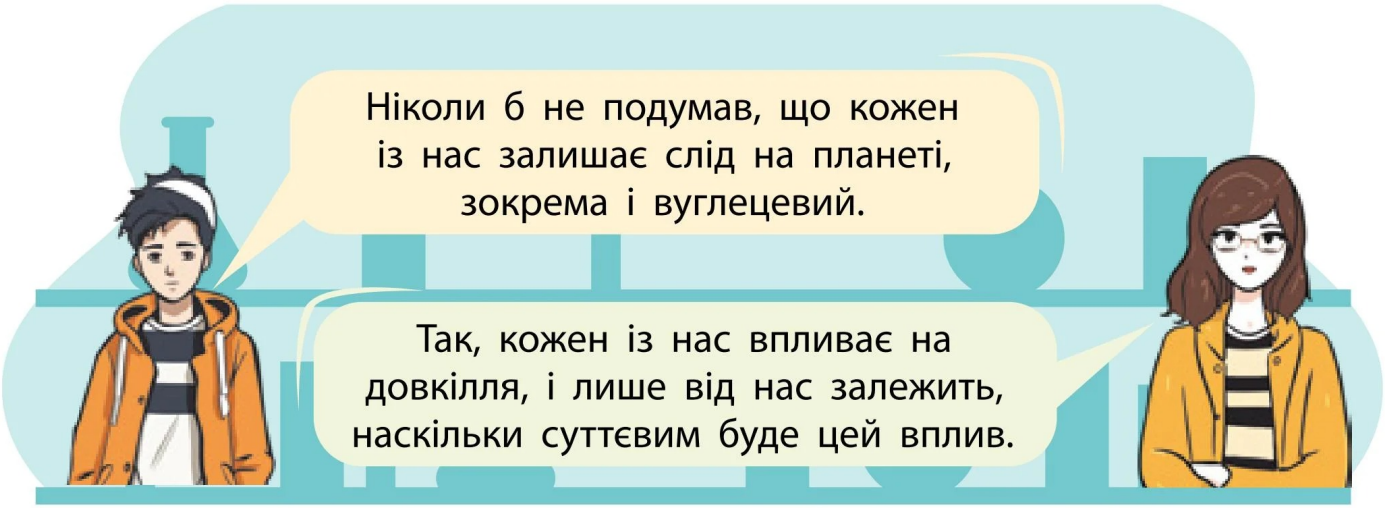
Показник	Характеристика
Калорійність 1 $м^3$ біогазу	1,6 кВт енергії
Собівартість 1 $м^3$ біогазу	≈ 0,8 грн
Вартість 1 т листя	≈ 150 грн
Вартість захоронення 1 т листя на полігоні	≈ 50 грн
Потужність одного біореактора, який використовує листя як рослинну сировину	250 $м^3$ біогазу на добу
Прибуток з одного біореактора	≈ 25 тис. грн на місяць

За даними таблиці й інформацією з попереднього завдання оцініть кількість електрики, яку виробляє один біореактор і порівняйте з комерційною вартістю електрики, яку може замінити один біореактор.

298. Запропонуйте захід, який ви могли б підготувати для поширення у вашій громаді інформації щодо вуглецевого сліду. Підготуйте листівки для такого заходу.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 10

«Залежність між масою реактанту та масою продукту реакції»

Що є метою нашої роботи?

Установити кількісну залежність між реактантом і продуктом реакції. Сформулюйте гіпотезу щодо існування такої залежності та її характеру.

Що нам знадобиться?

Обладнання: ваги, мірний посуд, хімічні склянки, скляна паличка, шпатель, фільтрувальний папір, лійка.
Речовини: кальцінована сода (натрій карбонат Na_2CO_3), кальцій хлорид, дистильована вода.

Визначаємо ризики

Які небезпечні та проблемні ситуації можуть статися під час роботи з переліченим обладнанням і реактивами? Якими мають бути ваші дії в разі небезпеки?

Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу щодо чинників, які можуть уплинути на точність результатів дослідження.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Що ми маємо зробити?

1. Оберіть значення об'єму розчину кальцій хлориду, який ви будете використовувати для досліду, приміром 5 мл, 10 мл тощо. Важливо, щоб у групах обраний об'єм був різний.
2. Кальцій хлорид реагує із содою відповідно до рівняння реакції:

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3\downarrow + 2NaCl$$

Обчисліть об'єм розчину соди, необхідний для реакції з кальцій хлоридом. (Припустіть, що густина розчинів дорівнює густині води.)

3. Налийте у склянку розчин кальцій хлориду об'ємом, значення якого ви обрали, та додайте до нього розчин соди об'ємом у 1,5 рази більший за обчислений.
4. Зважте фільтрувальний папірець, який ви будете використовувати для фільтрування осаду.
5. Відфільтруйте одержаний осад, промийте його дистильованою водою об'ємом 5 мл і залиште його на певний час.

Подальші дії виконайте наступного уроку.

6. Обчисліть за рівнянням реакції масу кальцій карбонату $CaCO_3$ (крейди), що мав утворитися з використанням розчину кальцій хлориду того об'єму, який ви обрали.
7. Визначте масу одержаного кальцій карбонату.
8. Оцініть, яку частку кальцій карбонату ви одержали від того, що мали одержати. Таку частку називають *відносним виходом продукту реакції* і позначають грецькою буквою η (читається «ета»).

Для обчислення розділіть масу одержаного під час досліду осаду на масу осаду, обчислену за рівнянням реакції:

$$\eta = \frac{m(CaCO_3,\ \text{одержаного під час досліду})}{m(CaCO_3,\ \text{обчислена})}$$

9. За даними вашого експерименту та даними інших груп складіть графік залежності маси продукту реакції від об'єму початкового розчину кальцій хлориду.

Які висновки ми маємо зробити?

Чи збігається обчислена маса осаду з одержаною? Поясніть цей факт.

У якої групи найбільше відрізняється маса одержаного осаду та обчислене значення маси осаду (найменше значення відносного виходу продукту реакції)? Які чинники можуть упливати на цю різницю?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Чи вдалося підтвердити / спростувати гіпотезу, сформульовану вами до дослідження?

Для підбиття підсумків роботи обговоріть питання

1. Поясніть, чому розчин соди потрібно додавати не в обчисленій кількості, а більший? Чи можна його додати не в 1,5 раза більше, а в іншому надлишку (в 1,1 раза більше, 2 рази більше тощо)?
2. Навіщо відфільтрований одержаний осад залишати на певний час і зважувати лише на наступному уроці?
3. Навіщо окремо зважувати фільтрувальний папір?
4. Поясніть отримане значення величини масової частки виходу продукту реакції
5. У яких межах може варіювати вихід продукту реакції?
6. Зважаючи на принципи обчислень за хімічними рівняннями, доведіть, що одержане в п. 9 рівняння прямої, відповідає дійсності.

Рефлексуємо

- Що нового ви дізналися під час цього дослідження?
- Де вам можуть знадобитися вміння, яких ви набули?
- Які фактори сприяли або завадили здійсненню дослідження?
- Як ви оцінюєте свою роботу? Аргументуйте думку.

Самооцінювання за темою «Досліджуємо гази довкілля»

rnk.com.ua/110184

РЕФЛЕКСУЄМО ЩОДО ТЕМИ «ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ»

- Поверніться на початок розділу (с. 62) та прочитайте перелік того, що ви мали дізнатися. Визначте, про що ви дізналися, а про що треба пошукати інформацію.
- Поділіться своїми думками та враженнями від вивченого з однокласниками та однокласницями.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА

У ЦЬОМУ РОЗДІЛІ ВИ ДІЗНАЄТЕСЯ:

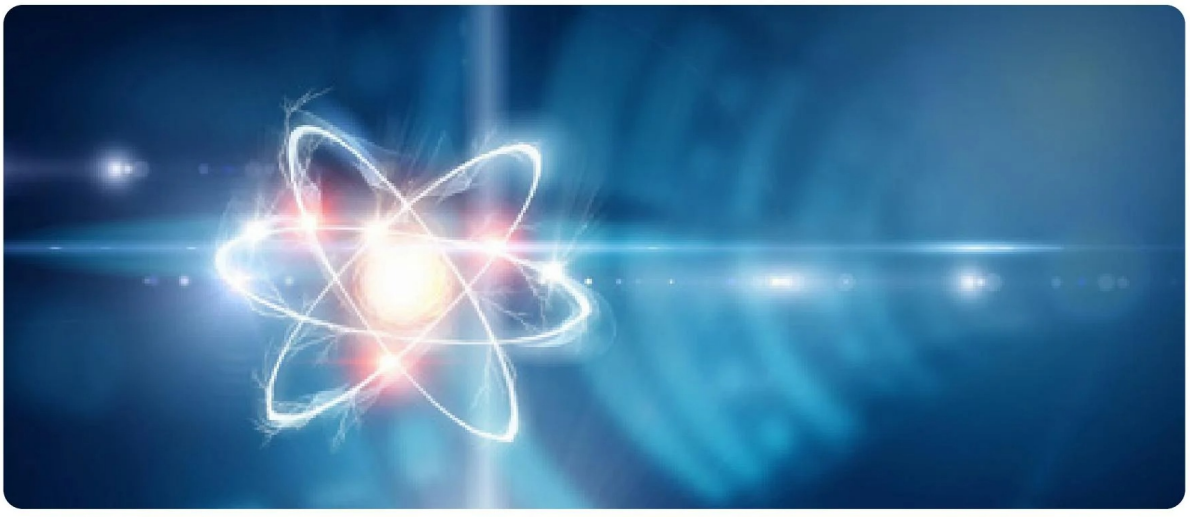
- які існують групи хімічних елементів;
- що Періодична таблиця — не звичайний перелік хімічних елементів;
- чого більше: електронів у яблуці чи людей на Землі;
- як Періодична таблиця дає змогу передбачити майбутні відкриття.

ТЕМИ ДОВГОТРИВАЛИХ ПРОЄКТІВ

1. Візуалізація будови атома: моделювання атомів із підручних матеріалів.
2. Моделювання Періодичної таблиці елементів: створення електронного варіанта Періодичної таблиці, у якій за QR-кодами можна дізнатися додаткову інформацією про хімічні елементи.

СТВОРІТЬ ЛЕПБУК НА ОДНУ З ТЕМ

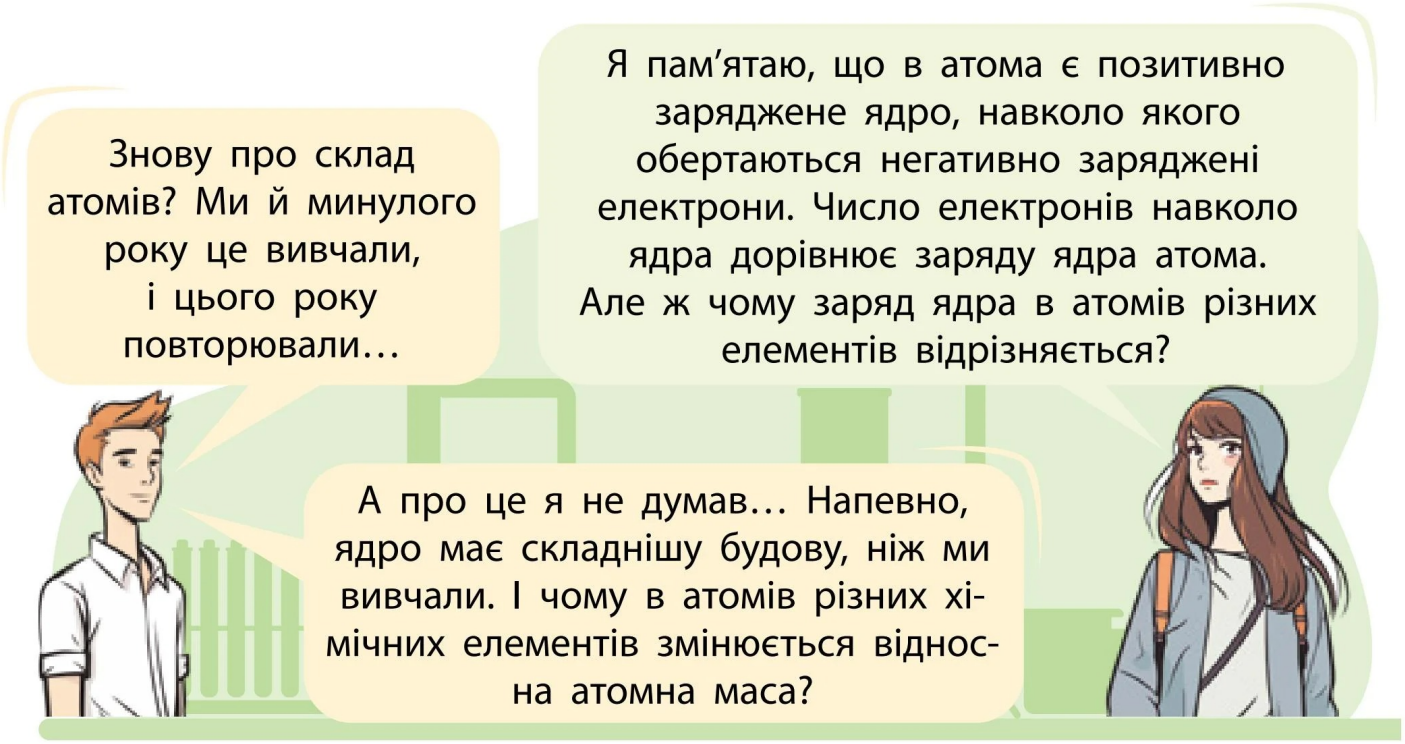
- Інформація про субатомні частинки.
- Відкидні сторінки з прикладами різних елементів (наприклад, Гідроген, Гелій тощо) із зазначенням числа протонів, нейтронів і електронів.
- Типові ступені окиснення деяких елементів.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 24. СКЛАД АТОМІВ



Субатомні частинки

Поміркуйте

Сформулюйте гіпотезу, яка б пояснювала різні заряди ядер і відносні атомні маси атомів у різних хімічних елементів.

Атоми складаються з позитивно зарядженого ядра та негативно заряджених електронів.

Електричний заряд електрона називають *елементарним*, оскільки він найменший з-поміж усіх відомих зарядів і тому його абсолютну величину приймають за одиницю вимірювання заряду. Саме в цих умовних одиницях зазвичай зазначають заряди всіх частинок: електронів, протонів, ядер, йонів тощо. Заряд електрона приймають за -1 (табл. 5).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Таблиця 5. Частинки, з яких складається атом

Частинка	Позначення	Заряд, ум. од.	Маса		Масове число
			г	а. о. м.	
Електрон	e^-	–1	$9{,}1094 \cdot 10^{-28}$	0,00055	0
Протон	p	+1	$1{,}6726 \cdot 10^{-24}$	1,00728	1
Нейтрон	n	0	$1{,}6750 \cdot 10^{-24}$	1,00867	1

Поміркуйте

Проаналізуйте інформацію з таблиці 5. Чим відрізняються субатомні частинки (тобто частинки, з яких складаються атоми)?

Електрон — найлегша з-поміж відомих елементарних частинок. Його маса становить $9{,}1 \cdot 10^{-28}$ г, що в 1837 разів менше за масу найлегшого з атомів — атома Гідрогену. Часто в розрахунках масою електрона нехтують (уважають такою, що дорівнює нулю).

Частинки, з яких складаються ядра атомів, називають *нуклонами* (від лат. *nucleus* — ядро). Існують нуклони двох видів.

Нуклони

- **Протони** (позитивно заряджені частинки із зарядом +1)
- **Нейтрони** (частинки без електричного заряду, за масою подібні до протонів)

Поміркуйте

Якщо із частинок в ядрі атома лише протони мають заряд, то чим зумовлений заряд ядра? А чому атоми — нейтральні частинки?

Оскільки нейтрони не мають заряду, то весь позитивний заряд ядра зумовлений протонами — їх число дорівнює заряду ядра.

число протонів у ядрі = заряд ядра

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Будь-який атом є електронейтральним. Тому число електронів в атомі має дорівнювати числу протонів у ядрі.

число протонів у ядрі = число електронів в електронній оболонці

Поміркуйте

Зважаючи на масу субатомних частинок, чим, на вашу думку, буде зумовлена маса атома?

Ядро — найважча частинка атома: його маса становить близько 99,97 % маси атома й визначається числом протонів і нейтронів у ядрі. Маси протона й нейтрона майже однакові й приблизно дорівнюють 1 а. о. м.

відносна атомна маса ≈ масове число = = число протонів + число нейтронів

Приклад. Ядро атома містить 5 протонів і 5 нейтронів.

1. Визначимо заряд ядра та число електронів в атомі:

$$\text{Число протонів у ядрі} = 5 \rightarrow \text{Заряд ядра} = +5 \rightarrow \rightarrow \text{Число електронів} = 5$$

2. Визначимо атомну масу:

Число протонів = 5
Число нейтронів = 5
Число електронів = 5

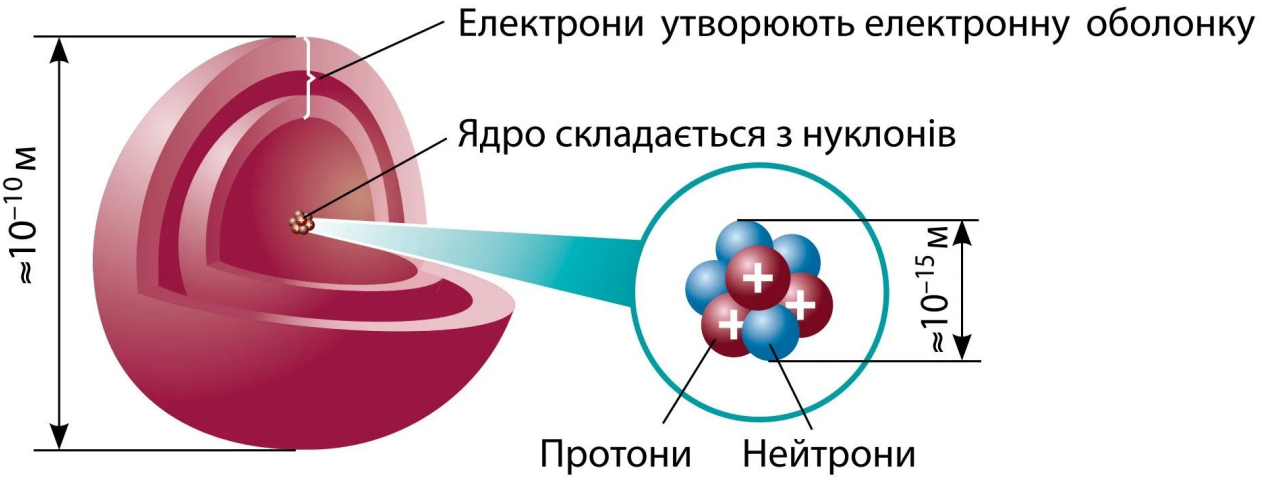
→ Маса протонів = 5 а. о. м.
Маса ядра = 10 а. о. м.
Маса нейтронів = 5 а. о. м.

→ Маса ядра = 10 а. о. м.
Маса атома = 10 а. о. м.

І хоча саме в ядрі зосереджена вся маса атома, проте розміри ядра надзвичайно малі: його радіус майже в сто тисяч разів менший за радіус атома (мал. 24.1). Уявіть: якщо розмір ядра збільшити до розміру звичайного яблука, то сам атом буде розміром із земну кулю.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Мал. 24.1. Ядро атома складається з позитивно заряджених протонів і нейтральних нейтронів. Навколо ядра рухаються електрони, утворюючи електронну оболонку атома

Пригадайте

У 7-му класі ви дізналися, що заряд ядра атома — основна характеристика, за якою розрізняють атоми різних хімічних елементів.

Хімічний елемент — це різновид атомів з однаковим зарядом ядра.

Заряд ядра атомів можна визначити за порядковим номером хімічного елемента в Періодичній таблиці.

число протонів у ядрі = заряд ядра = = порядковий номер елемента

Дізнайтеся більше

Український науковець Дмитро Дмитрович Іваненко 21 квітня 1932 року надіслав до відомого наукового журналу «Nature» історичну статтю про будову ядра атома, яка складалася лише з 21 рядка. У цій статті він першим у світі запропонував протон-нейтроннну модель атомного ядра.

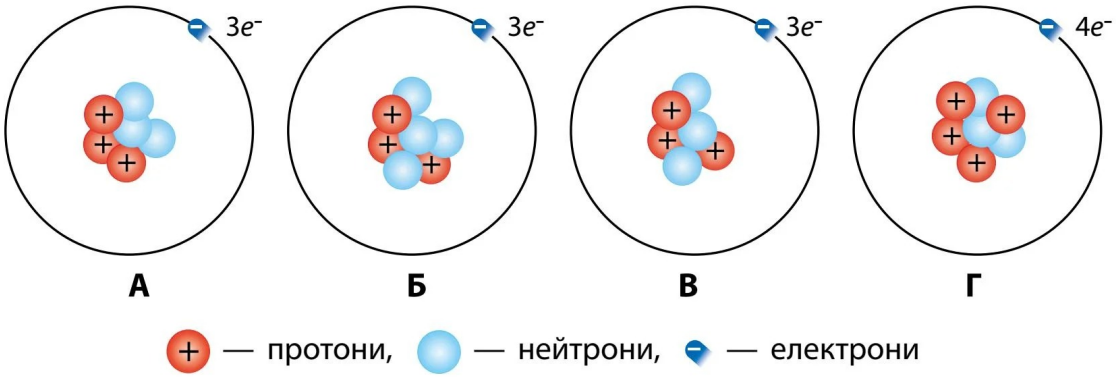
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Чим відрізняються різні атоми?

Поміркуйте

Проаналізуйте малюнок 24.2. Моделі скількох атомів на ньому зображено?



Мал. 24.2. Моделі деяких атомів

На малюнку зображено моделі чотирьох атомів. У ядрах цих атомів міститься по три або чотири протони та нейтрони. Але бачимо, що ядра атомів **А** і **В** мають однаковий склад: вони містять по три протони і три нейтрони. Ядро атома **Б** подібне до них, воно містить також три протони, але в ньому чотири нейтрони. Хоча в ядрі атома **Г** також сім частинок, як в атома **Б**, але розподіл по протонах і нейтронах дещо інший.

Отже, на малюнку зображено три різновиди атомів. Кожний такий різновид атомів називають *нуклідом*. Атоми **А** і **В** — це атоми одного нукліда, атоми **Б** — другого, а атоми **Г** — третього.

Нуклід — це різновид атомів із певним числом протонів і нейтронів у ядрі.

Кожний нуклід характеризують певними числами:

- **протонне число** Z, або заряд ядра, позначає число протонів у ядрі атома нукліда;
- **нейтронне число** N позначає число нейтронів;
- **масове число**, або **нуклонне число**, A — це число нуклонів, що дорівнює сумі протонного й нейтронного чисел.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

масове число = протонне число + нейтронне число

$$A = Z + N$$

Оскільки відносні атомні маси всіх протонів і нейтронів дорівнюють приблизно 1 а. о. м., а маса електрона мізерна, то масове число будь-якого атома приблизно дорівнює його відносній атомній масі, округленій до цілих чисел.

Дізнайтеся більше

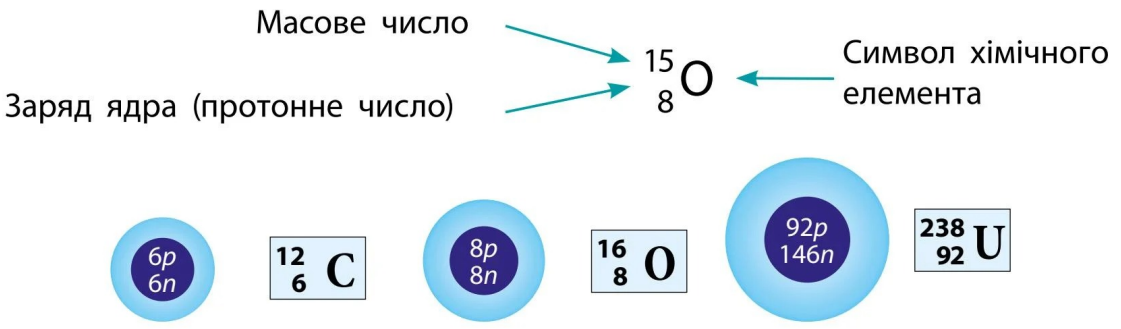
На Землі поширені два нукліди Гідрогену: Протій і Дейтерій. Частка останнього становить лише 0,07 % усіх атомів Гідрогену. Ще один нуклід Гідрогену — Тритій — міститься в мізерній кількості (4 кг на всю планету), він утворюється в атмосфері під дією космічного випромінювання.

Позначення нуклідів

Поміркуйте

Чи можна, на вашу думку, позначати нукліди так само, як і хімічні елементи?

Для позначення нуклідів, окрім символу хімічного елемента треба також зазначати масове та протонне числа. Наприклад, для нукліда Оксигену:



Нукліди деяких елементів

Іноді протонне число опускають і пишуть лише ^{15}O, адже відомо, що в усіх нуклідів Оксигену протонне число має бути 8. Нукліди позначають як хімічними символами, так і з використанням назв хімічних елементів, наприклад: Оксиген-15, Оксиген-18.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Обчислення складу атомів

Поміркуйте

Запропонуйте математичну модель визначення числа субатомних частинок в атомі певного хімічного елемента за відомим масовим числом.

Знаючи порядковий номер елемента і масове число нукліда, можна обчислити, скільки електронів, протонів і нейтронів містять його атоми:

- число електронів дорівнює числу протонів Z, яке збігається з порядковим номером (зарядом ядра);
- число нейтронів N дорівнює різниці між масовим числом A і зарядом ядра: $N = A - Z$.

Приклад. Скільки протонів, нейтронів і електронів міститься в атомах нукліду Плюмбум-210?

Розв'язання:

Масове число: $A(^{210}\text{Pb}) = 210$.

Оскільки порядковий номер Плюмбуму 82, то $Z = 82$.

Отже, і число протонів, і число електронів в атомі також дорівнює 82.

$N = A - Z = 210 - 82 = 128$.

Відповідь: 82 протони, 128 нейтронів, 82 електрони.

Скільки різних атомів може існувати?

Поміркуйте

Скільки, на вашу думку, різних атомів може існувати в природі? Чи можна впевнено стверджувати: «оскільки відомо 118 хімічних елементів, то в природі існує 118 різновидів атомів»?

Ядра атомів одного хімічного елемента містять однакове число протонів, що дорівнює порядковому номеру цього елемента в Періодичній таблиці. Але якщо протонів в атомних ядрах певного хімічного елемента має міститися чітко визначене число, то чис-

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

ло нейтронів у ядрі атомів може бути різним, оскільки це не впливає на заряд ядра, а лише на його масу.

За малюнком 24.2 ми розглянули моделі деяких атомів. І хоча атоми **А** та **Б** є атомами різних нуклідів, але в їхніх ядрах міститься однакове число протонів (по три). Отже, ці нукліди представляють один і той самий хімічний елемент: вони виявляють однакові хімічні властивості, але мають різну масу.

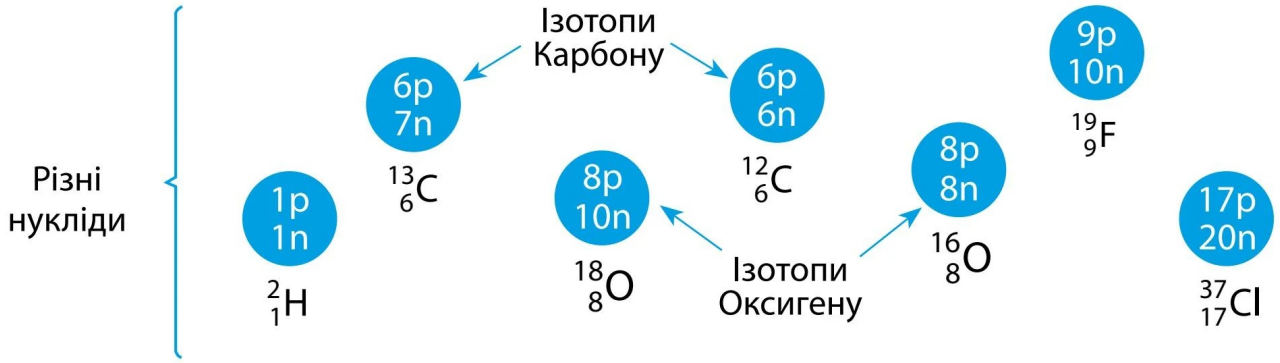
Усі нукліди, що мають однаковий заряд ядра (протонне число) й різне нейтронне число, називають ізотопами.

Ізотопи — це різні нукліди одного хімічного елемента.

Наприклад, у ядрі атомів Оксигену міститься 8 протонів (порядковий номер Оксигену в Періодичній таблиці — 8). А число нейтронів може бути 7, 8, 9, 10 і навіть більше. Отже, з-поміж атомів Оксигену можна виділити такі нукліди:

$$^{15}_{8}O,\ ^{16}_{8}O,\ ^{17}_{8}O,\ ^{18}_{8}O$$

І всі ці нукліди є ізотопами.



Поміркуйте

Грецькою мовою *ізос* означає «рівний, однаковий, подібний», а *топос* означає «місце». Що, на вашу думку, означає термін «ізотоп»?

Усього відомо понад 3000 нуклідів, і можна припустити, що в середньому на кожний елемент припадає близько 28 нуклідів. Але, звичайно, кожний хімічний елемент представлений різним числом нуклідів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

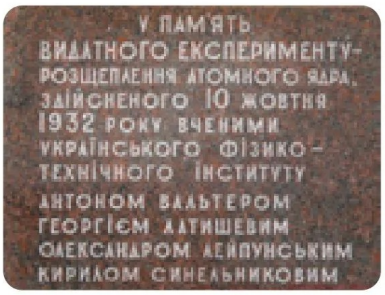
issuu-downloader.com

У більшості хімічних елементів є природні нукліди, тобто ті, що трапляються в природних тілах. Таких нуклідів існує близько 300. Решту нуклідів добуто штучно.

У природі хімічні елементи зазвичай представлені сумішшю декількох нуклідів, наприклад Карбон (^{12}C, ^{13}C і ^{14}C), Нітроген (^{14}N і ^{15}N) тощо. А деякі хімічні елементи представлені лише одним природним нуклідом, наприклад Флуор (^{19}F), Натрій (^{23}Na) тощо.

Дізнайтеся більше





Те, що ядро атома має складну будову, було теоретично доведено на початку XX століття. Експериментально першими це підтвердили англійці Ернест Волтон і Джон Кокрофт у квітні 1932 року. Але лише п'ять місяців по тому 10 жовтня 1932 року експеримент із розщеплення ядра атома здійснили українські науковці Антон Вальтер, Георгій Латишев, Олександр Лейпунський, Кирил Синельников на базі Українського фізико-технічного інституту (зараз Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут»). 10 жовтня 2002 року перед головною корпусом ННЦ «ХФТІ» було відкрито пам'ятник на честь 70-річчя розщеплення атомного ядра.

2016 року в цьому інституті було відкрито ядерну установку «Джерело нейтронів», на якій одержують до 50 радіоактивних нуклідів для діагностики багатьох захворювань, зокрема раку. Сьогодні українські науковці працюють у міжнародній науковій групі, що вивчає теорію будови елементарних частинок за результатами експериментів на Великому адронному колайдері.

Робота з інформацією

299. У додаткових джерелах знайдіть інформацію про дослідження науковців і науковець, які зробили важливі відкриття в історії атомної теорії (Дж. Дальтон, Дж. Дж. Томсон, Е. Резерфорд, Н. Бор тощо, про одного на власний вибір). Підготуйте доповідь.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

300. Із частинок, із яких складаються атоми, лише електрон називають елементарною частинкою. Інші — протони й нейтрони — називають субатомними частинками. Із додаткових джерел дізнайтеся, які частинки називають елементарними та чому протони й нейтрони не вважають такими.

301. У додаткових джерелах знайдіть інформацію про «рекорди» нуклідів. У якого хімічного елемента відомо найбільше нуклідів, у якого — найбільше природних нуклідів? А в яких — найменше?

302. У природних речовинах на Землі знайдено 92 хімічні елементи, проте в Періодичній таблиці наведено 118. У додаткових джерелах знайдіть інформацію про те, як дізналися про існування хімічних елементів, які не існують у природних речовинах. Який хімічний елемент, з-поміж таких, яких немає на Землі, було відкрито першим? Чи можуть бути відкриті ще нові хімічні елементи?

303. Порівняйте поняття, склавши для них діаграми Венна: а) «атом» і «хімічний елемент»; б) «електрон» і «протон»; в) «протон» і «нейтрон».

304. Атом Карбону містить 6 електронів. Чому дорівнює заряд: а) атома Карбону; б) ядра атома Карбону?

305. Запишіть позначення нукліда, якщо ядро атома містить: а) 2 протони й 1 нейтрон; б) 8 протонів і 9 нейтронів; в) 15 протонів і 16 нейтронів; г) 35 протонів і 45 нейтронів; д) 25 протонів і 30 нейтронів; е) 89 протонів і 117 нейтронів.

306. Визначте склад атомів таких нуклідів: ^{17}O, ^{14}C, ^{137}Cs, ^{60}Co, ^{130}I, ^{65}Zn.

307. Чим відрізняються за складом ядра атомів нуклідів: а) Літію ^{6}Li і ^{7}Li; б) Урану ^{235}U і ^{239}U?

308. Визначте нуклід: а) Натрію, який містить таке саме число нейтронів, що й нуклід ^{24}Mg; б) Оксигену, який містить таке саме число нейтронів, що й нуклід ^{13}C.

309. Із наведеного переліку виберіть: а) ізотопи; б) нукліди з однаковим нейтронним числом; в) нукліди з однаковим нуклонним числом.

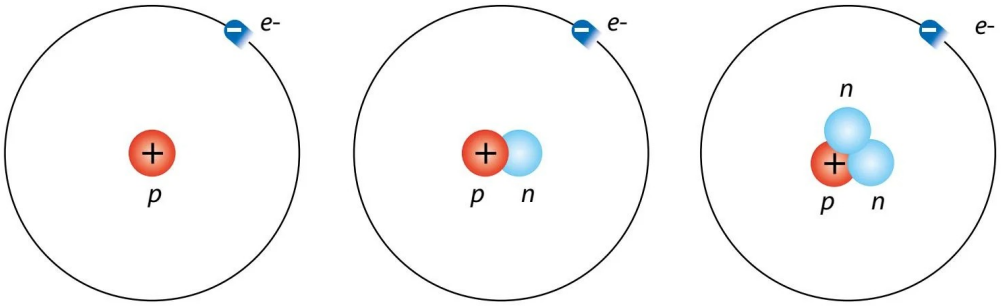
$$^{16}_{8}O,\ ^{14}_{6}C,\ ^{14}_{7}N,\ ^{12}_{6}C,\ ^{15}_{7}N,\ ^{15}_{8}O$$

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

310. Нукліди єдиного елемента — Гідрогену — окрім позначень, ще мають власні назви: звичайний Гідроген H ($^{1}_{1}$H) — Протій; важкий Гідроген D ($^{2}_{1}$H) — Дейтерій і надважкий Гідроген T ($^{3}_{1}$H) — Тритій. Удалося добути ще супернадважкий Гідроген ($^{4}_{1}$H), але власної назви він ще не має. Проаналізуйте малюнок і схарактеризуйте відмінності нуклідів Гідрогену. Чому вони отримали такі назви?



Нукліди Гідрогену: Протій Дейтерій Тритій

311. Масові числа нуклідів — цілі числа. Проте для більшості хімічних елементів відносні атомні маси є дробовими числами, які часто суттєво відрізняються від цілого значення, наприклад $A_r(Cl) = 35{,}453$. Сформулюйте гіпотезу, яка пояснювала б цей факт. Знайдіть у додаткових джерелах інформацію, яка б підтверджувала або спростовувала вашу гіпотезу.

312. Чи можливо, на вашу думку, за значенням відносної атомної маси хімічних елементів передбачити нукліди, якими представлений цей елемент у природі. Якщо відносна атомна маса Бору дорівнює 10,81, то які існують природні нукліди Бору?

313. Нукліди можуть бути стабільними та нестабільними. Нестабільні нукліди піддаються радіоактивному розпаду, унаслідок чого виникає радіоактивне випромінювання. У додаткових джерелах знайдіть інформацію про види радіоактивного випромінювання та його вплив на живі організми.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

314. Ґрунтуючись на значенні відносної атомної маси хімічних елементів, спрогнозуйте, у вигляді яких нуклідів існують у природі: а) Літій; б) Бор; в) Фосфор; г) Купрум.

315. Як ви вважаєте, чому в Періодичній таблиці для більшості хімічних елементів відносні атомні маси є дробовими числами, а для радіоактивних елементів — цілими числами?

316. У молекулі води можуть міститися різні нукліди Гідрогену (^{1}H, ^{2}H, ^{3}H) та Оксигену (^{16}O, ^{17}O, ^{18}O), утворюючи молекули з різною відносною молекулярною масою. Скільки різних молекул може утворитися із цих нуклідів: а) за складом; б) за масою?

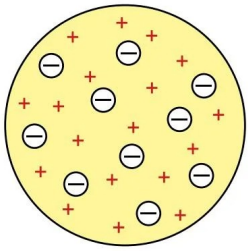
317. Під час перегонки (дистиляції) великої кількості води на дні перегонного куба збирається небагато важкої води, утвореної Дейтерієм — нуклідом Гідрогену. Така вода D_2O зовні схожа на звичайну воду, але відрізняється від неї властивостями. Вона замерзає не за 0 °С, а за 3,8 °С, перетворюючись на лід, який, на відміну від звичайного льоду, не плаває на поверхні води, а тоне. Важка вода не отруйна, але більшість тварин загине, якщо половину води в їхньому організмі замінити на важку. У важкій воді хімічні реакції відбуваються повільніше, що впливає на життєдіяльність організму. Проаналізуйте твердження та визначте, яке з них найкраще пояснює таку дію важкої води.

- Атоми Дейтерію радіоактивні, тому організм гине від опромінення.
- Важка вода щільніша, тому вона руйнує клітини організмів.
- У важкої води вища температура плавлення, тому за кімнатної температури вона замерзає.
- Атоми Дейтерію у два рази важчі за атоми Протію, тому організм стає важчим і гине від надмірної гравітації.
- Молекули важкої води мають більшу масу, тому хімічні реакції за її участі відбуваються повільніше.

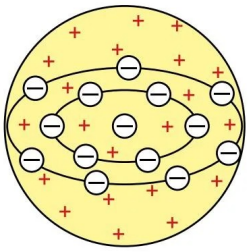
318. Установлення близької до сучасної моделі атома (планетарної) відбувалося низкою експериментальних і теоретичних досліджень. До появи планетарної моделі існували інші гіпотези щодо будови атома. Проаналізуйте різні моделі атомів на с. 236 і схарактеризуйте, чим вони відрізняються одна від одної.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

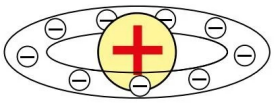
issuu-downloader.com



«Кексова» модель атома Вільяма Томсона (1902), який уявляв атом як згусток позитивно зарядженої матерії, в якому рівномірно розподілені електрони, наче родзинки в кексі

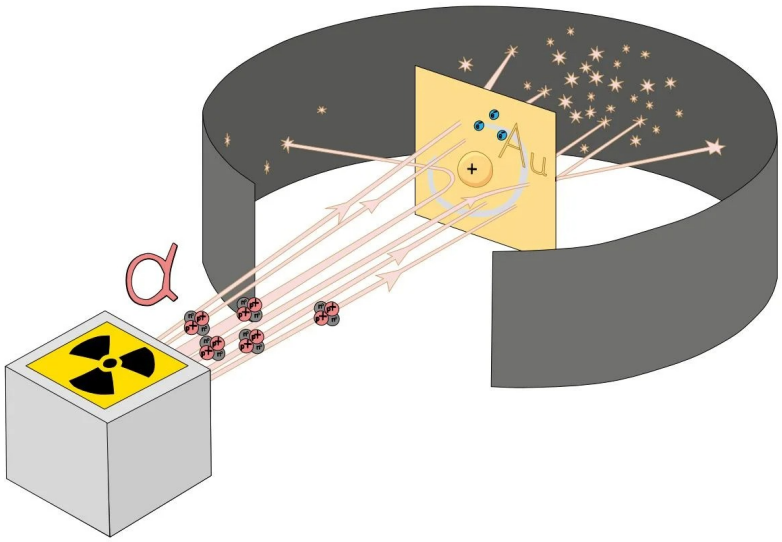


«Кексова» модель, удосконалена Джозефом Джоном Томсоном (1904), у якій електрони розміщені в одній площині й утворюють концентричні кільця



Модель атома Хантаро Нагаока (1904), який припустив, що атом схожий на планету Сатурн: половину об'єму займає позитивно заряджена куля, навколо якої супутники-електрони утворюють кільце

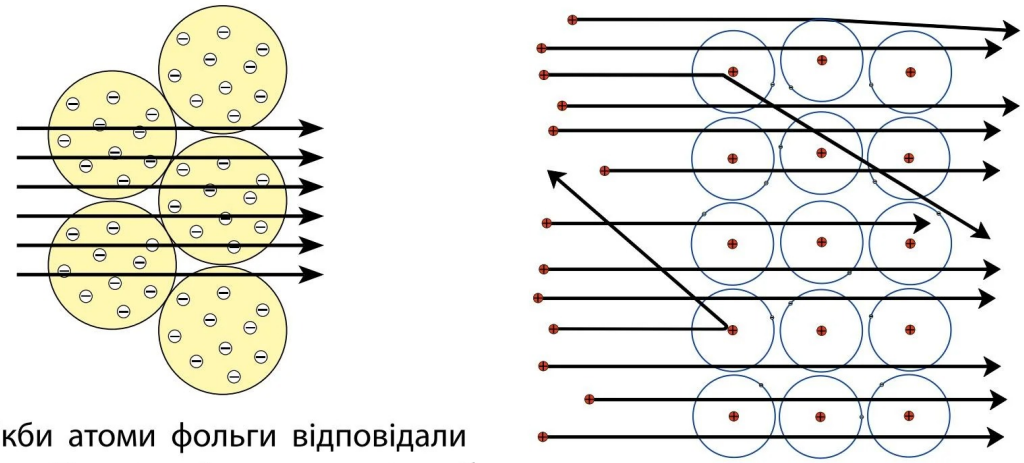
319. Планетарну модель атома запропонував 1909 року Ернест Резерфорд, здійснивши експеримент, у якому він бомбардував золоту фольгу α-частинками (ядрами атомів ^{4}He). Науковець виявив, що більшість α-частинок вільно проходить крізь шар золота, а деякі частинки відхиляються від початкової траєкторії. Проаналізуйте малюнок і опишіть сутність цього експерименту.



За результатами експерименту Е. Резерфорд відкинув усі попередні гіпотези та висловив свою. Проаналізуйте малюнок і поясніть міркування науковця, за якими він запропонував свою планетарну модель.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

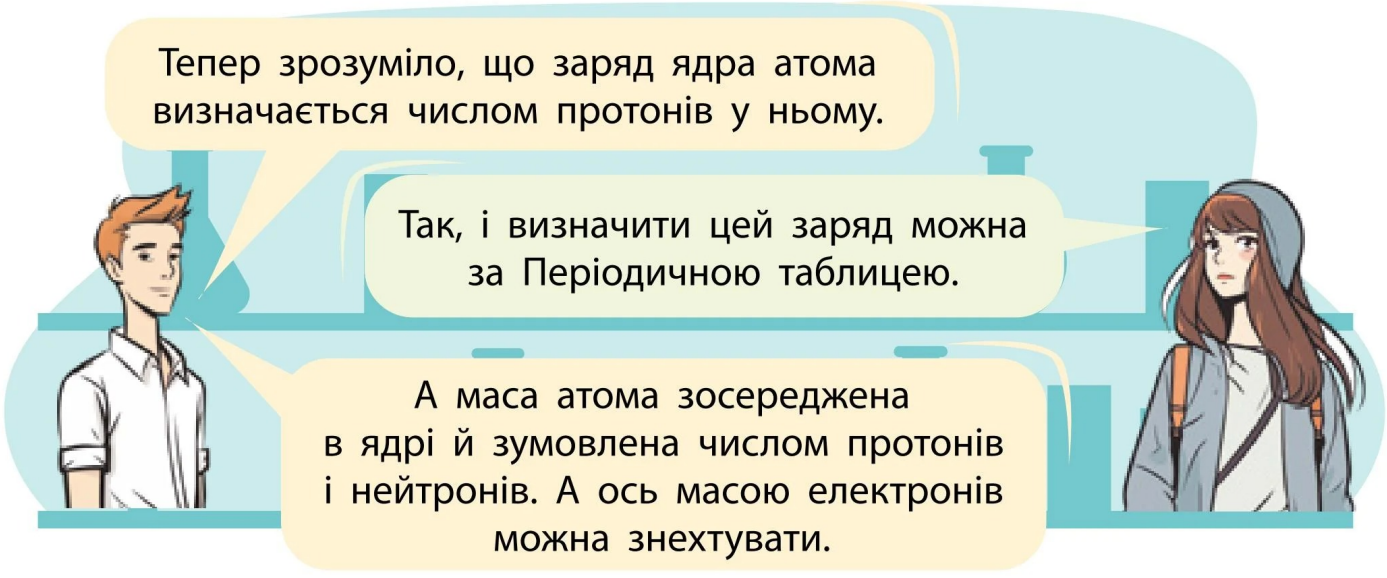
issuu-downloader.com



Якби атоми фольги відповідали «кексовій» моделі, то α-частинки без опору проходили б крізь пластинку

Обговоріть питання щодо експерименту Е. Резерфорда.

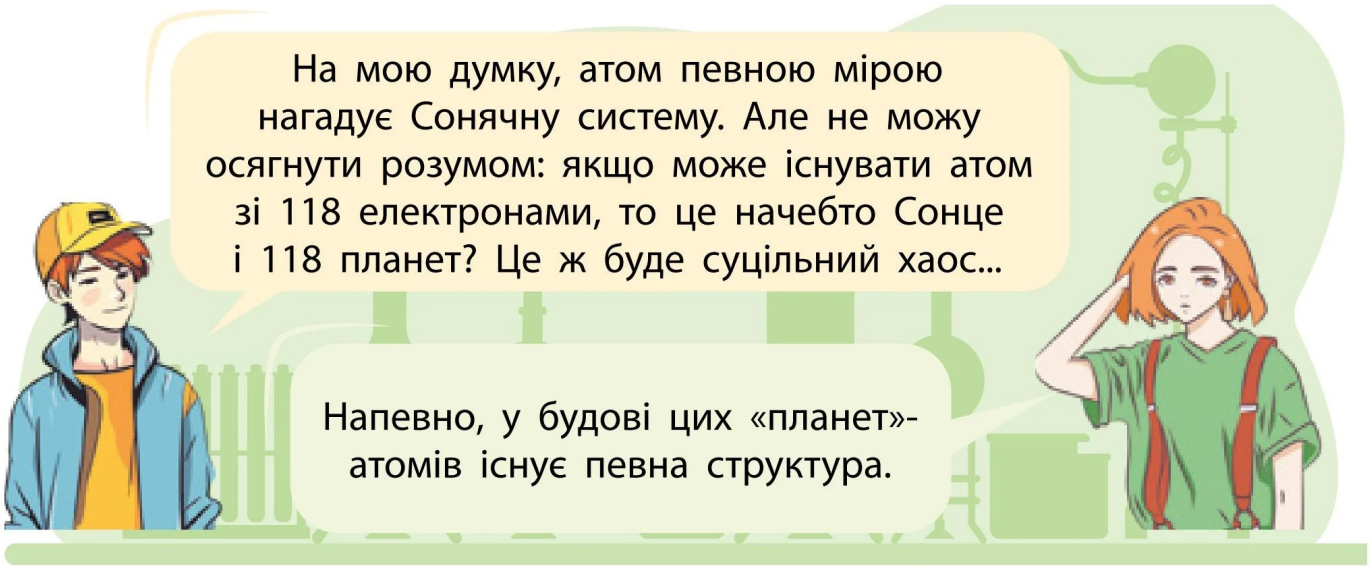
- Яке значення золотої фольги й α-частинок для проведення цього експерименту?
- Чому важливо було використовувати саме тонку золоту фольгу?
- Які результати експерименту були несподіваними?
- Чому більшість α-частинок пройшли крізь фольгу без відхилення?
- Як можна пояснити той факт, що деякі α-частинки відхилялися під великими кутами або навіть повертались назад?
- Чим планетарна модель атома Е. Резерфорда відрізняється від моделі Дж. Дж. Томсона? У чому її переваги?
- Як Е. Резерфорд міг перевірити достовірність отриманих даних?
- Як результати цього експерименту пов'язані з явищами, які ми спостерігаємо у Всесвіті (наприклад, у зорях)?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 25. ЕЛЕКТРОННА ОБОЛОНКА АТОМІВ



Модель Бора-Резерфорда

Модель атома Резерфорда, без сумніву, найбільше відповідала справжній будові атома, але в ній було суттєве протиріччя: за відомими на той час законами фізики електрон, якщо він обертається навколо ядра, має безперервно випромінювати енергію та із часом упасти на ядро. Модель атома Резерфорда вдосконалив данський фізик Нільс Бор. Він стверджував, що електрони можуть обертатися не на будь-якій орбіті, а лише на визначених відстанях від ядра, утворюючи концентричні сфери з електронів. Тому іноді планетарну модель атома називають моделлю Бора-Резерфорда.

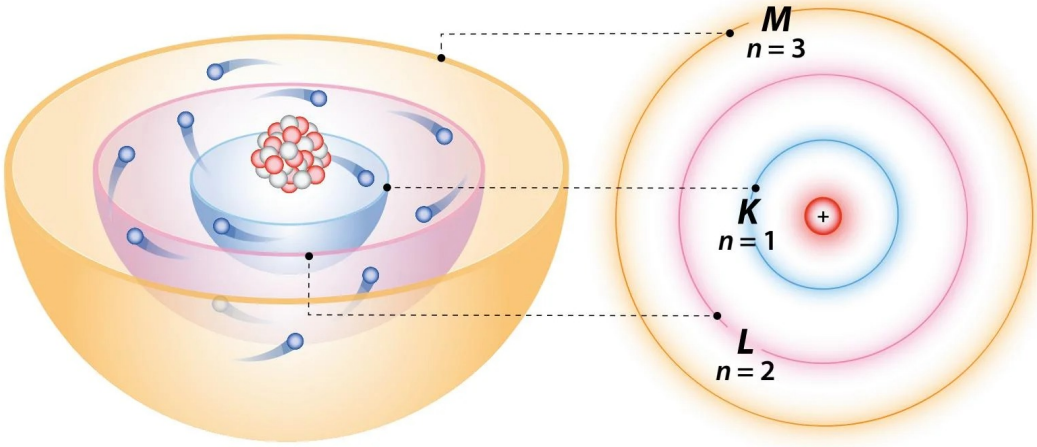
В електронних оболонках атомів електрони утворюють чіткі структури, що різняться числом електронів. Структуру електронної оболонки в атомі можна порівняти з багатоповерхівкою, у якій електрони розселяються по різних поверхах. Кожний поверх — це *енергетичний рівень*, або *електронний шар*.

Енергетичний рівень об'єднує певне число електронів, що мають приблизно однакову енергію.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

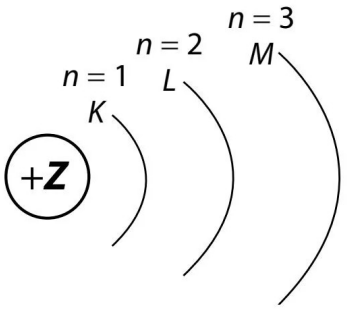
issuu-downloader.com

Кожний енергетичний рівень позначають числом n ($n = 1, 2, 3, \ldots$) або великою латинською літерою (K, L, M і далі за алфавітом)



Для першого (найближчого до ядра) рівня $n = 1$ (рівень K), для другого $n = 2$ (рівень L), для третього $n = 3$ (рівень M) тощо

Шарувату будову електронної оболонки атомів можна зобразити так: колом позначене ядро, що має певний заряд, а дугами — енергетичні рівні.



Поняття про орбіталі

Після досліджень Н. Бора та Е. Резерфорда було встановлено, що електрони на енергетичних рівнях перебувають не довільно, а в межах певного простору, який називають *орбіталями*.

Орбіталь — це частина простору, у якому ймовірність перебування електрона вища за 90 %.

На одному енергетичному рівні електрони можуть розміщуватися на орбіталях різної форми. Найчастіше трапляються орбіталі у формі сфери й об'ємної вісімки.



Число орбіталей на кожному енергетичному рівні дорівнює n^2.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Одна орбіталь може вміщувати максимум два електрони, отже:

Кожний енергетичний рівень може максимально вміщувати $2n^2$ електронів.

Поміркуйте

По скільки орбіталей містять різні енергетичні рівні та по скільки електронів можуть максимально вміщувати енергетичні рівні: перший, другий, третій тощо?

Принцип найменшої енергії

Поміркуйте

Які електрони мають меншу енергію: ті, які перебувають на енергетичному рівні, ближчому до ядра, чи навпаки?

Усі хімічні властивості речовин визначаються будовою електронних оболонок атомів.

Розгляньмо, як електрони розподіляються по електронних рівнях.

Електрони займають енергетичні рівні послідовно, починаючи з першого енергетичного, у порядку збільшення енергії.

Спочатку «заселяється» перший енергетичний рівень, потім — другий, третій тощо.

Цей принцип називають *принципом найменшої енергії*.

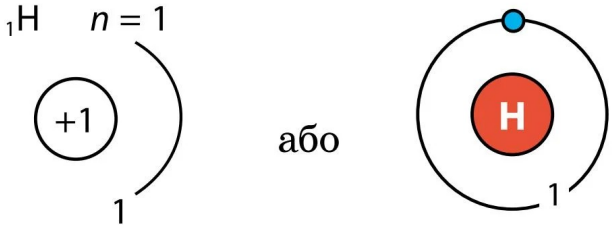
Число енергетичних рівнів, що заповнюються в атомі певного хімічного елемента, визначають за номером періоду Періодичної таблиці, у якому розташований цей елемент.

Так, в атомах хімічних елементів першого періоду заповнюється лише перший енергетичний рівень, в атомах елементів другого періоду — перші два енергетичні рівні, третього — три тощо.

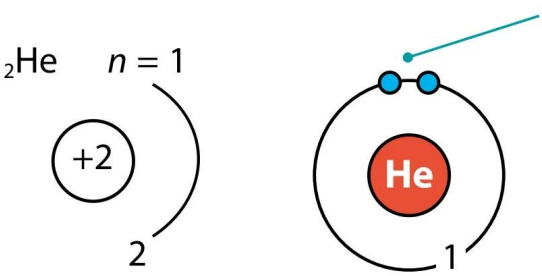
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Наприклад, Гідроген розміщений у першому періоді під номером 1. Це означає, що в електронній оболонці його атомів міститься лише один електрон, який перебуває на першому енергетичному рівні. Його електронну оболонку можна зобразити так:

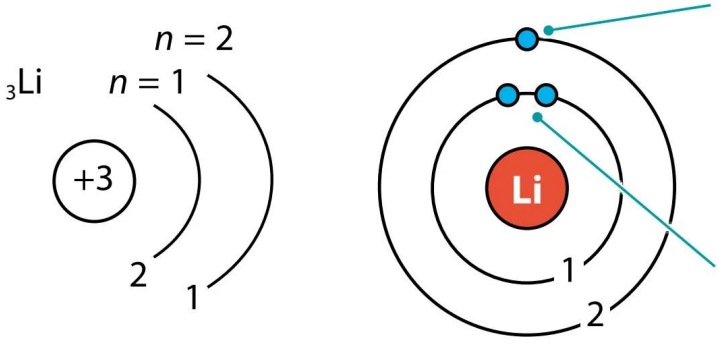


Гелій також розташований у першому періоді, тож в електронній оболонці його атомів так само заповнюється перший енергетичний рівень. Але на цьому рівні вже міститься два електрони, оскільки порядковий номер Гелію — 2.



Два електрони на одному енергетичному рівні позначають так, щоб підкреслити, що ці два електрони розміщені на одній орбіталі першого енергетичного рівня. Такі електрони називають *електронною парою*

В елементів другого періоду починає заповнюватися електронами другий енергетичний рівень. Незалежно від числа енергетичних рівнів, електрони спочатку заповнюють рівень із найнижчою енергією, тобто перший, а потім уже другий. До прикладу, розгляньмо електронну оболонку Літію, що містить три електрони (порядковий номер — 3). Оскільки перший рівень максимально вміщує два електрони, то на другому має міститися лише один електрон:



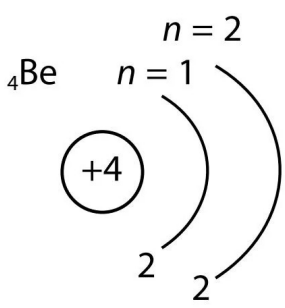
Один електрон на орбіталі другого енергетичного рівня. Якщо на орбіталі лише один електрон, його називають *неспареним*

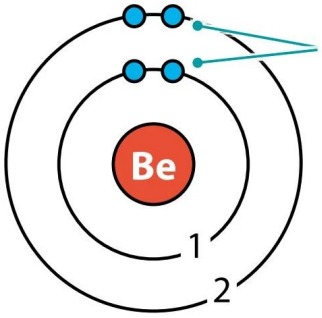
Електронна пара на одній орбіталі першого енергетичного рівня

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

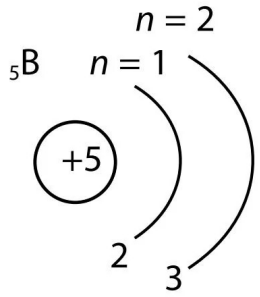
У Берилію на другий енергетичний рівень додається ще один електрон:

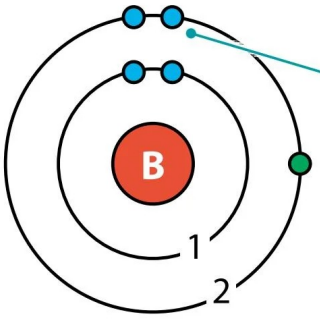




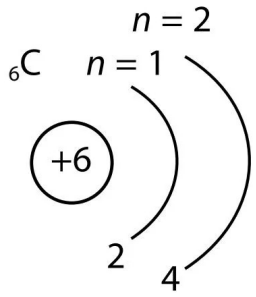
На першому та другому енергетичних рівнях міститься по одній електронній парі

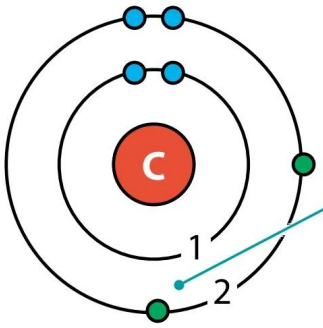
В атомах Бору є 5 електронів, а Карбону — 6. Місткість другого енергетичного рівня — 8 електронів, тож у цих елементів продовжує «укомплектовуватися» другий енергетичний рівень:





Електронна пара на одній орбіталі другого енергетичного рівня





Ці два електрони розташовані на різних орбіталях: по одному на кожній. Тож, в атомів Карбону по два неспарених електрона в електронній оболонці»

Поміркуйте

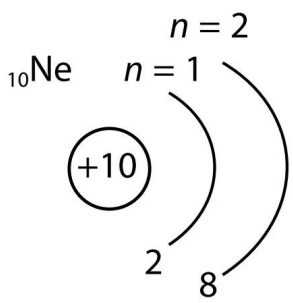
Якщо другий енергетичний рівень може максимально вміщувати 8 електронів, то в якого хімічного елемента другий рівень заповниться повністю?

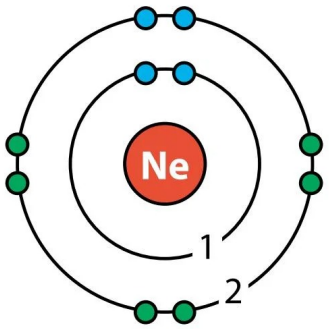
Можна помітити, що в кожного наступного елемента додається по одному електрону до електронної оболонки. Аби заповнити другий енергетичний рівень, треба ще 4 електрони. Це ми

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

спостерігаємо в атомах хімічного елемента з порядковим номером 10 — Неону:

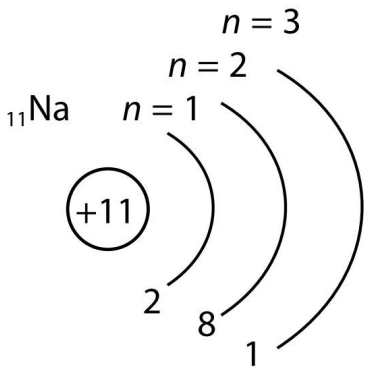


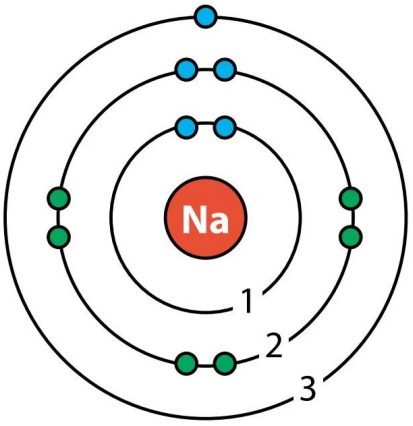


В атомів Неону на зовнішньому енергетичному рівні електрони розміщені на чотирьої орбіталях, утворюючи чотири електронні пари

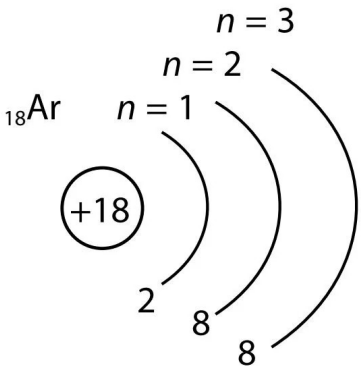
Електронні оболонки атомів третього та четвертого періодів

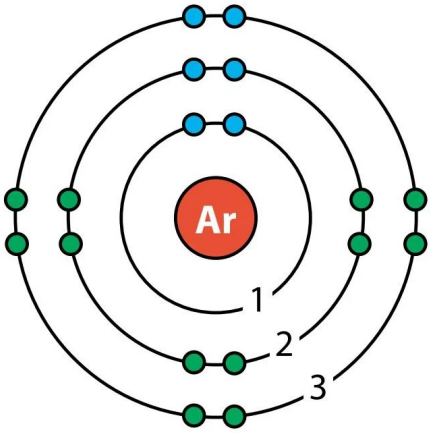
Натрій — перший хімічний елемент третього періоду, тож у його атомів починає заповнюватися третій енергетичний рівень:





А в атомах Аргону на третьому рівні вже 8 електронів:

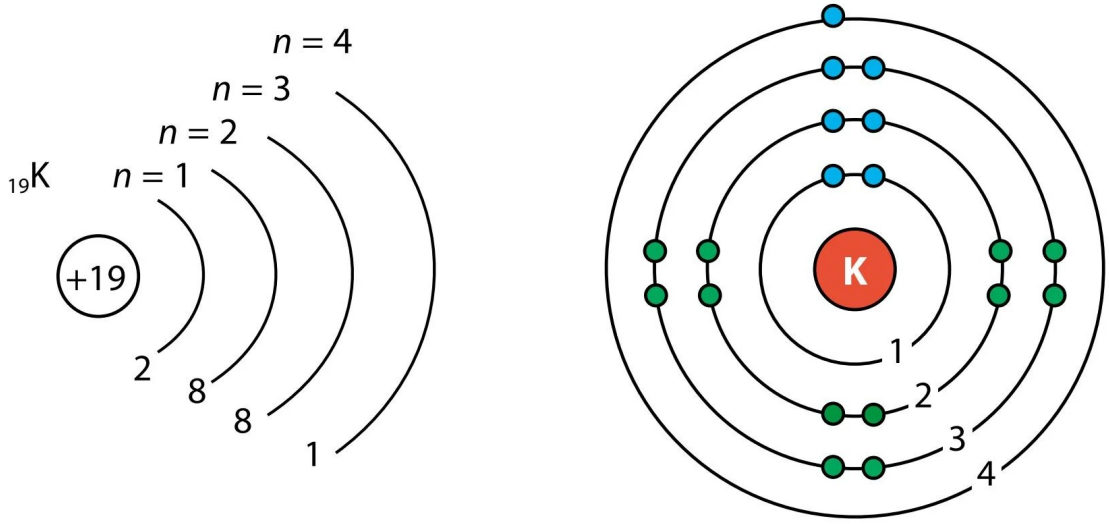




Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Третій енергетичний рівень максимально може містити 18 електронів. Проте в першого елемента четвертого періоду — Калію — починає заповнюватися четвертий електронний шар:



Звісно, існують і інші принципи влаштування електронної оболонки атомів, але про них ви дізнаєтеся під час подальшого вивчення хімії в наступних класах.

Поміркуйте

Важливою характеристикою електронної оболонки атомів є число електронів на зовнішньому енергетичному рівні.

- Як ви вважаєте, який рівень називають зовнішнім?
- Якою буде енергія електронів на зовнішньому енергетичному рівні порівняно з іншими електронами цього атома: найбільшою чи найменшою?
- Для електронних оболонок, моделі яких наведено вище в цьому параграфі, визначте число електронів на зовнішньому енергетичному рівні.

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Використовуючи підручні матеріали (дроти, намистини, канцелярські скріпки тощо), створіть статичну 2D- або 3D-модель атома (на вибір із перших 20 хімічних елементів) з урахуванням розподілу електронів по енергетичних рівнях.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Число хімічних елементів у періодах Періодичної таблиці

Поміркуйте

Порівняйте максимальну місткість енергетичних рівнів і число хімічних елементів у кожному періоді.

Структура Періодичної таблиці повністю зумовлена будовою електронних оболонок атомів. Число хімічних елементів, що міститься в кожному періоді, визначається місткістю відповідних енергетичних рівнів (табл. 6).

Таблиця 6. Місткість енергетичних рівнів атомів хімічних елементів перших чотирьох періодів

Період	Енергетичний рівень, що заповнюється електронами	Число орбіталей на енергетичному рівні	Максимальне число електронів на енергетичному рівні	Число хімічних елементів у періоді
1	Перший	1	2	2
2	Другий	4	8	8
3	Третій	9	18	8
4	Четвертий (а також доповнюється третій)	16	32	18

Як видно з таблиці 6, для елементів 1-го та 2-го періодів число хімічних елементів у періоді та максимальне число електронів на відповідному енергетичному рівні збігаються. У наступних періодах виникає «запізнення», що пов'язане з особливостями будови електронної оболонки, про які ви дізнаєтеся далі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

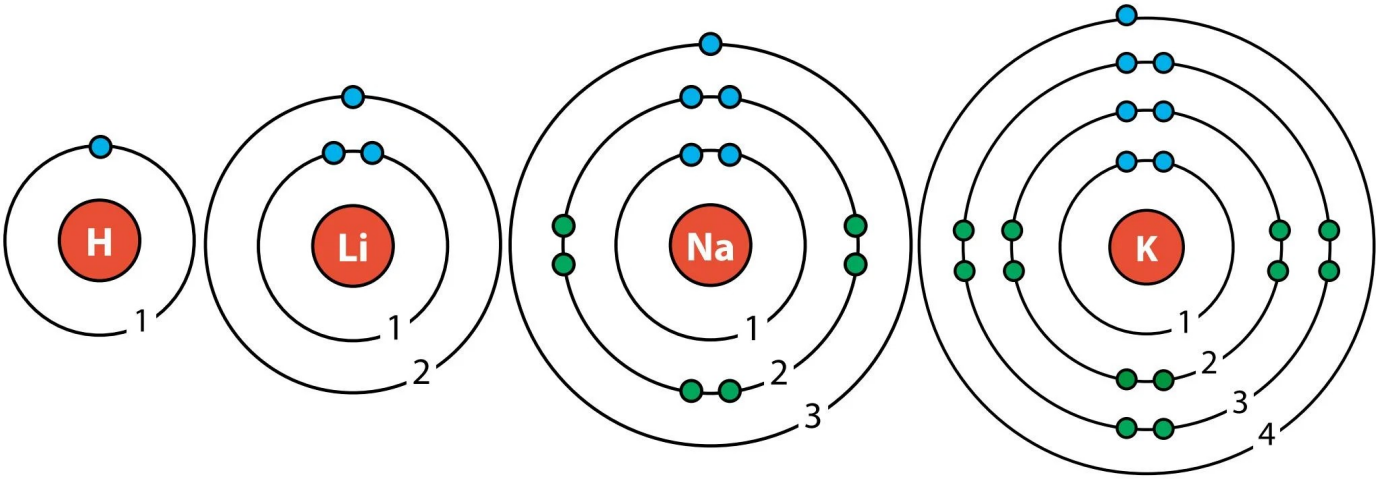
issuu-downloader.com

Будова електронних оболонок і групи Періодичної таблиці

Поміркуйте

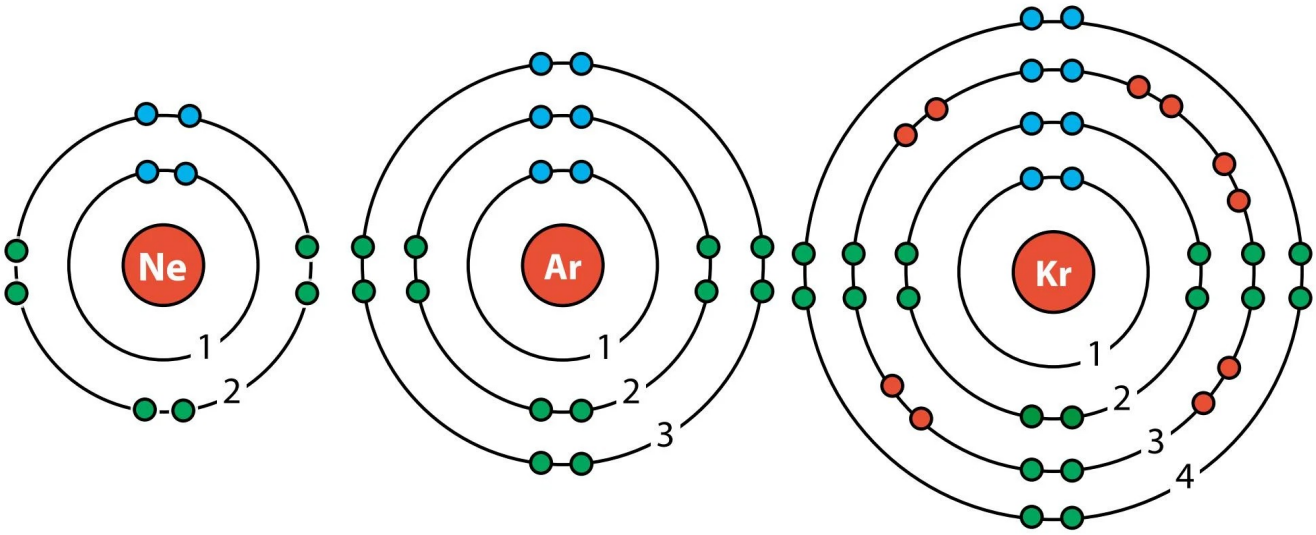
Порівняйте число електронів на зовнішньому енергетичному рівні атомів і номер групи Періодичної таблиці, у якій розміщено хімічний елемент.

Порівняймо електронні оболонки деяких елементів 1-ї групи:



У всіх атомах на зовнішньому шарі по одному електрону, що збігається з номером групи.

Порівняймо електронні оболонки деяких елементів 18-ї групи:

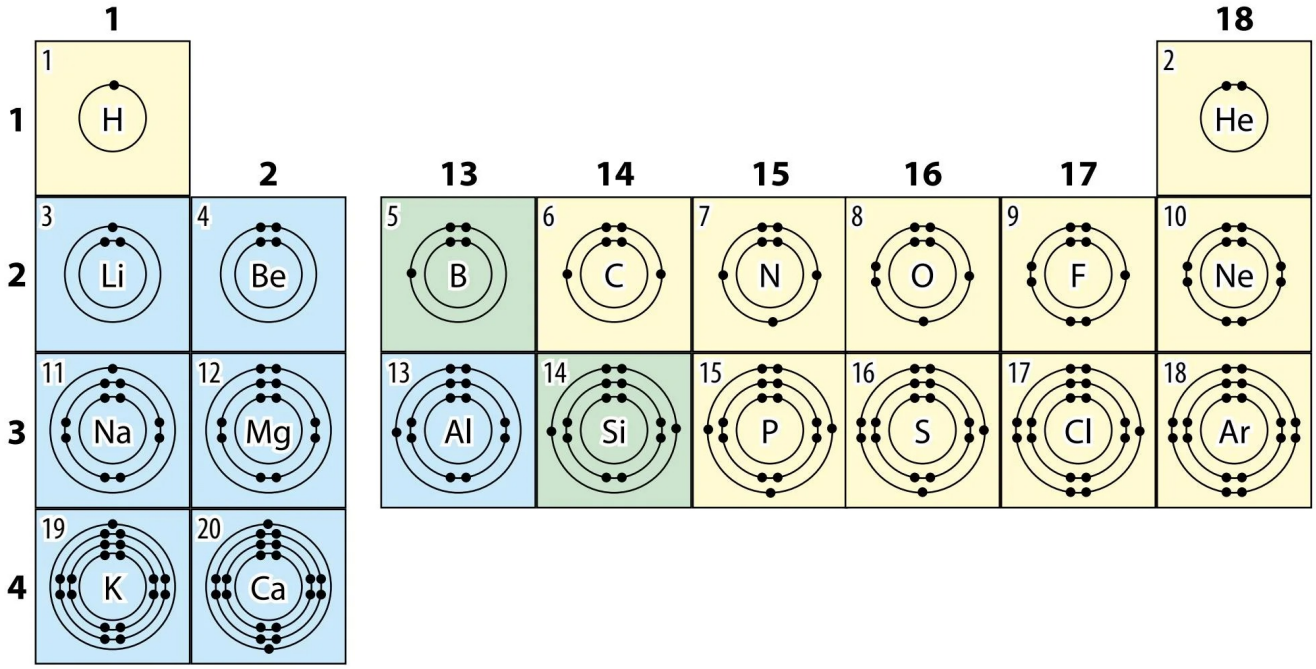


Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

В усіх атомах на зовнішньому електронному шарі по 8 електронів. Якщо згадати, що хімічні елементи 18 групи — останні в періоді, а в наступного хімічного елемента починає заповнюватися наступний енергетичний рівень, то можна зробити висновок: на зовнішньому рівні може міститися не більше 8 електронів.

Так само можна порівнювати електронні оболонки атомів інших груп Періодичної таблиці.



В атомах елементів 1-ї та 2-ї груп число електронів на зовнішньому рівні дорівнює номеру групи.

В атомах елементів 13–18 груп число електронів на зовнішньому рівні дорівнює: (номер групи – 10).

Будова електронних оболонок атомів хімічних елементів однієї групи подібна, тому хімічні елементи однієї групи називають електронними аналогами.

В атомах елементів 3–12 груп заповнюються внутрішні енергетичні рівні, що не впливає на зовнішній рівень.

Дізнайтеся більше

Англійський фізик Чарлз Баркла, пропонуючи позначати енергетичні рівні буквами, спочатку використовував букви A, B, C і далі. Але потім припустив, що можуть існувати ще нижчі (глибші) енергетичні рівні, тому щоб залишити букви алфавіту для цих рівнів, він почав позначення від букви *K* (потім *L*, *M* і далі). Згодом виявилося, що ще нижчих рівнів не існує, але змінювати позначення рівнів уже не стали.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

320. Скільки електронів міститься на зовнішньому енергетичному рівні атомів: а) Гелію; б) Літію; в) Берилію; г) Бору; д) Карбону; е) Оксигену; є) Арсену; ж) Стануму; з) Барію?

321. Скільки енергетичних рівнів зайнято електронами в атомах: а) Карбону, Силіцію, Германію; б) Берилію, Магнію, Кальцію; в) Флуору, Хлору, Йоду?

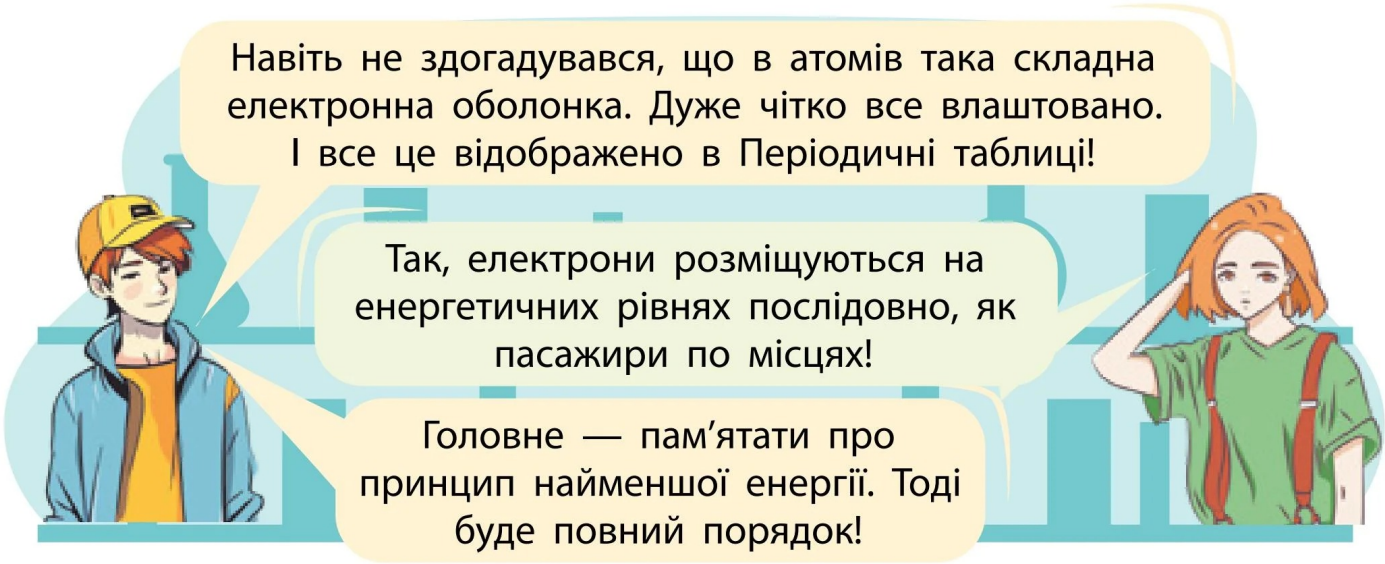
322. Назвіть два хімічні елементи, в атомах яких повністю заповнені зовнішні енергетичні рівні.

323. Для хімічних елементів № 1–20 визначте: а) число електронних пар на зовнішньому енергетичному рівні; б) число неспарених електронів на зовнішньому енергетичному рівні.

324. Зобразіть будову електронних оболонок атомів Нітрогену та Фосфору. Що спільного в будові електронних оболонок цих атомів і чим вони відрізняються?

325. Які хімічні елементи є електронними аналогами Оксигену? Зобразіть будову електронної оболонки атома одного з них.

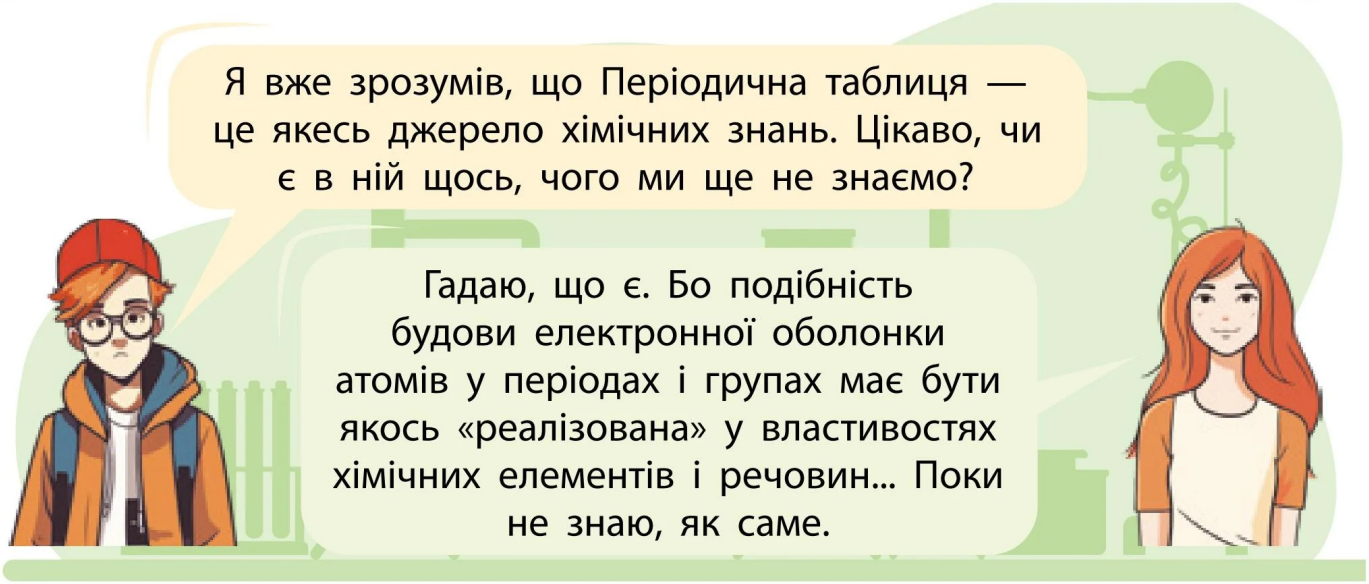
326. Порівняйте властивості хімічних елементів (металічний чи неметалічний) із числом електронів на зовнішньому рівні атомів. Сформулюйте гіпотезу щодо виявленої вами закономірності.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 26. РОДИНИ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. ВЛАСТИВОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ АНАЛОГІВ



Родини хімічних елементів

Властивості хімічних елементів і утворених ними сполук зумовлені електронною будовою атомів. Якщо до однієї групи належать хімічні елементи, що є електронними аналогами, то й хімічні властивості утворених ними речовин мають бути подібні. Це помітили ще до відкриття електронної будови, тому певні хімічні елементи об'єднали в родини.

Родина хімічних елементів — це група хімічних елементів, що мають подібні властивості.

Наприклад, електронна будова атомів Калію подібна до будови атомів Натрію. Під час хімічних реакцій вони втрачають єдиний електрон зовнішнього енергетичного рівня й перетворюються на йони із зарядом 1+, а утворені ними основи є лугами. Саме тому ці елементи називають лужними. Також існують і інші елементи, які за властивостями подібні до Калію та Натрію. Їх виділяють в окрему родину — родину лужних елементів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Із відкриттям нових хімічних елементів і дослідженням їхніх властивостей число природних родин елементів збільшувалося. Деякі родини дістали власні назви і в сучасній хімічній літературі часто згадуються саме за ними (табл. 7).

Таблиця 7. Родини хімічних елементів

Період	Група					
	1	2	15	16	17	18
	Лужні елементи[1]	Лужноземельні елементи[2]	Пніктогени[3]	Халькогени[4]	Галогени[5]	Інертні елементи[6]
1						He
2	Li		N	O	F	Ne
3	Na		P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Mc	Lv	Ts	Og

[1] — Утворюють луги.
[2] — Утворюють землі (так раніше називали оксиди), що у воді перетворюються на луги.
[3] — Утворюють задушливі речовини.
[4] — Більшість елементів трапляються в природі у сполуках із Купрумом.
[5] — Утворюють солі.
[6] — Є інертними, тобто не здатними вступати в хімічні реакції.

Хімічні елементи, що належать до однієї родини, утворюють прості речовини та сполуки з певними подібними фізичними й хімічними властивостями.

Лужні хімічні елементи

Лужні елементи — найактивніші металічні елементи, вони розміщені в 1-й групі Періодичної таблиці.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Лужні елементи:
- найактивніші металічні елементи
- утворюють катіони із зарядом 1+
- здатні утворювати луги

Загальні формули сполук:
- оксидів — R_2O;
- гідроксидів (лугів) — ROH

Лужні метали:
- легкі, м'які
- надзвичайно хімічно активні

Літій Li

Натрій Na

Калій K

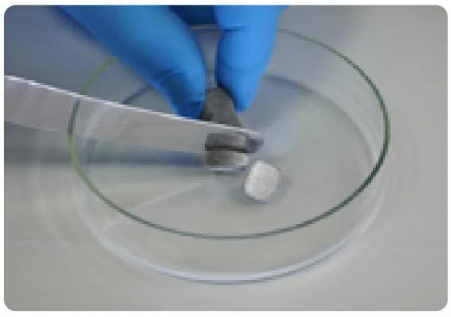
Рубідій Rb

Цезій Cs

Францій Fr

Метали, утворені цими хімічними елементами, також називають лужними. Вони значно легші за інші метали (залізо, мідь, алюміній), дуже м'які і їх можна різати ножем (мал. 26.1*а*).

Лужні метали є найактивнішими металами: вони реагують із киснем, водою та кислотами. Взаємодія їх із водою відбувається дуже активно, іноді з вибухом (мал. 26.1*б*).

а  *б* 

Мал. 26.1. Калій можна різати ножем (*а*); взаємодія натрію з водою (*б*)

Лужні елементи утворюють оксиди із загальною формулою $\mathbf{R_2O}$:

$$4Li + O_2 = 2Li_2O$$

Гідроксиди лужних елементів — розчинні основи (луги) із загальною формулою **ROH**, де R — будь-який із лужних елементів, наприклад:

$$Na_2O + H_2O = 2NaOH$$

Гідроксиди Рубідію та Цезію такі активні, що їхні концентровані розчини легко руйнують скло навіть за кімнатної температури, а їхні розплави — залізо й навіть платину.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Унаслідок хімічної активності лужні метали трапляються в природі виключно у вигляді сполук. Добути їх можна лише дією електричного струму на їхні сполуки. Натрій і калій уперше були одержані Гамфрі Деві 1804 року саме в такий спосіб.

Галогени

Галогени — найактивніші неметалічні елементи, вони розміщені в 17-й групі Періодичної таблиці.

Елементи-галогени:
- найактивніші неметалічні елементи
- утворюють аніони із зарядом 1–

Загальні формули сполук:
- оксидів — R_2O_7 (крім Флуору)
- летких сполук із Гідрогеном — HR

Прості речовини галогени:
- утворені двоатомними молекулами R_2
- надзвичайно хімічно активні

Флуор F

Хлор Cl

Бром Br

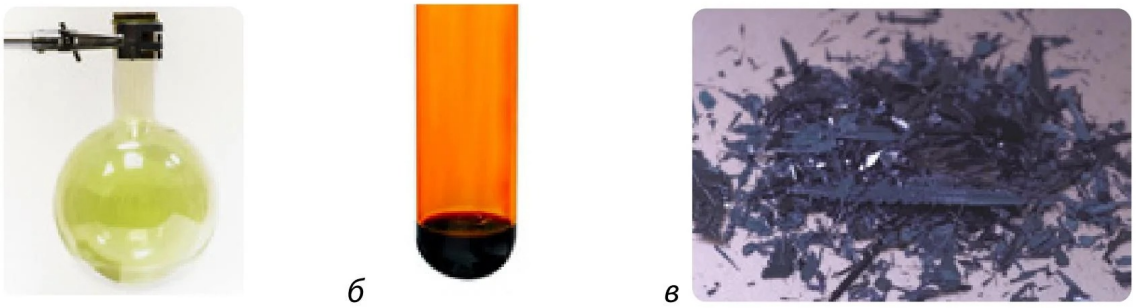
Йод I

Астат At

Теннессин Ts

Для елементів-галогенів також характерні спільні властивості, зокрема усі вони утворюють аніони із зарядом 1–.

Прості речовини, утворені цими елементами, також називають галогенами (мал. 26.2). Галогени — речовини молекулярної будови, молекули яких складаються з двох атомів: F_2, Cl_2, Br_2, I_2.



а *б* *в*

Мал. 26.2. Галогени за звичайних умов перебувають у різних агрегатних станах: хлор — жовто-зелений газ (*а*); бром — летка рідина червоно-бурого кольору (*б*); йод — летка кристалічна речовина чорно-фіолетового кольору з металічним блиском (*в*)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Галогени — найактивніші неметали. Вони реагують із багатьма речовинами. А в атмосфері фтору здатна горіти навіть вода:

$$2F_2 + H_2O = 2HF + OF_2$$

Із воднем галогени також взаємодіють дуже активно, іноді з вибухом. Продуктом реакції є леткі сполуки з Гідрогеном загального складу **HR**, водні розчини яких є кислотами:

$$H_2 + F_2 = 2HF$$

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

Галогени активно реагують із металами. Продуктами таких реакцій є солі — галогеніди (флуориди, хлориди, броміди, йодиди):

$$Mg + Cl_2 = MgCl_2$$

$$2Al + 3Br_2 = 2AlBr_3$$

Саме через властивість утворювати солі ці хімічні елементи назвали галогенами (від грец. г*алос* — сіль).

Інертні хімічні елементи

Ще одну родину утворюють елементи 18-ї групи Періодичної таблиці. Їх називають інертними елементами.

Інертні елементи:
- хімічно неактивні (за стандартних умов не реагують із жодною речовиною)
- у простих речовинах існують у вигляді окремих атомів

Гелій He
Неон Ne
Аргон Ar
Криптон Kr
Ксенон Xe
Радон Rn

Прості речовини цих елементів називають *інертними* (*благородними*) *газами*, вони існують у вигляді окремих атомів, які зазвичай не сполучаються один з одним і з іншими атомами. Усі вони за звичайних умов є газами, які в незначних кількостях містяться в повітрі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Донедавна вважали, що інертні гази взагалі не утворюють хімічних сполук (про що свідчить їхня назва). Однак за останні десятиліття вдалося одержати сполуки Криптону, Ксенону й Радону з Оксигеном і Флуором та іншими хімічними елементами.

Найлегший з-поміж інертних елементів — Гелій — був першим хімічним елементом, виявленим поза Землею. Аналізуючи випромінювання Сонця з використанням спектрального аналізу, П'єр Жансан 1868 року виявив світіння, не характерне для жодного з відомих на той час елементів. Саме тому цей елемент був названий Гелієм (від грец. г*еліос* — сонце). Певна річ, складно відкрити елементи, які не утворюють сполук, але після відкриття Гелію науковці почали ретельніше вивчати гази й незабаром відкрили всі інертні елементи.

Робота з інформацією

327. Із переліку хімічних елементів випишіть окремо: а) лужні елементи; б) лужноземельні елементи; в) галогени; г) інертні елементи.

Br, Na, Al, Ca, S, Xe, K, Cl, I, Li, Ba, Ne, Be, Rb, Sr, F, Fe, He, H.

328. Складіть у загальному вигляді формули оксидів і гідроксидів металічних елементів: а) лужних; б) лужноземельних. Використовуючи ці формули, складіть у загальному вигляді рівняння реакцій оксидів лужних і лужноземельних елементів із водою.

329. Складіть рівняння реакції взаємодії будь-якого з галогенів: а) із літієм; б) кальцієм; в) алюмінієм; г) воднем.

330. Калій за слабкого нагрівання бурхливо взаємодіє із сіркою, а розплавлений калій згоряє в атмосфері хлору. Складіть хімічні рівняння цих реакцій.

331. У якому з оксидів лужних елементів масова частка Оксигену найбільша?

332. Знайдіть у додаткових джерелах інформацію про відкриття інертних газів. Як ви вважаєте, чим можна пояснити той факт, що всі благородні гази були відкриті майже одночасно: у період 1894–1900 рр.?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

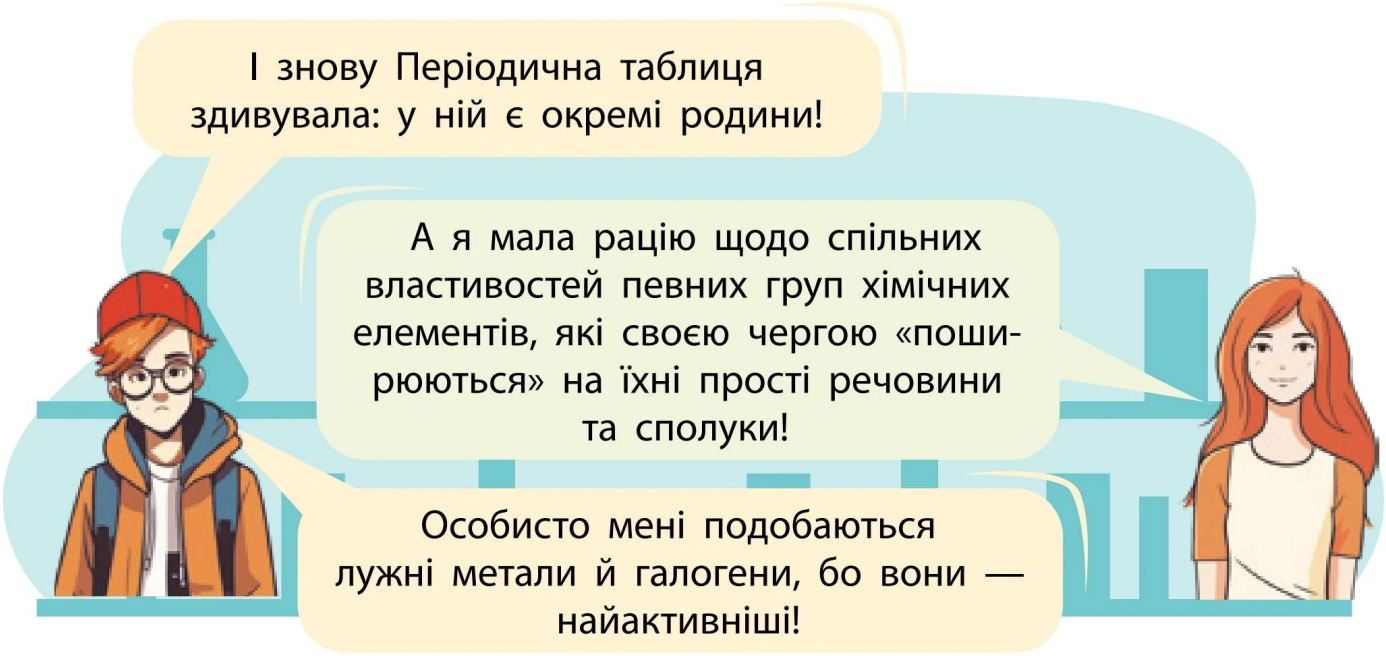
issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

333. У перекладі з грецької г*ало* означає «сіль», *халько* — «мідь», *пніктo* — «задушливий», г*енеа* — «народження». Яке значення, на вашу думку, мають назви родин «галогени», «халькогени» та «пніктогени»? Чому ці родини було названо саме так?

334. Уявіть, що перед вами однакові за формою та розміром зразки літію і заліза. Як відрізнити ці речовини, ґрунтуючись лише на відмінностях їхніх фізичних властивостей?

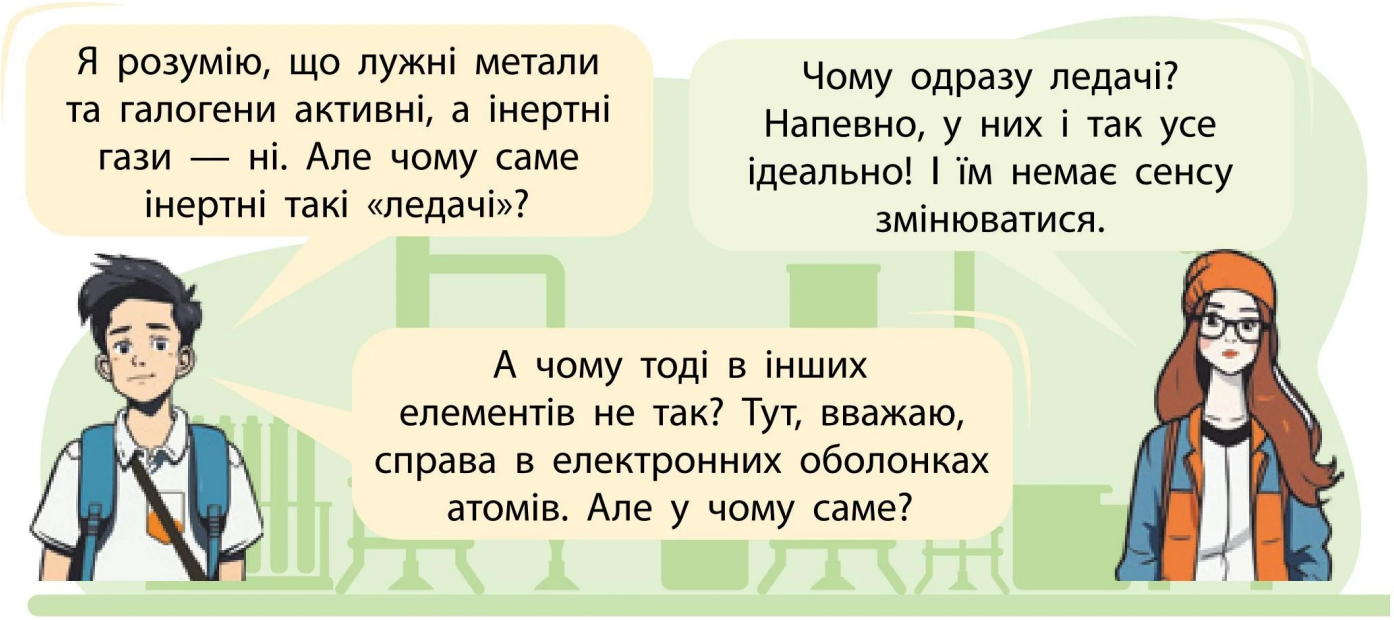
335. У перекладі з грецької *хлорос* означає «зелений», *бромос* — «смердючий», *йодес* — «фіолетовий». Із якими властивостями хлору, брому та йоду пов'язані їхні назви?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 27. БУДОВА ЕЛЕКТРОННИХ ОБОЛОНОК І ВЛАСТИВОСТІ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ



Причина інертності інертних елементів

Знаючи електронну будову атома, можна передбачити властивості хімічних елементів і утворених ними сполук. Ці властивості зумовлені електронами, що перебувають на зовнішніх енергетичних рівнях.

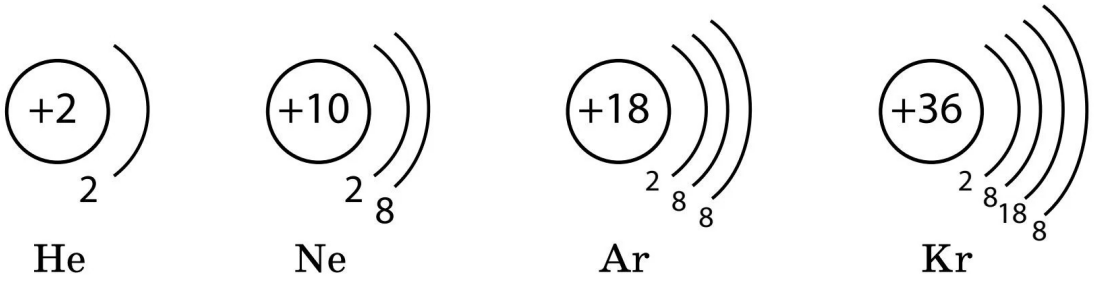
Розгляньмо вплив будови зовнішнього енергетичного рівня на властивости хімічних елементів.

З-поміж хімічних елементів особливу групу становлять інертні елементи. Їхня особливість полягає в тому, що вони не «прагнуть» утворювати сполуки. В атомах інертних елементів надзвичайно стійка електронна оболонка, що зумовлює їхню хімічну інертність. У чому ж причина цієї стійкості?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Проаналізуймо склад зовнішнього енергетичного рівня інертних елементів:



He Ne Ar Kr

В атомах Гелію на зовнішньому рівні є два електрони. Це максимальна місткість першого енергетичного рівня, отже в атомів Гелію електронна оболонка повністю заповнена. В атомах Неону зовнішній рівень також містить максимальне число електронів — вісім. В атомів інших інертних елементів (Аргону, Криптону тощо) на зовнішньому рівні також по 8 електронів. Їхній зовнішній енергетичний рівень хоча й не повністю заповнений, але в наступних елементах починає заповнюватися електронами черговий енергетичний рівень. Саме цим і пояснюється хімічна інертність цих елементів: вони зазвичай не сполучаються з іншими речовинами.

Отже, атоми із завершеними енергетичними рівнями або на зовнішньому рівні яких міститься вісім електронів, мають підвищену хімічну стійкість.

Металічні й неметалічні властивості хімічних елементів

- Для **металічних** елементів характерне невелике число електронів на зовнішньому енергетичному рівні (зазвичай 1–3).
- У **неметалічних** елементів найчастіше чотири й більше електронів на зовнішньому енергетичному рівні

Атоми всіх хімічних елементів прагнуть мати таку саму електронну оболонку, як в атомів інертних елементів. Для цього вони віддають або приєднують електрони, щоб їхня електронна оболонка стала такою, як в атома найближчого інертного елемента.

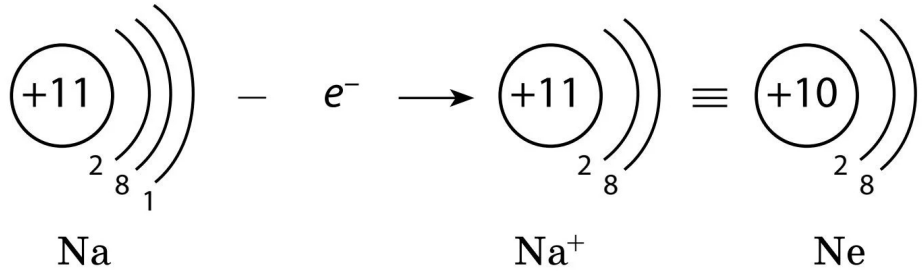
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Якщо електронів на зовнішньому рівні мало, то їх легше віддати, що характерно для металічних елементів. А якщо електронів на зовнішньому рівні багато (4 і більше), то атоми прагнуть прийняти електрони, що характерно для неметалічних елементів.

Атоми більшості неметалічних елементів можуть також і віддавати електрони, але головна відмінність: **атоми металічних елементів здатні лише віддавати електрони, а неметалічних — і віддавати, і приймати.**

Розгляньмо лужний елемент Натрій — елемент 1-ї групи. Проста речовина, утворена Натрієм,— активний метал. Висока хімічна активність натрію пояснюється наявністю в його атомах на зовнішньому рівні єдиного електрона, який він легко віддає у хімічних реакціях. Утрачаючи цей електрон, атом Натрію перетворюється на катіон Na^+, електронна будова якого така сама, як в атомів інертного елемента Неону:



Йони Na^+ містяться в складі всіх сполук Натрію, зокрема соди й кухонної солі. На відміну від атомів Натрію, йони Натрію хімічно стабільні й майже не шкідливі для організму (мал. 27.1).



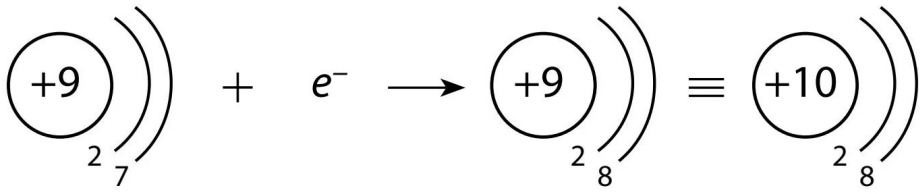
Мал. 27.1. Лужні метали — літій, натрій, калій (зображені ліворуч на кожному склі) — складаються з атомів відповідних металічних елементів і є м'якими та блискучими речовинами з високою реакційною здатністю. Йони цих лужних елементів, що містяться в складі хлоридів (зображені праворуч), є хімічно стабільними

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

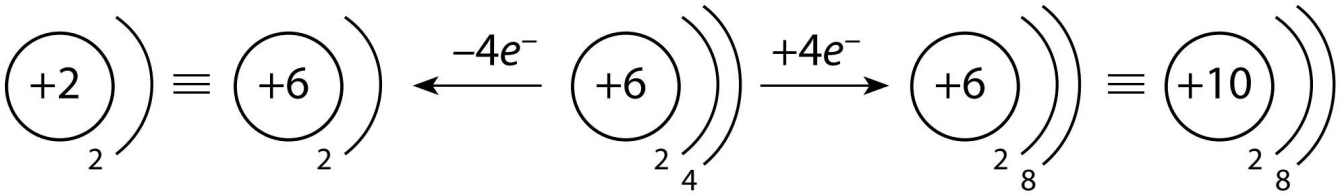
Увесь Натрій, що міститься в організмі людини (близько 90 г), перебуває саме у вигляді йонів.

Розгляньмо галоген Флуор — елемент 17-ї групи. Проста речовина, утворена Флуором,— активний неметал. Висока хімічна активність фтору пояснюється тим, що в його атомах на зовнішньому рівні є сім електронів. До його завершення бракує лише одного електрона, тому для Флуору характерним є процес приєднання електрона. Так, атом Флуору, приєднуючи один електрон, перетворюється на аніон F^-, що має електронну будову, як в атомів інертного елемента Неону:



F F^- Ne

Розгляньмо Карбон — елемент 14-ї групи. Його атоми на зовнішньому рівні містять по чотири електрони. Вони можуть набути електронної будови атомів Гелію, віддавши чотири електрони, або атомів Неону, прийнявши чотири електрони:



He C^{+4} C C^{-4} Ne

Отже, Карбон може виявляти як металічні, так і неметалічні властивості. Але Карбон відносять до неметалічних елементів, оскільки головна ознака неметалічних елементів — це здатність приєднувати електрони, і вона переважає над здатністю їх віддавати.

В атомів хімічних елементів 3–12 груп на зовнішньому енергетичному рівні переважно є по два електрони. Тому всі ці елементи є металічними, як і всі хімічні елементи родин лантаноїдів й актиноїдів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

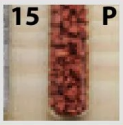
Зміна металічних і неметалічних властивостей хімічних елементів і простих речовин

У різних хімічних елементів — металічних або неметалічних — різна хімічна активність. Це також зумовлене числом електронів на зовнішньому енергетичному рівні їхніх атомів.

Атомам елементів 1-ї групи потрібно віддати один електрон, а 2-ї групи — два електрони. Один електрон віддати легше, ніж два. Отже, що більше електронів на зовнішньому рівні, тим атомам складніше їх віддавати. Саме тому зі збільшенням числа електронів на зовнішньому рівні (у періодах) металічні властивості елементів послаблюються.

Що більше електронів бракує атому до завершення енергетичного рівня, тим важче їх приєднувати. Тому чим менше електронів на зовнішньому шарі, тим слабшими є неметалічні властивості елементів.

У періоді зі збільшенням порядкового номера металічні властивості елементів і утворених ними простих речовин послаблюються, а неметалічні — посилюються (мал. 27.2).

Група	1	2	13	14	15	16	17
Число електронів на зовнішньому рівні	1	2	3	4	5	6	7
3-й період	 11 Na	 12 Mg	 13 Al	 14 Si	 15 P	 16 S	 17 Cl
Властивості хімічного елемента	Металічний	Металічний	Металічний	Напівметалічний	Неметалічний	Неметалічний	Неметаліч-ний
Властивості простої речовини	Дуже активний метал	Активний метал	Метал	Неметал	Неметал	Неметал	Активний неметал

Металічні властивості послаблюються, неметалічні — посилюються

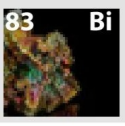
Мал. 27.2. Зміна властивостей хімічних елементів 3-го періоду й утворених ними простих речовин

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

В елементів однієї групи на зовнішньому енергетичному рівні є однакове число електронів. Наприклад, у лужних елементів в усіх атомів по одному електрону, але вони розташовані на різних енергетичних рівнях: в атомів Літію — на другому, Натрію — на третьому тощо. Що далі від ядра розташовані зовнішні електрони, тим слабше вони притягуються до нього. Тому атоми Натрію втрачають електрони легше, ніж атоми Літію, унаслідок чого натрій більш хімічно активний, ніж літій.

Зі збільшенням числа енергетичних рівнів зовнішні електрони легше втрачати, тому металічні властивості в групах посилюються. Разом із цим неметалічні властивості елементів у групах зі збільшенням розміру атомів послаблюються. Металічні властивості елементів однієї групи найсильніше виражені в елементів із найбільшим порядковим номером, а неметалічні — в елементів із найменшим порядковим номером (мал. 27.3).

Номер зовнішнього енергетичного рівня	Група 15	Властивості хімічного елемента	Властивості простої речовини
2		Неметалічний	Неметал
3		Неметалічний	Неметал
4		Неметалічний (напівметалічний)	Неметал
5		Неметалічний (напівметалічний)	Напівметал (із металічним блиском)
6		Металічний	Метал

Неметалічні властивості послаблюються, металічні — посилюються

Мал. 27.3. Зміна властивостей хімічних елементів 15-ї групи й утворених ними простих речовин

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Зі збільшенням порядкового номера:

- у періодах металічні властивості послаблюються, а неметалічні — посилюються;
- у групах металічні властивості посилюються, а неметалічні — послаблюються

З-поміж усіх хімічних елементів найсильніше металічні властивості виражені у Францію (оскільки Францій у природі не трапляється, а добутий штучно, то з-поміж існуючих елементів — у Цезію). А найсильніші неметалічні властивості — у Флуору.

Робота з інформацією

336. Чим зумовлені металічні та неметалічні властивості хімічних елементів?

337. Чому атоми приймають або віддають електрони в хімічних реакціях?

338. Як змінюється сила притягання електронів зовнішнього енергетичного рівня до ядра в періоді й у групі?

339. Як змінюються металічні й неметалічні властивості елементів у групах і періодах Періодичної таблиці зі збільшенням порядкового номера? Чим можна пояснити такі зміни?

340. Скільки протонів і електронів містить: а) атом Алюмінію; б) йон Al^{3+}?

341. Атом якого хімічного елемента містить стільки ж електронів, скільки їх у йоні Na^{+}?

342. Порівняйте електронну будову йонів S^{2-}, Cl^{-}, K^{+}, Ca^{2+} із будовою атома Аргону.

343. Скільки електронів бракує до завершення зовнішнього енергетичного рівня атомам: а) Оксигену; б) Хлору; в) Силіцію?

344. Йон певного хімічного елемента E^{2+} має таку саму електронну будову, як і атом Неону. Визначте цей елемент.

345. За Періодичною таблицею визначте число електронів, яке максимально може віддавати та приєднувати в хімічних реакціях атом Фосфору.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

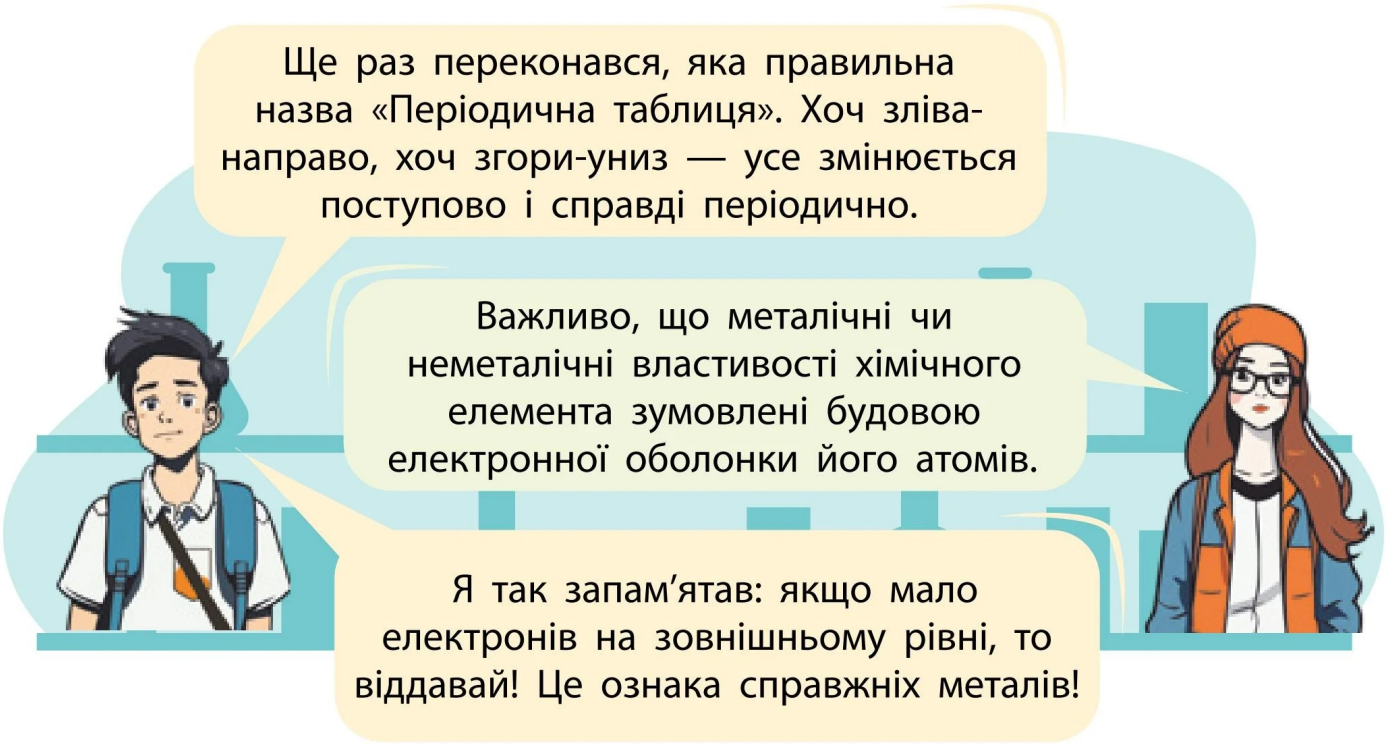
issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

346. Чому істотно відрізняються за властивостями хімічні елементи 1-ї та 17-ї груп? Поясніть відповідь із погляду будови їхніх електронних оболонок.

347. У чому полягає відмінність електронної оболонки йона Натрію від електронних оболонок: а) атома Натрію; б) атома Неону; в) йона K^+?

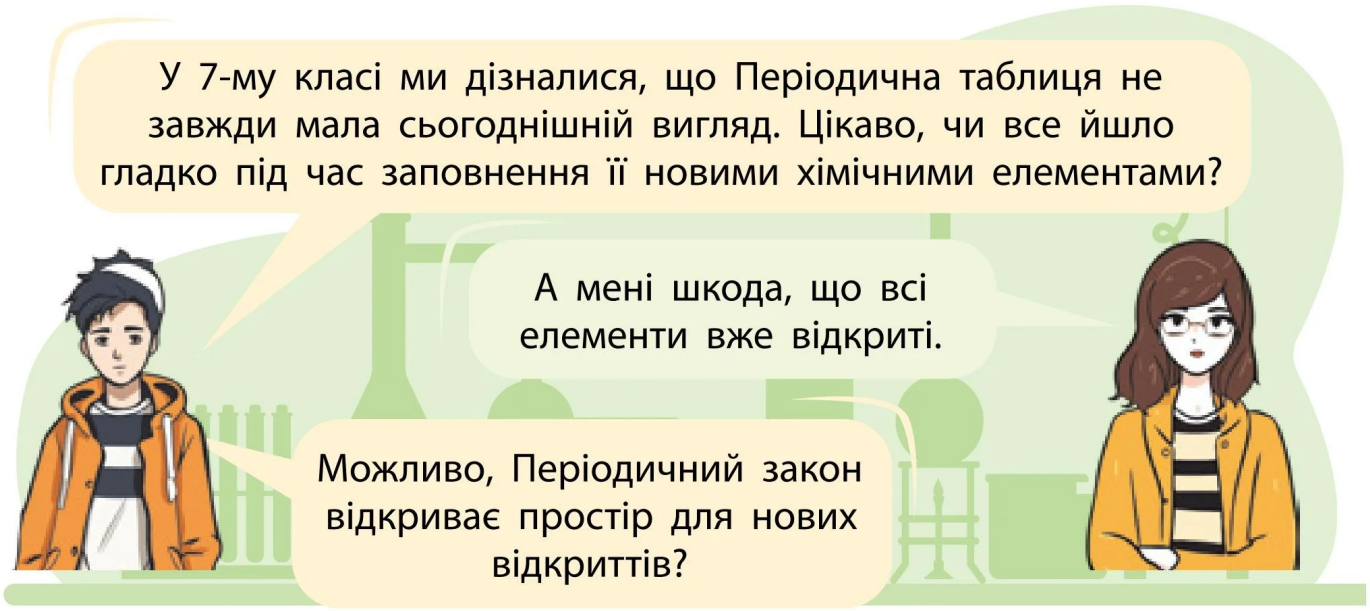
348. Чому хімічні елементи Флуор і Хлор мають подібні властивості?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 28. ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН



Відкриття Періодичного закону

Від початку XIX століття розпочали класифікувати хімічні елементи за різними ознаками. Варто згадати тріади Йогана Дебереінера, октави Джона Ньюлендса й таблицю Лотара Мейєра. Найбільш удалою класифікацією стала Періодична система

Таблиця 8. Властивості хімічних елементів та властивості їхніх сполук

Ознака	Ряд хімічних							
	Li	**Be**	**B**	**C**	**N**	**O**	**F**	**Ne**
Відносна атомна маса	7	9	11	12	14	16	19	20
Порядковий номер	3	4	5	6	7	8	9	10
Властивості простої речовини	М	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Формула вищого оксиду	Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5	—	—	—
Хімічний характер вищого оксиду	О	А	К	К	К	—	—	—
Період	Другий							

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Дмитра Менделєєва, яка стала підґрунтям для формулювання Періодичного закону.

За основу систематизації хімічних елементів Дмитро Менделєєв обрав відносну атомну масу, вважаючи, що вона є головною характеристикою хімічного елемента: вона не змінюється у разі утворення елементом простої або складної речовини. Розташувавши в ряд символи всіх відомих на той час хімічних елементів у порядку зростання відносної атомної маси, він помітив, що елементи з подібними властивостями (наприклад, лужні елементи) не з'являються безпосередньо один за одним, а періодично (регулярно) повторюються. Виявилося, що так само закономірно (через певний інтервал) повторюються хімічні властивості сполук елементів.

Проаналізуймо, які закономірності можна виявити в разі розташування елементів у ряд (табл. 8).

У ряду елементів, що наведені в таблиці 8, чітко простежується періодична зміна ознак. Так, Літій утворює просту речовину метал (лужний метал). Поступово властивості простих речовин змінюються на неметалічні. Також поступово змінюється хімічний характер оксиду. Літій оксид є основ́ним, а нітроген(V) оксид — кислотним (Оксиген, Флуор і Неон не утворюють оксидів).

Далі ця послідовність у зміні властивостей різко обривається. З'являється елемент Натрій, який за своїми властивостями

залежно від атомних мас

елементів							
Na	**Mg**	**Al**	**Si**	**P**	**S**	**Cl**	**Ar**
23	24	27	28	31	32	35,5	40
11	12	13	14	15	16	17	18
М	М	М	Н	Н	Н	Н	Н
Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7	—
О	О	А	К	К	К	К	—
Третій							

Умовні позначення:

М — метал;
Н — неметал;
О — основ́ний;
К — кислотний;
А — амфотерний (оксид, який виявляє як основ́ні, так і кислотні властивості)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

подібний до першого елемента ряду — Літію. У подальшому властивості елементів змінюються в такій самій послідовності, що й від Літію до Флуору. У ряду простих речовин відбувається поступова зміна: від типового металу (натрію) до типового неметалу (хлору). Спостерігається також зміна складу й характеру властивостей сполук, зокрема перехід від основного натрій оксиду до кислотного хлор(VII) оксиду.

Аналізуючи цю послідовність елементів, можна виявити, що залежність властивостей елементів і утворених ними сполук від атомної маси є періодичною. 1869 року Дмитро Менделєєв сформулював Періодичний закон.

Властивості хімічних елементів, а також утворених ними простих і складних речовин перебувають у періодичній залежності від відносних атомних мас елементів.

Розташовуючи відомі елементи за відносною атомною масою, можна помітити протиріччя між відносною атомною масою та розміщенням Аргону й Калію. Відносна атомна маса Калію дорівнює 39,1, а Аргону — 39,95. Якщо розташовувати їх за значенням відносних атомних мас, отримаємо:

Група ПС	17	18	1	2
Хімічний елемент	Cl	K	Ar	Ca
Відносна атомна маса	35,45	39,10	39,95	40,08
Характер елемента	Неметалічний	Металічний	Інертний	Металічний

Якщо ж усупереч атомним масам поміняти місцями Калій і Аргон, протиріччя зникає:

Група ПС	17	18	1	2
Хімічний елемент	Cl	Ar	K	Ca
Відносна атомна маса	35,45	39,95	39,10	40,08
Характер елемента	Неметалічний	Інертний	Металічний	Металічний

Цей парадокс із «хибним» розміщенням елементів був пояснений лише на початку XX століття після відкриття будови атома.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

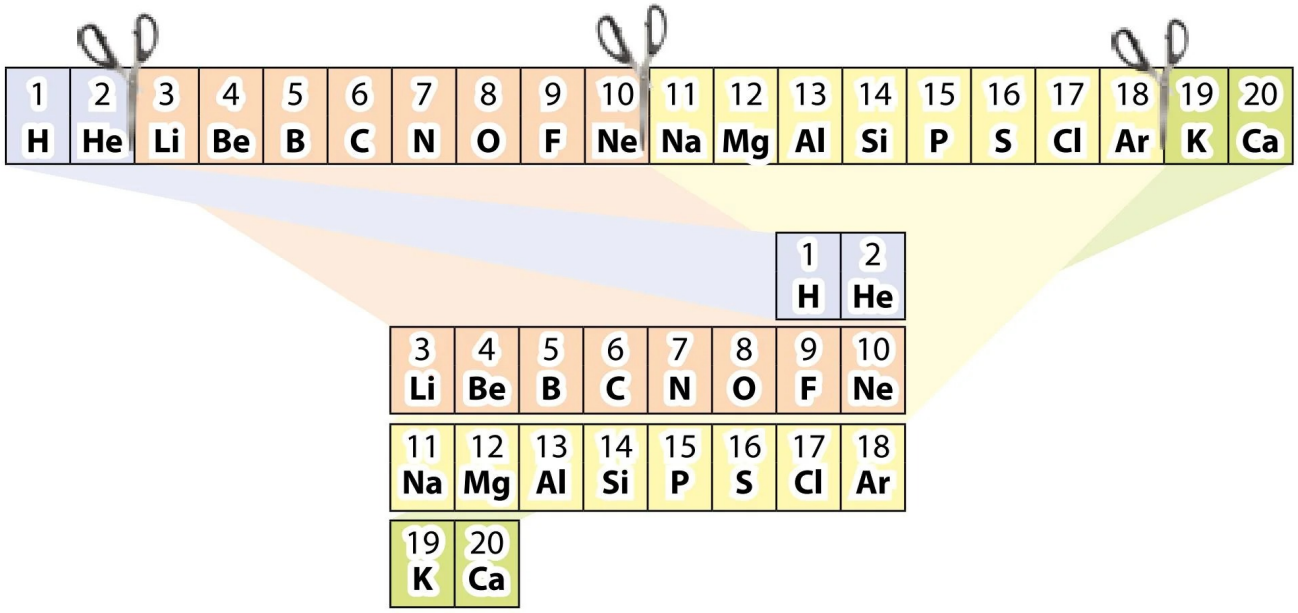
Якщо ви уважно розглянете Періодичну систему, то знайдете ще два приклади такого «виняткового» розташування хімічних елементів.

Після відкриття електронної будови атомів Періодичний закон було сформульовано інакше.

> Властивості хімічних елементів, а також утворених ними простих і складних речовин перебувають у періодичній залежності від заряду ядер їхніх атомів.

Від ряду елементів до Періодичної таблиці

Ряд хімічних елементів, розташованих за збільшенням заряду ядер атомів, можна розділити на окремі ряди. Кожен із них починається лужним елементом, а закінчується — інертним. Такі ряди називають *періодами*. Періоди, розміщені один під одним, утворюють уже знайому вам Періодичну таблицю хімічних елементів (мал. 28.1).



Мал. 28.1. Перші 20 елементів розміщені в ряд за збільшенням зарядів ядер атомів. У Періодичній таблиці елементи з подібними властивостями розташовують один під одним

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Ряд хімічних елементів, розташованих у порядку зростання зарядів ядер атомів, що починається з Гідрогену або лужного металічного елемента й закінчується інертним елементом, називають **періодом**.

Властивості хімічних елементів, а також властивості утворених ними простих речовин і сполук зі збільшенням порядкового номеру в періоді поступово змінюються.

Перший період містить лише два елементи, другий і третій — по вісім. Ці періоди називають *малими*. У них від Гідрогену або лужного металічного елемента до інертного доволі різко змінюється металічний і неметалічний характер елементів.

Четвертий і наступні періоди містять по 18 і більше елементів, тому їх називають *великими*.

У великих періодах також поступово змінюються властивості, але значно повільніше: властивості сусідніх елементів у великих періодах відрізняються значно менше, ніж у сусідніх елементів малих періодів.

Короткий і довгий варіанти графічного представлення Періодичної системи

Ґрунтуючись на Періодичному законі, Дмитро Менделєєв створив класифікацію хімічних елементів, яку називають Періодичною системою. Зазвичай її подають у вигляді таблиці.

За рекомендаціями IUPAC майже в усьому світі використовують довгий варіант: у ньому хімічні елементи одного періоду розміщені в один ряд, а лантаноїди й актиноїди — окремим рядами. Саме цей варіант подано на першому форзаці підручника.

В Україні часто використовують короткий варіант Періодичної таблиці. У ньому великі періоди розбито на два рядки.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Періодична таблиця хімічних елементів (короткий варіант)

Групи / Періоди	А I Б	А II Б	А III Б	А IV Б	А V Б	А VI Б	А VII Б	А VIII Б
1	**H** 1 · 1,0079 · $1s^1$ · 2,20 · Гідроген · Водень						(H)	**He** 2 · 4,0026 · $1s^2$ · — · Гелій
2	**Li** 3 · 6,941 · $2s^1$ · 0,98 · Літій	**Be** 4 · 9,012 · $2s^2$ · 1,57 · Берилій	**B** 5 · 10,81 · $2s^22p^1$ · 2,04 · Бор	**C** 6 · 12,011 · $2s^22p^2$ · 2,55 · Карбон · Вуглець	**N** 7 · 14,0067 · $2s^22p^3$ · 3,04 · Нітроген · Азот	**O** 8 · 15,999 · $2s^22p^4$ · 3,44 · Оксиген · Кисень	**F** 9 · 18,998 · $2s^22p^5$ · 3,98 · Флуор · Фтор	**Ne** 10 · 20,180 · $2s^22p^6$ · — · Неон
3	**Na** 11 · 22,990 · $3s^1$ · 0,93 · Натрій	**Mg** 12 · 24,305 · $3s^2$ · 1,31 · Магній	**Al** 13 · 26,982 · $3s^23p^1$ · 1,61 · Алюміній	**Si** 14 · 28,086 · $3s^23p^2$ · 1,90 · Силіцій	**P** 15 · 30,974 · $3s^23p^3$ · 2,19 · Фосфор	**S** 16 · 32,06 · $3s^23p^4$ · 2,58 · Сульфур · Сірка	**Cl** 17 · 35,453 · $3s^23p^5$ · 3,16 · Хлор	**Ar** 18 · 39,948 · $3s^23p^6$ · — · Аргон
4	**K** 19 · 39,098 · $4s^1$ · 0,82 · Калій	**Ca** 20 · 40,078 · $4s^2$ · 1,00 · Кальцій	**Sc** 21 · 44,956 · $3d^14s^2$ · 1,36 · Скандій	**Ti** 22 · 47,867 · $3d^24s^2$ · 1,54 · Титан	**V** 23 · 50,942 · $3d^34s^2$ · 1,63 · Ванадій	**Cr** 24 · 51,996 · $3d^54s^1$ · 1,66 · Хром	**Mn** 25 · 54,938 · $3d^54s^2$ · 1,55 · Манган	**Fe** 26 · 55,845 · $3d^64s^2$ · 1,83 · Ферум · Залізо; **Co** 27 · 58,933 · $3d^74s^2$ · 1,88 · Кобальт; **Ni** 28 · 58,693 · $3d^84s^2$ · 1,91 · Нікол · Нікель
	Cu 29 · 63,546 · $3d^{10}4s^1$ · 1,90 · Купрум · Мідь	**Zn** 30 · 65,38 · $3d^{10}4s^2$ · 1,65 · Цинк	**Ga** 31 · 69,72 · $4s^24p^1$ · 1,81 · Галій	**Ge** 32 · 72,63 · $4s^24p^2$ · 2,01 · Германій	**As** 33 · 74,922 · $4s^24p^3$ · 2,18 · Арсен	**Se** 34 · 78,96 · $4s^24p^4$ · 2,55 · Селен	**Br** 35 · 79,904 · $4s^24p^5$ · 2,96 · Бром	**Kr** 36 · 83,798 · $4s^24p^6$ · 3,00 · Криптон
5	**Rb** 37 · 85,468 · $5s^1$ · 0,82 · Рубідій	**Sr** 38 · 87,62 · $5s^2$ · 0,95 · Стронцій	**Y** 39 · 88,906 · $4d^15s^2$ · 1,22 · Ітрій	**Zr** 40 · 91,22 · $4d^25s^2$ · 1,33 · Цирконій	**Nb** 41 · 92,906 · $4d^45s^1$ · 1,60 · Ніобій	**Mo** 42 · 95,96 · $4d^55s^1$ · 2,16 · Молібден	**Tc** 43 · [97,91] · $4d^55s^2$ · 1,90 · Технецій	**Ru** 44 · 101,07 · $4d^75s^1$ · 2,20 · Рутеній; **Rh** 45 · 102,905 · $4d^85s^1$ · 2,28 · Родій; **Pd** 46 · 106,4 · $4d^{10}$ · 2,20 · Паладій
	Ag 47 · 107,868 · $4d^{10}5s^1$ · 1,93 · Аргентум · Срібло	**Cd** 48 · 112,41 · $4d^{10}5s^2$ · 1,69 · Кадмій	**In** 49 · 114,82 · $5s^25p^1$ · 1,78 · Індій	**Sn** 50 · 118,71 · $5s^25p^2$ · 1,96 · Станум · Олово	**Sb** 51 · 121,75 · $5s^25p^3$ · 2,05 · Стибій	**Te** 52 · 127,60 · $5s^25p^4$ · 2,10 · Телур	**I** 53 · 126,904 · $5s^25p^5$ · 2,66 · Йод	**Xe** 54 · 131,29 · $5s^25p^6$ · 2,60 · Ксенон
6	**Cs** 55 · 132,905 · $6s^1$ · 0,79 · Цезій	**Ba** 56 · 137,34 · $6s^2$ · 0,89 · Барій	***La** 57 · 138,905 · $5d^16s^2$ · 1,10 · Лантан	**Hf** 72 · 178,49 · $5d^26s^2$ · 1,30 · Гафній	**Ta** 73 · 180,948 · $5d^36s^2$ · 1,50 · Тантал	**W** 74 · 183,84 · $5d^46s^2$ · 2,36 · Вольфрам	**Re** 75 · 186,207 · $5d^56s^2$ · 1,90 · Реній	**Os** 76 · 190,23 · $5d^66s^2$ · 2,20 · Осмій; **Ir** 77 · 192,22 · $5d^76s^2$ · 2,20 · Іридій; **Pt** 78 · 195,08 · $5d^96s^1$ · 2,28 · Платина
	Au 79 · 196,967 · $5d^{10}6s^1$ · 2,54 · Аурум · Золото	**Hg** 80 · 200,59 · $5d^{10}6s^2$ · 2,00 · Меркурій · Ртуть	**Tl** 81 · 204,38 · $6s^26p^1$ · 1,62 · Талій	**Pb** 82 · 207,2 · $6s^26p^2$ · 2,33 · Плюмбум · Свинець	**Bi** 83 · 208,980 · $6s^26p^3$ · 2,02 · Бісмут	**Po** 84 · [208,98] · $6s^26p^4$ · 2,00 · Полоній	**At** 85 · [209,99] · $6s^26p^5$ · 2,20 · Астат	**Rn** 86 · [222,02] · $6s^26p^6$ · — · Радон
7	**Fr** 87 · [223,02] · $7s^1$ · 0,70 · Францій	**Ra** 88 · [226,03] · $7s^2$ · 0,90 · Радій	****Ac** 89 · [227,03] · $6d^17s^2$ · Актиній · 1,10	**Rf** 104 · [267,12] · $6d^27s^2$ · Резерфордій · —	**Db** 105 · [270,13] · $6d^37s^2$ · Дубній · —	**Sg** 106 · [269,13] · $6d^47s^2$ · Сіборгій · —	**Bh** 107 · [270,13] · $6d^57s^2$ · Борій · —	**Hs** 108 · [269,13] · $6d^67s^2$ · Гассій · —; **Mt** 109 · [278,16] · $6d^77s^2$ · Майтнерій · —; **Ds** 110 · [281,16] · $6d^87s^1$ · Дармштадтій · —
	Rg 111 · [281,17] · $6d^{10}7s^1$ · Рентгеній · —	**Cn** 112 · [285,17] · $6d^{10}7s^2$ · Коперніцій · —	**Nh** 113 · [286,18] · $7s^27p^1$ · — · Ніхоній	**Fl** 114 · [289,19] · $7s^27p^2$ · — · Флеровій	**Mc** 115 · [288,19] · $7s^27p^3$ · — · Московій	**Lv** 116 · [293,2] · $7s^27p^4$ · — · Ліверморій	**Ts** 117 · [293,21] · $7s^27p^5$ · — · Теннессін	**Og** 118 · [294,21] · $7s^27p^6$ · — · Оганессон
Вищі оксиди	R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4
Леткі сполуки з Гідрогеном				RH_4	RH_3	H_2R	HR	



***Лантаноїди**

58 · 140,12 · $4f^15d^16s^2$ · **Ce** · Церій · 1,12	59 · 140,91 · $4f^36s^2$ · **Pr** · Празеодим · 1,13	60 · 144,24 · $4f^46s^2$ · **Nd** · Неодим · 1,14	61 · [144,91] · $4f^56s^2$ · **Pm** · Прометій · —	62 · 150,36 · $4f^66s^2$ · **Sm** · Самарій · 1,17	63 · 151,96 · $4f^76s^2$ · **Eu** · Європій · —	64 · 157,25 · $4f^75d^16s^2$ · **Gd** · Гадоліній · 1,20	65 · 158,93 · $4f^96s^2$ · **Tb** · Тербій · —	66 · 162,50 · $4f^{10}6s^2$ · **Dy** · Диспрозій · 1,22	67 · 164,93 · $4f^{11}6s^2$ · **Ho** · Гольмій · 1,23	68 · 167,26 · $4f^{12}6s^2$ · **Er** · Ербій · 1,24	69 · 168,93 · $4f^{13}6s^2$ · **Tm** · Тулій · 1,25	70 · 173,05 · $4f^{14}6s^2$ · **Yb** · Ітербій · —	71 · 174,97 · $4f^{14}5d^16s^2$ · **Lu** · Лютецій · 1,27

****Актиноїди**

90 · 232,04 · $6d^27s^2$ · **Th** · Торій · 1,30	91 · 231,04 · $5f^26d^17s^2$ · **Pa** · Протактиній · 1,50	92 · 238,03 · $5f^36d^17s^2$ · **U** · Уран · 1,38	93 · [237,05] · $5f^46d^17s^2$ · **Np** · Нептуній · 1,36	94 · [244,06] · $5f^67s^2$ · **Pu** · Плутоній · 1,28	95 · [243,06] · $5f^77s^2$ · **Am** · Америцій · 1,30	96 · [247,07] · $5f^76d^17s^2$ · **Cm** · Кюрій · 1,30	97 · [247,07] · $5f^96d^17s^2$ · **Bk** · Берклій · 1,30	98 · [251,08] · $5f^{10}7s^2$ · **Cf** · Каліфорній · 1,30	99 · [252,08] · $5f^{11}7s^2$ · **Es** · Ейнштейній · 1,30	100 · [257,10] · $5f^{12}7s^2$ · **Fm** · Фермій · 1,30	101 · [258,10] · $5f^{13}7s^2$ · **Md** · Менделевій · 1,30	102 · [259,10] · $5f^{14}7s^2$ · **No** · Нобелій · 1,30	103 · [262,11] · $5f^{14}6d^17s^2$ · **Lr** · Лоуренсій · —

Значення Періодичного закону

Відкриття Періодичного закону та створення Періодичної системи хімічних елементів — найбільше досягнення фундаментальної науки XIX століття.

Закон — це вища форма організації знань. Закон має не лише пояснювати виявлені факти, але й передбачати нові відкриття.

На момент відкриття Періодичного закону було відомо 63 хімічні елементи, але він дав змогу передбачити існування невідомих на той час елементів.

Так, Дмитро Менделєєв припустив, що між Цинком і Арсеном мають бути розташовані ще два поки не відомі елементи: перший за властивостями має бути подібним до Алюмінію,

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

а другий — до Силіцію. Він назвав їх Екаалюмінієм (тобто «подібний до Алюмінію») і Екасиліцієм («подібний до Силіцію»).

Згодом ці невідомі хімічні елементи було відкрито, причому властивості нових відкритих елементів — Галію і Германію відповідно — практично збігалися з передбаченими (табл. 9). Це підтвердило правильність Періодичного закону.

Таблиця 9. Передбачені й експериментально виявлені властивості Германію

Характеристика елемента й утворених ним речовин	Екасиліцій, передбачений Д. Менделєєвим 1871 року	Германій, відкритий К. Вінклером 1886 року
Відносна атомна маса	Близько 72	72,6
Властивості простої речовини	Сірий тугоплавкий метал, густина — бл. 5,5 г/см^3	Сірий тугоплавкий метал, густина — 5,35 г/см^3
Характеристика оксиду	Формула оксиду — EO_2, густина — бл. 4,7 г/см^3, оксид має помірно легко відновлюватися до металу	Формула оксиду — GeO_2, густина — 4,7 г/см^3, оксид відновлюється до металу під час нагрівання в струмені водню
Характеристика хлориду	Хлорид ECl_4 має бути рідиною з температурою кипіння бл. 90 °С і густиною бл. 1,9 г/см^3	Германій хлорид $GeCl_4$ є рідиною з температурою кипіння 83 °С і густиною 1,887 г/см^3

Періодичний закон відкрив шлях до вивчення будови атома. Ґрунтуючись на Періодичному законі, науковці й науковиці змогли одержувати речовини з наперед заданими властивостями, відкривати й синтезувати раніше не відомі хімічні елементи.

Періодичний закон дав змогу висувати й доводити гіпотези про народження й перетворення хімічних елементів у Всесвіті.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Робота з інформацією

349. Знайдіть у Періодичній таблиці елементи, розміщені не за збільшенням їхньої відносної атомної маси. Які протиріччя з'являться, якщо їх розташувати згідно з їхніми атомними масами?

350. Як змінюється характер оксидів елементів у періоді? Проілюструйте властивості оксидів Літію та Карбону рівняннями реакцій із водою. Які властивості характерні для продуктів реакцій?

351. Який хімічний елемент за властивостями подібний до Силіцію: а) Алюміній; б) Фосфор; в) Германій; г) Титан? Відповідь поясніть.

352. У якого елемента сильніше виражені металічні (або неметалічні) властивості: а) у Бору чи Алюмінію; б) в Арсену чи Нітрогену; в) в Арсену чи Стибію? Відповіді обґрунтуйте.

353. Порядкові номери хімічних елементів **А**, **Б**, і **В** дорівнюють відповідно n, $n + 2$, $n + 4$.

- Якщо хімічний елемент **А** — найлегший галоген, то яким хімічним елементом буде **Б**?
- Якщо хімічний елемент **В** — інертний, а **Б** — металічний, то яким хімічним елементом є **А**?
- Якщо хімічні елементи **А** і **Б** належать до однієї групи, то яким хімічним елементом є **В**?
- Чи можуть прості речовини, утворені **А**, **Б** і **В**, за звичайних умов бути газами?

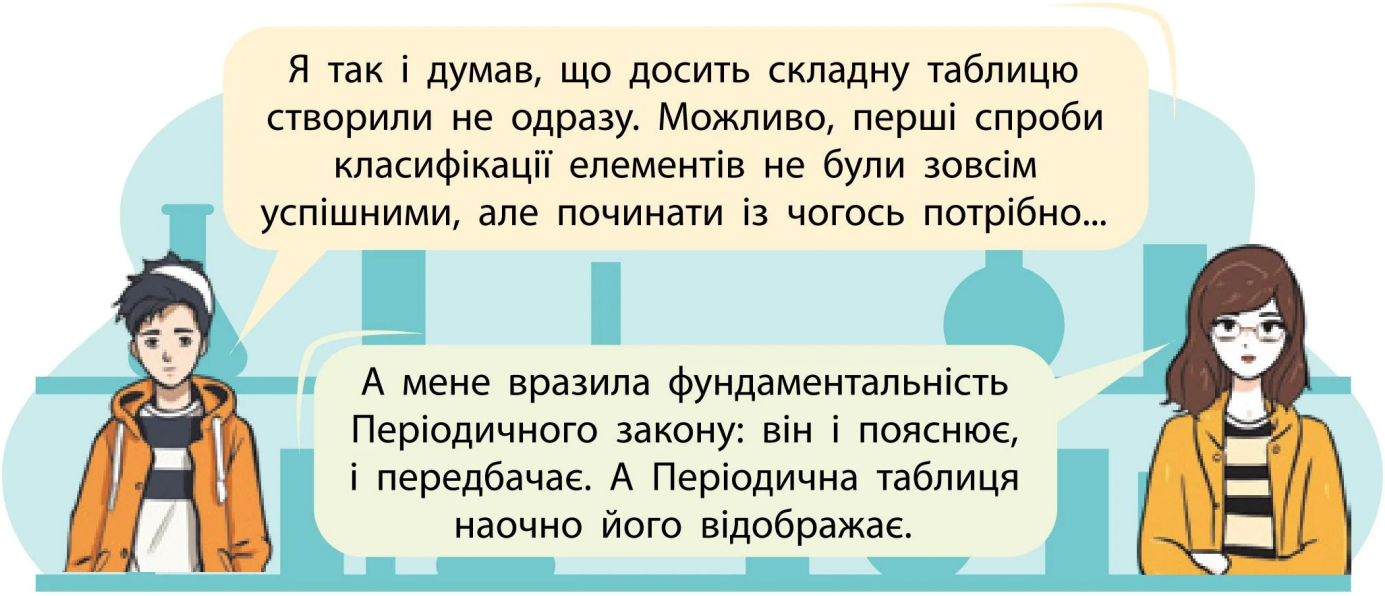
354. Елементи **А** і **Б** належать до 2-ї групи, а елемент **В** — до 17-ї групи. Сполука елементів **А** і **В** розчинна у воді, а сполука елементів **Б** і **В** має білий колір і нерозчинна у воді. Якими елементами можуть бути **А**, **Б** і **В**?

355. Визначте в Періодичній таблиці хімічний елемент, єдиний оксид якого має відносну молекулярну масу 40 ± 1, а заряд його йонів не більший за 4+. Доведіть, що існує лише один такий елемент.

356. Хімічний елемент, оксид якого відповідає формулі RO_3, утворює сполуку з Гідрогеном, у якому масова частка Гідрогену становить 2,47 %. Визначте цей хімічний елемент.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Самооцінювання за темою «Досліджуємо будову атома»

rnk.com.ua/110185

РЕФЛЕКСУЄМО ЩОДО ТЕМИ «ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА»

- Поверніться на початок розділу (с. 223) та прочитайте перелік того, що ви мали дізнатися. Визначте, про що ви дізналися, а про що треба пошукати інформацію.
- Поділіться своїми думками та враженнями від вивченого з однокласниками й однокласницями.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ

У ЦЬОМУ РОЗДІЛІ ВИ ДІЗНАЄТЕСЯ:

- як електрони «допомагають» атомам триматися разом;
- чим відрізняються зв'язки між різними атомами;
- чи сполучені між собою атоми в кухонній солі;
- що в кристалах є ґратки;
- чим відрізняється лід від скла;
- що спільного між кристалами цукру та сніжинками;
- як будова речовини позначається на її властивостях.

ТЕМИ ДОВГОТРИВАЛИХ ПРОЄКТІВ

1. **Визначення полярності молекул.** Підготувати моделі полярних і неполярних молекул (наприклад, H_2O, CO_2). Пояснити, як розподіл електронів упливає на полярність молекул.
2. **Дослідження різних типів хімічних зв'язків.** Підготувати моделі з прикладами різних типів зв'язків. Порівняти різні типи хімічних зв'язків (ковалентний, йонний, металічний).
3. **Кристалічні ґратки речовин.** Створити моделі різних типів кристалічних ґраток (кубічна, тетрагональна, гексагональна тощо). Пояснити, як ці структури впливають на властивості матеріалів.

СТВОРІТЬ ЛЕПБУК НА ОДНУ З ТЕМ

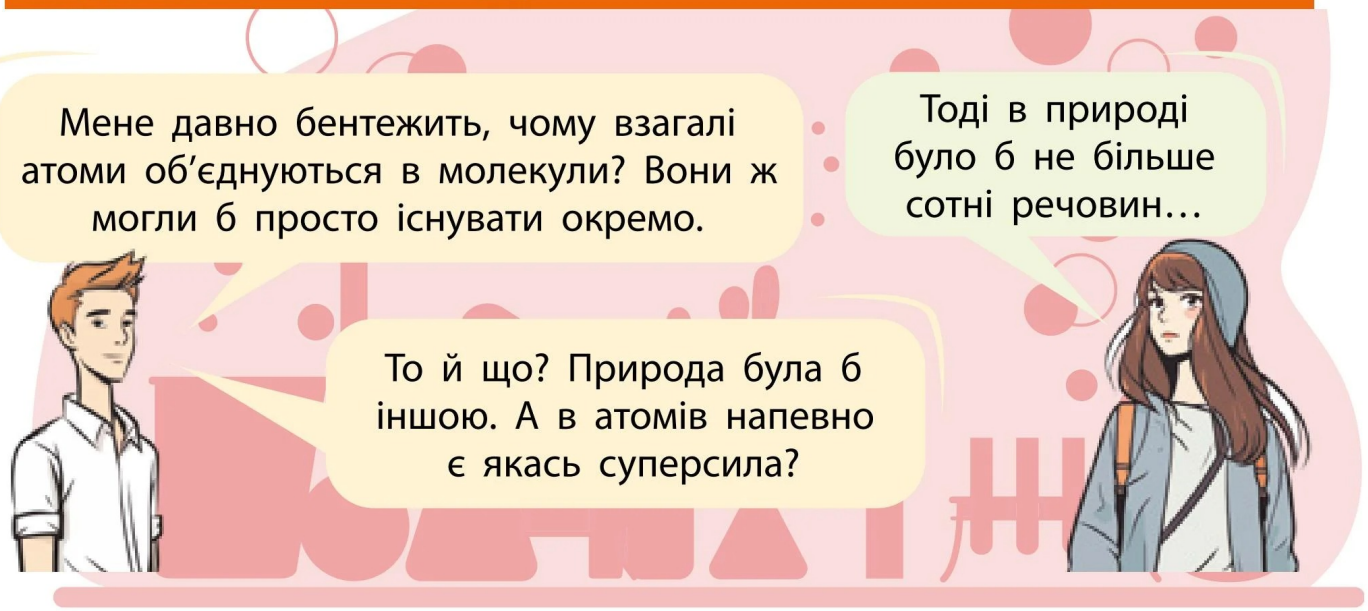
- Хімічний зв'язок.
- Кристалічні ґратки речовин.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 29. ПРИРОДА ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ

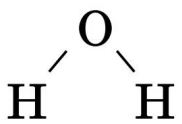


Електронна природа хімічного зв'язку

Поміркуйте

Як ви вважаєте, які частинки мають взаємодіяти одна з одною, щоб атоми сполучалися в молекули?

Майже чотириста років тому Роберт Бойль висунув першу гіпотезу про існування хімічного зв'язку. Він уявляв, що на поверхні атомів є «гачки» (як у реп'яхів), якими атоми сполучаються один з одним. Згодом було введено поняття про валентність як здатність атомів сполучатися з іншими атомами. Наприклад, атоми Гідрогену завжди одновалентні, тобто утворюють один хімічний зв'язок, а Оксигену — двовалентні. Ґрунтуючись на цьому, почали зображати *структурні формули* молекул у такий спосіб:

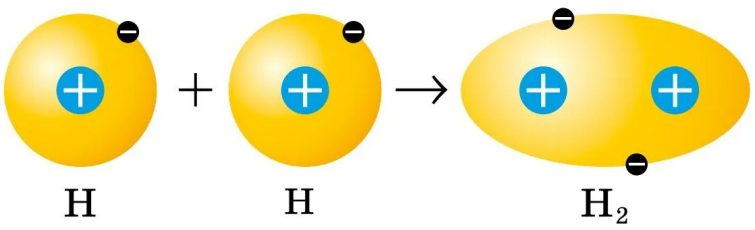
H_2	O_2	H_2O
$H-H$	$O=O$	

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

У цих формулах рисочками позначено хімічні зв'язки, що існують між атомами. Але як і за яких умов виникає зв'язок між атомами? Лише після відкриття електрона англійським фізиком Джозефом Томсоном 1897 року було висловлено припущення, що хімічні зв'язки мають електронну природу й утворюються зміщенням або перенесенням електронів від одного атома до іншого. Пізніше цю гіпотезу підтвердили експериментально.

Атом, як ви вже знаєте, складається з позитивно зарядженого ядра й негативно заряджених електронів. Найпростіший атом — атом Гідрогену — має лише один електрон, який перебуває на першому енергетичному рівні. Під час зближення двох атомів Гідрогену ядро одного з них притягує електрон іншого атома. Між атомами виникає взаємодія, і відстань між ними зменшується доти, поки взаємне притягання не врівноважиться відштовхуванням двох позитивних ядер. В утвореній молекулі водню електрони переважно перебувають у просторі між ядрами й начебто «склеюють» їх, не дають атомами розлетітися. Так між атомами Гідрогену виникає хімічний зв'язок (мал. 29.1).



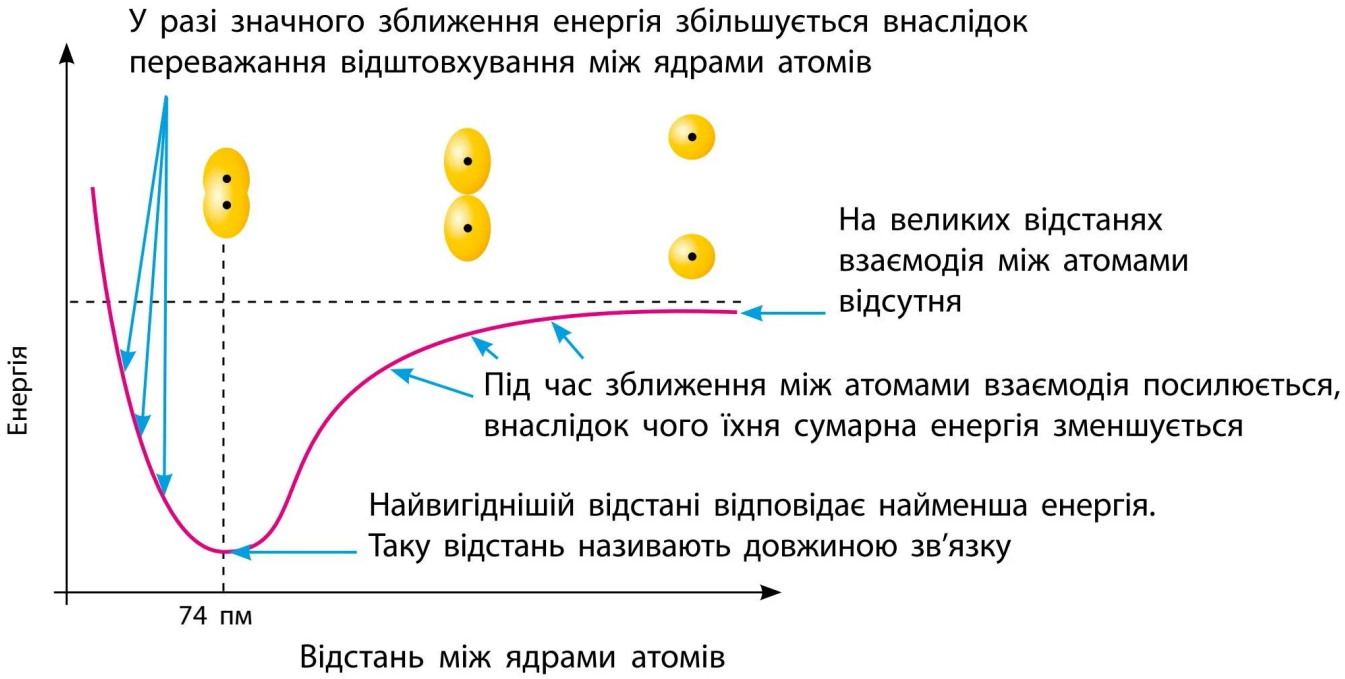
Мал. 29.1. Для утворення хімічного зв'язку електронні оболонки атомів перекриваються, а в утвореній молекулі електрони притягують ядра двох атомів

Хімічний зв'язок — це взаємодія атомів, що зумовлює стійкість багатоатомних частинок (молекул, йонів, кристалів).

Унаслідок утворення хімічного зв'язку між атомами енергія молекули нижча за енергію окремих атомів (мал. 29.2 на с. 276), а прагнення до зменшення енергії — це діюча сила будь-яких взаємодій. Зменшення енергії молекули порівняно з енергією окремих атомів — це причина утворення хімічного зв'язку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Мал. 29.2. Енергетична діаграма сумарної енергії двох атомів Гідрогену залежно від відстані між їхніми ядрами (1 пм = 10^{-12} м)

Умови виникнення хімічного зв'язку

Поміркуйте

Зважаючи на те, що вам відомо про електронну будову атомів, сформулюйте гіпотезу: атоми яких хімічних елементів прагнуть утворити зв'язок з іншими атомами, а яких — ні.

Не всі атоми можуть взаємодіяти між собою. Трапляється так, що в разі зближення деяких атомів молекула не утворюється. Наприклад, якщо два атоми Гелію наближаються один до одного, то молекула He_2 утворитися не може.

Умови виникнення хімічного зв'язку визначив американський хімік Джилберт Льюїс, який 1916 року запропонував електронну теорію хімічного зв'язку. Ця теорія ґрунтується на уявленні про те, що електронні оболонки атомів інертних елементів відзначаються особливою стійкістю, чим і пояснюється їхня хімічна інертність. Атоми всіх інших елементів під час сполу-

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

чення прагнуть змінити електронну оболонку на таку, як в атомів найближчого інертного елемента, віддаючи або приєднуючи електрони. Лише в цьому разі утворюються стійкі молекули. Це твердження називають *правилом октету Льюїса* (від лат. *окто* — вісім), оскільки атоми всіх інертних елементів (крім Гелію) містять на зовнішньому рівні по вісім електронів.

Отже, зрозуміло, чому молекула H_2 стійка, а молекули He_2 не існує. Це пов'язане з тим, що атому Гідрогену до завершення зовнішнього енергетичного рівня бракує одного електрона. Під час утворення молекули H_2 електрони двох атомів об'єднуються і електронна оболонка кожного атома стає подібною до електронної оболонки атома Гелію. А в атома Гелію зовнішній енергетичний рівень уже заповнений, тож йому не потрібні «зайві» електрони.



Джилберт Ньютон Льюїс
(1875–1946)
Засновник теорії хімічного зв'язку

Типи хімічного зв'язку

Поміркуйте

Зважаючи на те, що хімічні елементи можуть бути металічними або неметалічними, чи однакові зв'язки утворюватимуться між атомами будь-яких елементів?

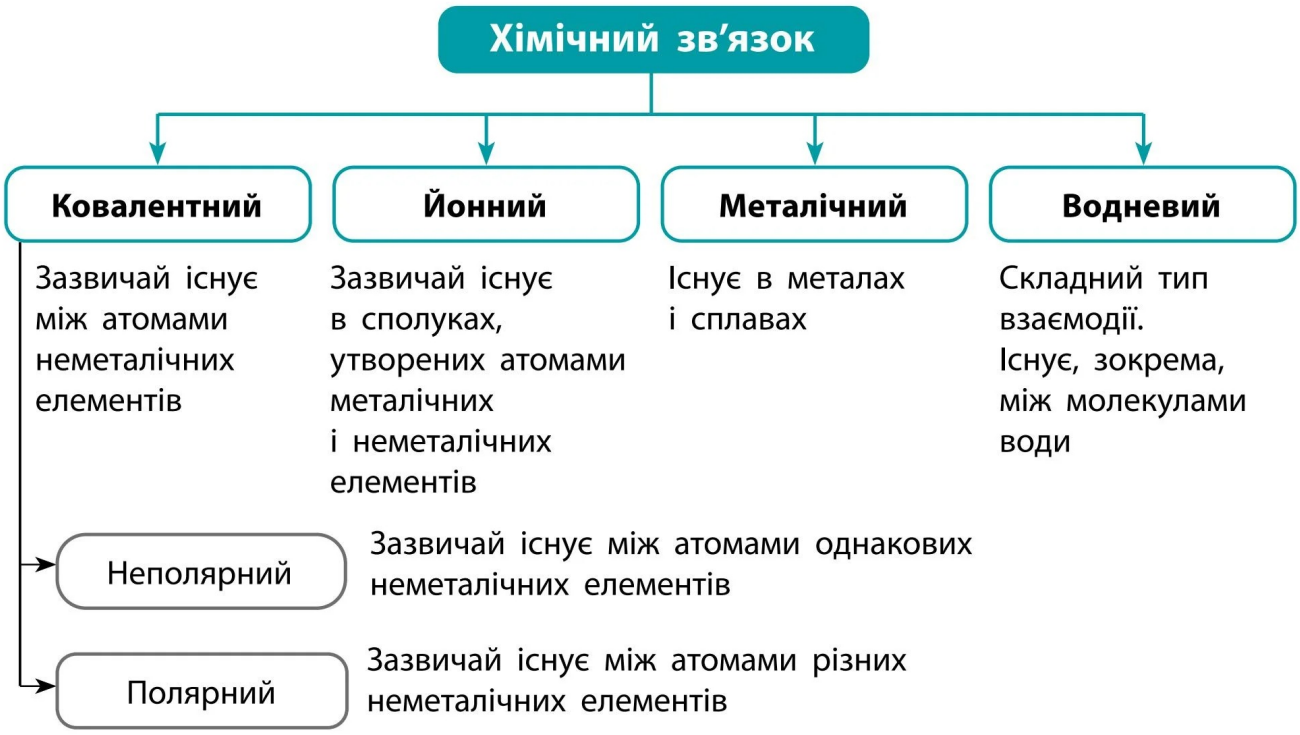
У речовинах розрізняють кілька типів хімічного зв'язку. Усі вони утворюються унаслідок усуспільнення або передачі електронів. Утім між типами зв'язку існують суттєві відмінності. Залежно від виду атомів, що сполучаються, можуть утворюватися різні типи зв'язку.

У 8-му класі ви ознайомитеся з ковалентним і йонним зв'язками, а інші вивчатимете в старших класах.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Схема 2. Типи хімічного зв'язку



Дізнайтеся більше

Перша стаття з теорії хімічного зв'язку була опублікована Дж. Льюїсом 1916 року. Сьогодні це вивчають у шкільному курсі хімії, але сучасники не оцінили революційні ідеї Дж. Льюїса. Через три роки на статтю звернув увагу відомий фізик Ірвінг Ленгмюр, який доповнив теорію Дж. Льюїса про ковалентний і йонний зв'язки. Авторитет І. Ленгмюра на той час був такий великий, що йому мимоволі була приписана слава створення теорії хімічного зв'язку. Сьогодні справедливість відновлена, і засновником цієї теорії вважають Дж. Льюїса.

Робота з інформацією

357. У додаткових джерелах знайдіть інформацію про дослідження Дж. Льюїса щодо формулювання теорії хімічного зв'язку. Підготуйте ілюстровану доповідь.

358. Скільки електронів не вистачає до октету атомам Нітрогену, Хлору, Сульфуру, Карбону, Флуору, Оксигену?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

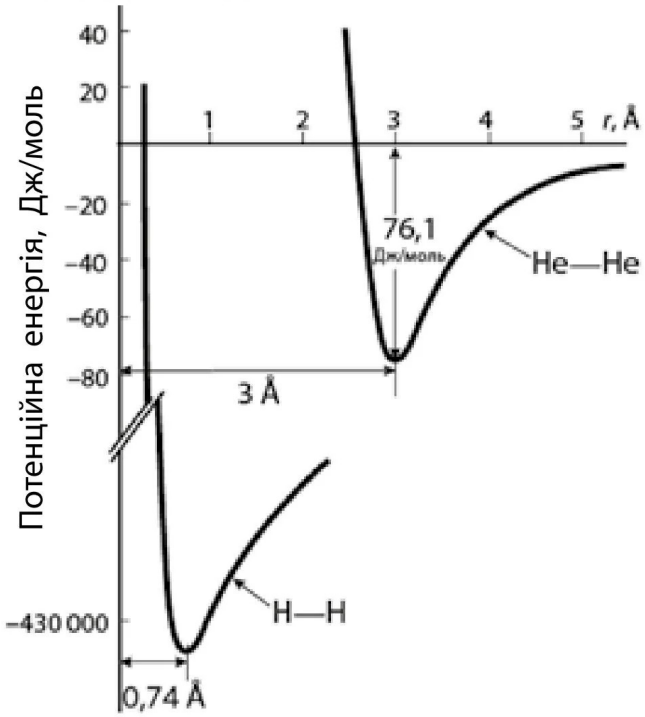
issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

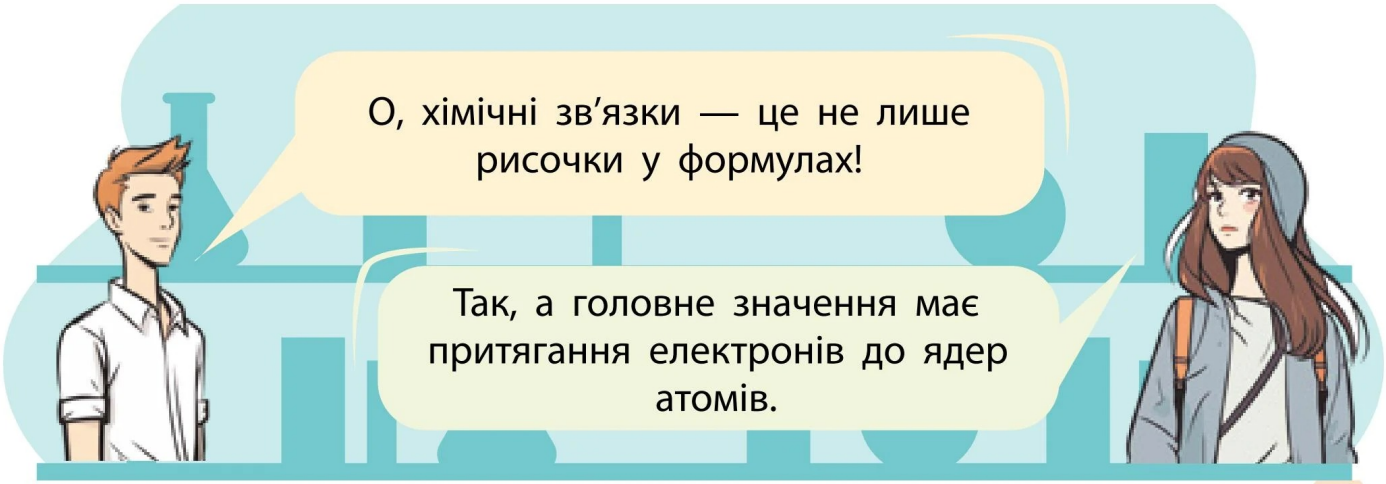
359. До електронної оболонки атомів яких інертних елементів прагнуть атоми Літію, Оксигену, Кальцію, Алюмінію, Хлору? Атоми цих елементів будуть віддавати чи приєднувати електрони під час утворення хімічних зв'язків?

360. Визначте число електронів, які можуть віддати атоми Літію, Магнію, Калію, Алюмінію, Фосфору, Хлору.

361. На уроці хімії учні й учениці за графіком аналізували притягання хімічно незв'язаних атомів Гелію та сполучених у молекулу атомів Гідрогену та зробили певні висновки. Оцініть, чи правильно вони міркують.



- Притягання між атомами Гідрогену в молекулі понад 5000 разів сильніше, ніж між атомами Гелію.
- Відстань між атомами Гідрогену в молекулі майже в 4 рази менша, ніж двома атомами Гелію.
- Точка мінімуму на графіку потенційної енергії відповідає найбільш вигідному положенню атомів.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 30. КОВАЛЕНТНИЙ ЗВ'ЯЗОК

Мені зрозуміло, що для утворення хімічного зв'язку атоми обмінюються електронами. Утім ковалентний зв'язок — це зв'язок між атомами неметалічних елементів. Як вони можуть прагнути щось забрати й водночас обмінюватися?



Це схоже на те, ніби сусіди позичають одне одному цукор або молоко...

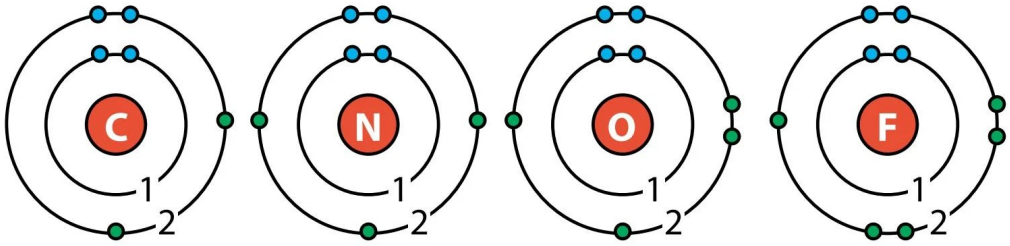


Як це працює?

Утворення ковалентного зв'язку

Поміркуйте

Проаналізуйте моделі електронних оболонок атомів.



На зовнішньому рівні цих атомів два електрони утворюють пару, а інші — неспарені. Порівняйте число неспарених електронів на зовнішньому рівні атомів із місцем хімічного елемента в Періодичній таблиці та негативним зарядом йонів, які можуть утворювати атоми цього елемента.

Ковалентний зв'язок, насамперед, може утворитися між атомами неметалічних елементів, на зовнішньому рівні яких є *неспарені електрони*.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Поміркуйте

Як може утворитися хімічний зв'язок між атомами неметалічних елементів, якщо кожен із них прагне приймати електрони?

Атоми неметалічних елементів для утворення хімічного зв'язку «прагнуть» того, щоб на їхньому зовнішньому енергетичному рівні було два або вісім (октет) електронів. Цього можна досягти кількома способами.

Один із них полягає в об'єднанні неспарених електронів у спільні електронні пари, що належать одночасно обом атомам. Такий зв'язок називають *ковалентним*.

Хімічний зв'язок, що виникає внаслідок утворення спільних електронних пар, називають **ковалентним**.

Розгляньмо утворення ковалентного зв'язку в молекулі водню.



В атомі Гідрогену на зовнішньому енергетичному рівні є один електрон

Для зображення хімічного зв'язку електрони на зовнішньому енергетичному рівні позначають крапкою або хрестиком:

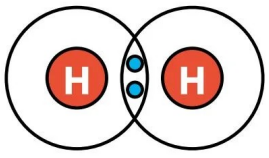
$$H\bullet \text{ або } H\times$$

Такі формули називають *електронними формулами*, або *електронно-крапковими формулами*, або *формулами Льюїса*.

Утворення молекули водню H_2 можна записати з використанням формул Льюїса:

$$H\bullet + \bullet H \rightarrow H:H$$

або



Отже, кожний атом Гідрогену віддає електрон зовнішнього рівня в «спільне користування». Так утворюється *спільна електронна пара*, що належить обом атомам Гідрогену. Кожний атом Гідрогену при цьому набуває електронної будови атома інертного

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

елемента (Гелію), тобто отримує заповнений зовнішній енергетичний рівень, що зумовлює стійкість молекули водню.

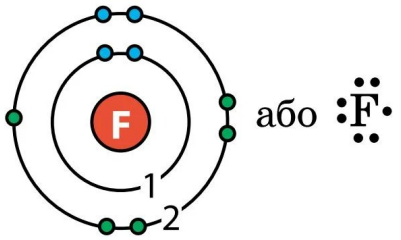
Спільну електронну пару, яка визначає хімічний зв'язок, можна позначити рискою. У такий спосіб складають *структурні формули*, наприклад, для водню:

H–H

Між атомами Гідрогену утворюється одна спільна електронна пара, тобто один хімічний зв'язок. Такий зв'язок називають *одинарним*, або *простим*.

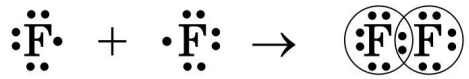
Атоми неметалічних елементів другого періоду прагнуть доповнити свою електронну оболонку до октету.

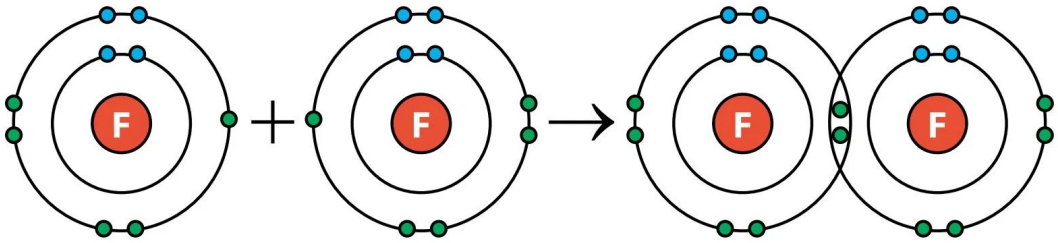
Складемо схему утворення хімічного зв'язку в молекулі фтору F_2.



В атомах Флуору на зовнішньому рівні сім електронів — три електронні пари й один неспарений електрон

До завершення зовнішнього рівня атому Флуору бракує одного електрона, тому кожний з атомів надає в «спільне користування» по одному неспареному електрону:





Атом Флуору Атом Флуору Молекула фтору F_2

У молекулі фтору F_2 атоми Флуору утворюють одну спільну електронну пару перекриванням електронних оболонок. У такий спосіб кожний з атомів має на зовнішньому рівні по вісім електронів (октет), із яких два є спільними, а шість (три пари) не беруть участі в утворенні хімічного зв'язку й належать самому атому. Ці три електронні пари називають *неподіленими*.

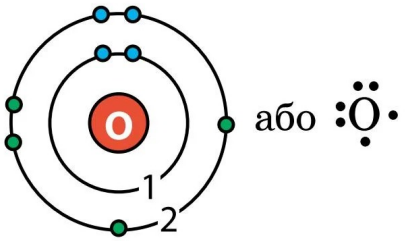
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Утворення подвійного й потрійного зв'язків

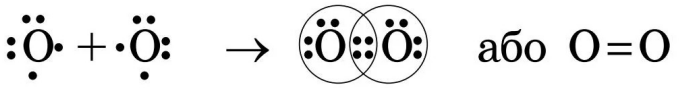
У разі взаємодії двох атомів, кожний із яких має кілька неспарених електронів, утворюються одночасно кілька спільних електронних пар.

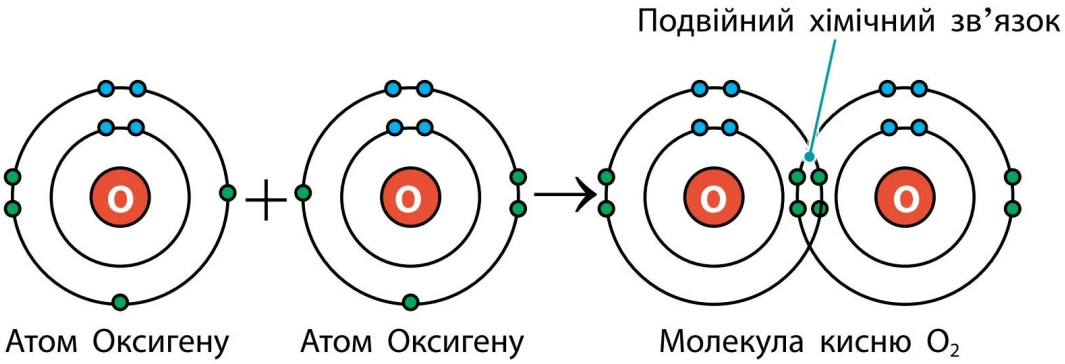
Складемо схему утворення хімічного зв'язку в молекулі кисню O_2.



В атомах Оксигену на зовнішньому рівні є шість електронів: дві електронні пари та два неспарені електрони

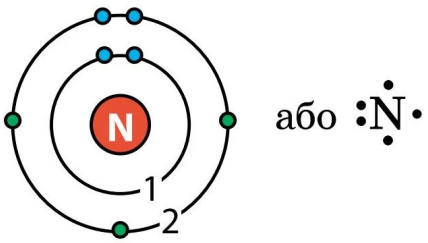
Ці неспарені електрони беруть участь в утворенні двох спільних електронних пар:





Через це кожний атом Оксигену отримує завершений зовнішній енергетичний рівень із восьми електронів (октет). Такий хімічний зв'язок називають *подвійним* і позначають двома рисками.

Складемо схему утворення хімічного зв'язку в молекулі азоту N_2.

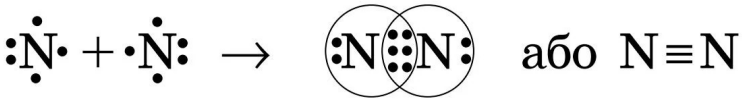


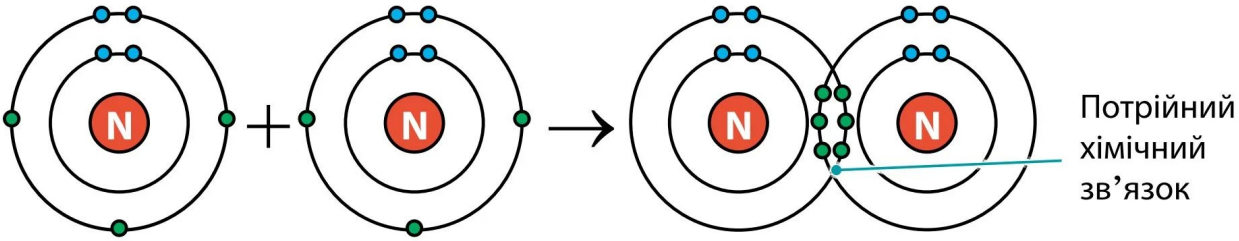
В атомах Нітрогену на зовнішньому енергетичному рівні є три неспарені електрони

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Під час утворення молекули азоту N_2 вони формують три спільні електронні пари:



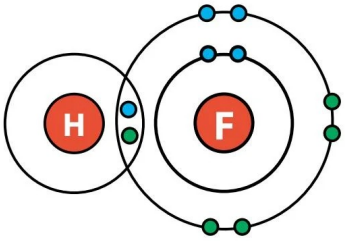


Кожний з атомів Нітрогену отримує завершений зовнішній електронний рівень, що містить октет електронів: шість електронів спільні для обох атомів (три спільні пари) і в кожного з атомів по одній власній електронній парі. Зв'язок у молекулі азоту називають *потрійним* і позначають трьома рисками.

Утворення зв'язку між різними атомами

Ми розглянули, як утворюється хімічний зв'язок у молекулах простих речовин, але ковалентний зв'язок може виникати й між атомами різних хімічних елементів. У молекулі гідроген флуориду HF (фтороводню) атоми за рахунок «чужого» електрона завершують свій зовнішній енергетичний рівень: атом Гідрогену — перший, а атом Флуору — другий:



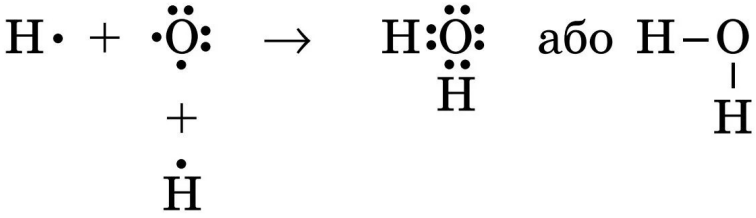


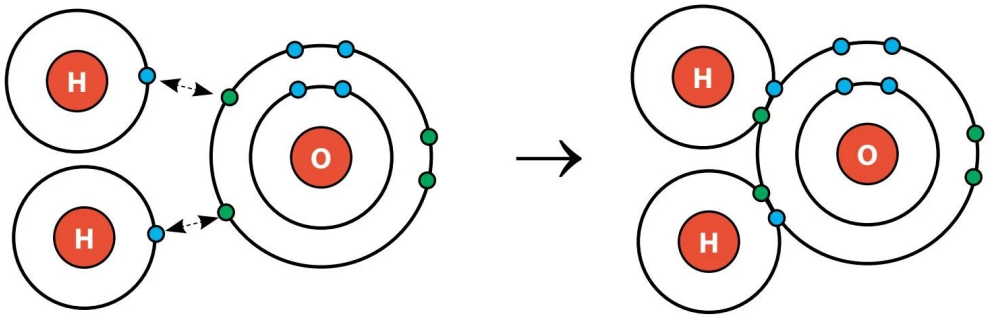
Якщо в одному атомі є кілька неспарених електронів, то він може утворити ковалентні зв'язки одночасно з кількома атомами.

У молекулі води H_2O атом Оксигену утворює два одинарні ковалентні зв'язки з двома атомами Гідрогену:

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

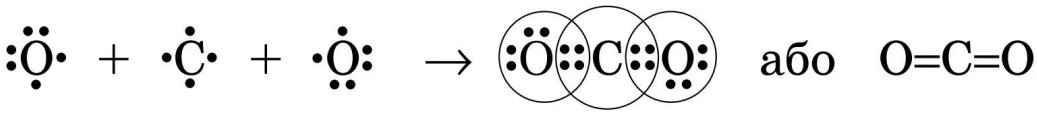
issuu-downloader.com

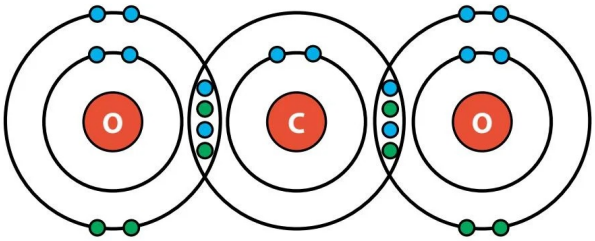




Кожний атом Гідрогену в молекулі води містить на зовнішньому рівні по два електрони (спільні з атомом Оксигену), а атом Оксигену — вісім електронів (чотири свої та дві спільні пари).

Між атомами різних елементів може також утворюватися й подвійний зв'язок, наприклад, у молекулі вуглекислого газу CO_2 між атомами Карбону й Оксигену:





У цьому разі кожний з атомів Оксигену утворює один подвійний зв'язок, а атом Карбону — два подвійні зв'язки.

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Використовуючи підручні матеріали, створіть 2D- або 3D- модель ковалентного зв'язку в молекулах водню, фтору, кисню, метану тощо.

Робота з інформацією

362. Латиною *co* означає «спільний», а *vales* — «той, що має силу». Поясніть зміст терміна «ковалентний».

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

363. Латиною *ordinary* означає «звичайний». Чому терміни «одинарний зв'язок» і «ординарний зв'язок» є синонімами?

364. Скільки електронних пар і неспарених електронів містять на зовнішньому енергетичному рівні атоми: а) Хлору; б) Сульфуру; в) Фосфору? Складіть формули Льюїса.

365. Скільки неспарених електронів містить: а) атом Флуору; б) молекула фтору?

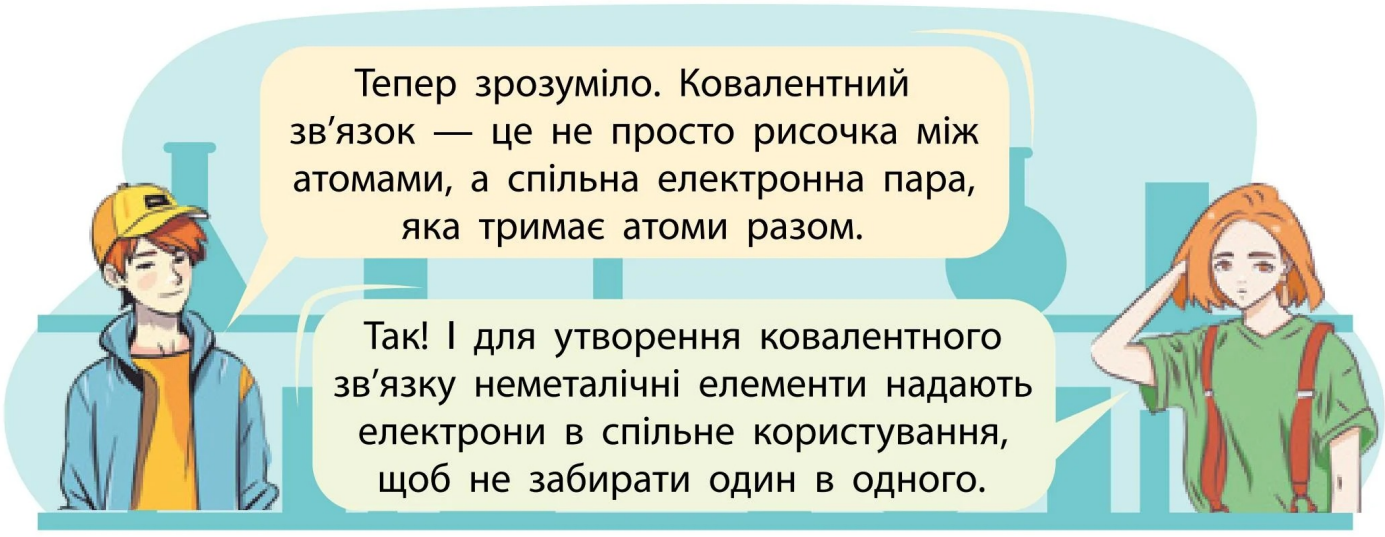
366. Чому не можуть існувати двохатомні молекули, утворені інертними хімічними елементами?

367. Електронами якого енергетичного рівня здійснюється зв'язок між атомами: а) у молекулі водню; б) молекулі хлору?

368. Складіть формули Льюїса для молекул: хлороводню HCl, сірководню H_2S, амоніаку NH_3. Скільки спільних і неподілених електронних пар містять атоми в кожному випадку?

369. Дано три електронні формули: а) $X:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Y}}:$; б) $:\ddot{Z}:\ddot{Z}:$; в) $:\ddot{A}::\ddot{A}:$. Яким із речовин — NH_3, HCl, O_2, F_2, N_2, H_2, HBr, Cl_2 — відповідають ці електронні формули? Яким речовинам не відповідає жодна електронна формула?

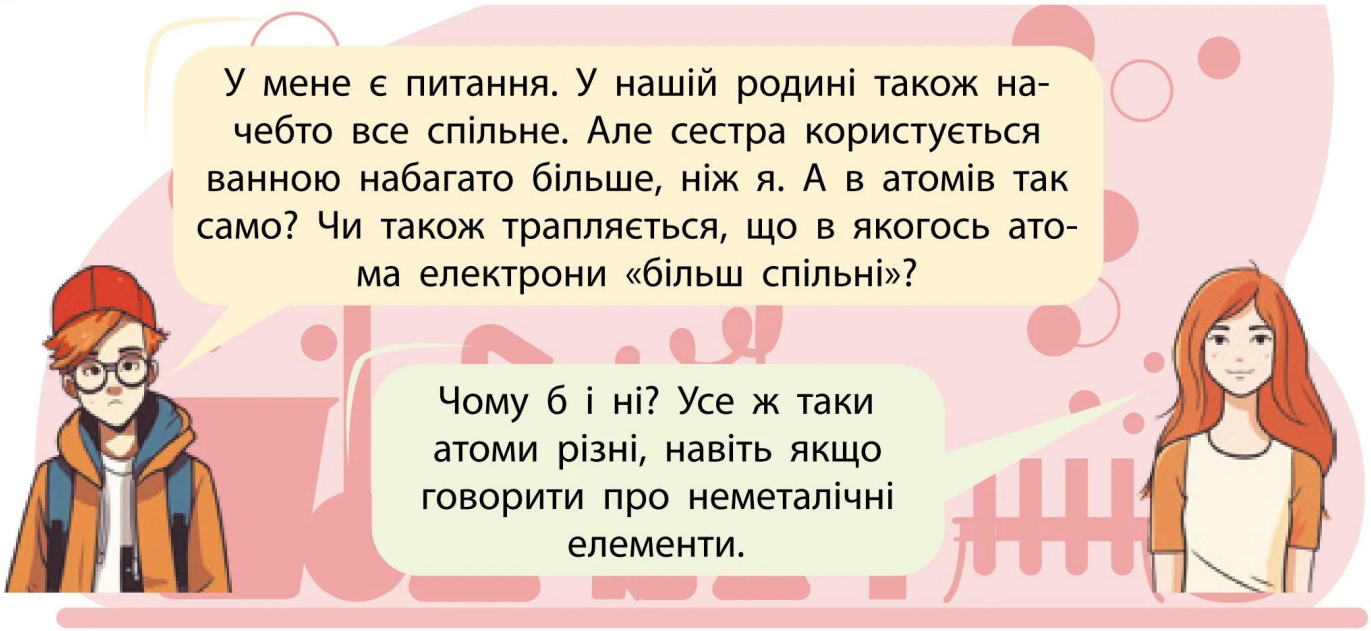
370. В атомах Карбону на зовнішньому енергетичному рівні є лише 2 неспарені електрони (див. § 25). Проте для утворення молекули вуглекислого газу та інших сполук атомам Карбону необхідно 4 неспарених електрони. Зважаючи на число орбіталей на другому енергетичному рівні, висловіть гіпотезу для пояснення цієї «невідповідності». Перевірте її за додатковими джерелами інформації.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 31. ПОЛЯРНІСТЬ КОВАЛЕНТНОГО ЗВ'ЯЗКУ



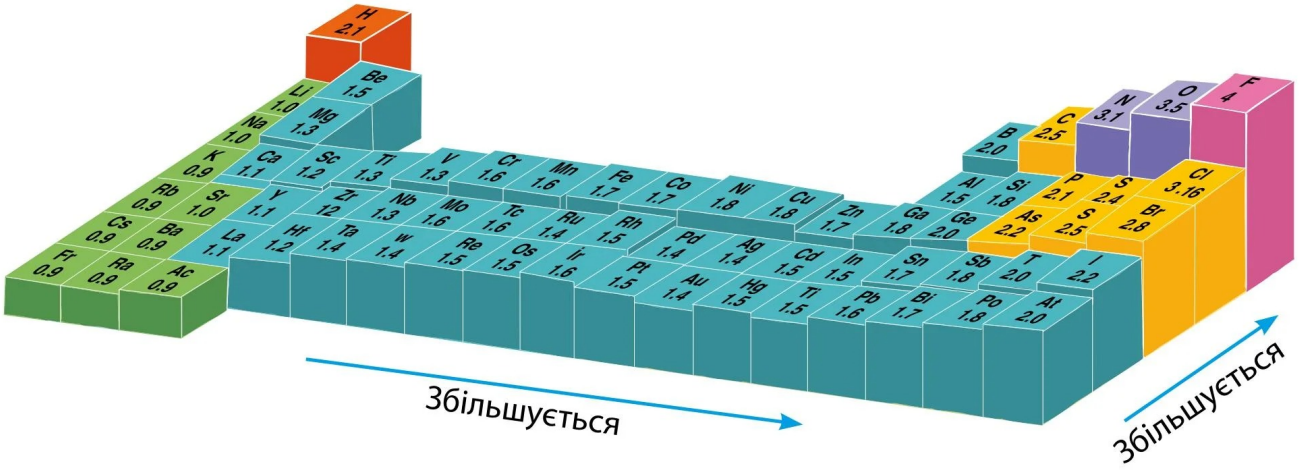
Електронегативність хімічних елементів

Здатність атома притягувати спільні електронні пари називають *електронегативністю*. Найсильніше притягують електрони атоми найактивніших неметалічних елементів — Флуору, Оксигену, Хлору, адже їм для завершення зовнішнього рівня бракує одного або двох електронів. І електрони, які вони прийматимуть, розташуються досить близько до ядра — на другому або третьому енергетичному рівні. Тому електронегативність цих елементів найбільша. Найлегше віддають електрони атоми активних металічних елементів, насамперед лужних — Літію, Натрію, Калію тощо. Вони виявляють найменшу електронегативність.

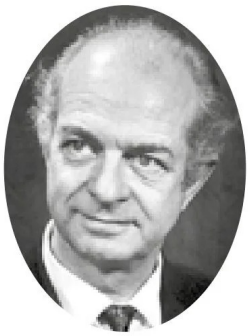
Оскільки електронегативність — це властивість, яка пов'язана з прийманням і втратою електронів, то й змінюватися вона буде так само, як і неметалічні властивості: у періодах електронегативність посилюється зліва направо, а в групах — знизу вгору. Отже, елемент із найбільшою електронегативністю — Флуор, а з найменшою — Францій (мал. 31.1 на с. 288).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Мал. 31.1. Зміна електронегативності хімічних елементів відповідно до місця в Періодичній таблиці[1]



Лайнус Карл Полінг
(1901–1994)
Вивчав природу хімічного зв'язку, двічі лауреат Нобелівської премії

Спосіб кількісного визначення електронегативності вперше розробив американський хімік Лайнус Полінг. За шкалою Полінга електронегативність Флуору прийнята за 3,98 (округлено 4), другим за електронегативністю є Оксиген (3,44), третім — Хлор (3,16). Гідроген і типові неметалічні елементи розміщені в середині шкали; значення їхніх електронегативностей близькі до 2. Активні металічні елементи мають значення електронегативності менші за 1,6.

Полярність ковалентного зв'язку

Ковалентний зв'язок може утворитися між однаковими або різними атомами. Атоми різних хімічних елементів мають різну електронегативність, отже, по-різному притягують спільну електронну пару. Унаслідок цього для ковалентного зв'язку характерна властивість, яку називають *полярністю ковалентного зв'язку*.

1 Таблицю електронегативностей хімічних елементів (за Полінгом) також подано в інтерактивному електронному додатку до цього параграфа.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

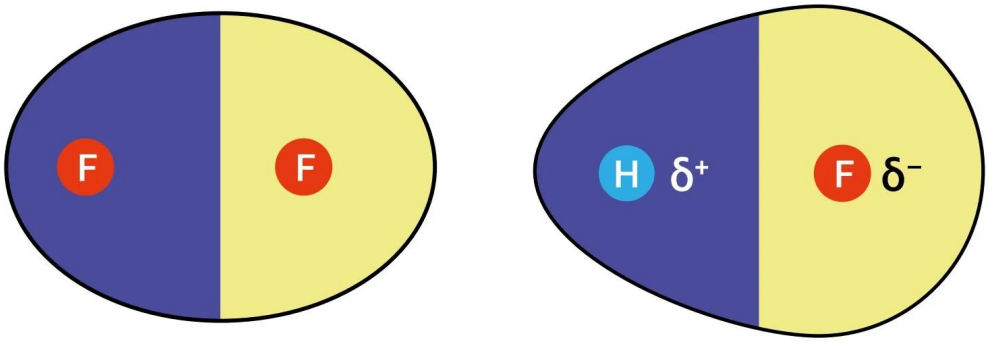
Розгляньмо, чим відрізняється хімічний зв'язок у молекулах водню H_2, фтору F_2 та гідроген флуориду HF:



В усіх цих молекулах між атомами виникає одинарний ковалентний зв'язок унаслідок утворення однієї спільної електронної пари. Ця електронна пара належить обом атомам, між якими є хімічний зв'язок. Але чи однаковою мірою вона належить обом атомам?

У молекулах фтору й водню спільна електронна пара однаково притягується до обох атомів і належить їм обом однаковою мірою. Такий ковалентний зв'язок називають *неполярним*. В усіх простих речовинах, утворених неметалічними елементами (наприклад, H_2, N_2, O_2, S_2), хімічні зв'язки неполярні (мал. 31.2*а*).

У молекулі гідроген флуориду атоми Гідрогену та Флуору притягують електрони по-різному. У Флуору електронегативність більша, ніж у Гідрогену, отже, атоми Флуору сильніше притягують спільну електронну пару, ніж атоми Гідрогену. Це спричиняє зміщення спільної електронної пари в бік атома Флуору та збільшення на ньому електронної густини (мал. 31.2*б*). Як наслідок, на атомі Флуору з'являється певний надлишковий негативний заряд $\delta-$ (читаємо: дельта минус). На атомі Гідрогену, навпаки, електронна густина зменшується, отже, на ньому з'являється певний позитивний заряд $\delta+$.



а *б*

Мал. 31.2. Неполярний (*а*) і полярний (*б*) ковалентний зв'язок

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Ковалентний зв'язок, утворений між атомами різних елементів, називають *полярним* (оскільки в молекулі з'являються полюси електричного заряду). У ковалентному полярному зв'язку спільна електронна пара зміщена до того атома, який сильніше притягує електрони, тобто до атомів елемента з більшою електронегативністю.

Чим сильніше це зміщення спільної електронної пари, тим більшою є полярність зв'язку. Так, у ряду галогеноводнів різниця електронегативностей між Гідрогеном і Флуором значно більша, ніж між Гідрогеном і Йодом. Отже, у гідроген флуориді полярність зв'язку більша, ніж у гідроген йодиді:



Ковалентний неполярний зв'язок:
- спільні електрони належать обом атомам однаковою мірою;
- існує між атомами неметалічних елементів із незначною різницею електронегативностей.

Ковалентний полярний зв'язок:
- спільна електронна пара зміщена в бік більш електронегативного елемента;
- існує між атомами неметалічних елементів із різною електронегативністю.

Оскільки електрон, що належав атому Гідрогену, лише частково зміщується в бік атома Флуору, то надлишковий негативний заряд, що з'являється на атомі Флуору, менший за елементарний заряд, тобто менший від заряду електрона (–1). У цьому разі він становить лише 44 % заряду електрона. Щоб не писати точне значення заряду (дуже часто визначити його досить складно), використовують букву δ (дельта). Певна річ, заряд на атомі Гідрогену точно дорівнює заряду на атомі Флуору, але протилежний за знаком, і сума зарядів дорівнює нулю. Тобто молекула залишається електронейтральною. Чим більша різниця електронегативностей двох атомів, тим більший заряд на атомах.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Залежність полярності зв'язку від електронегативності елементів

Молекула	HF	HCl	HBr	HI
Електронегативність хімічних елементів	H — 2,20 F — 3,98	H — 2,20 Cl — 3,16	H — 2,20 Br — 2,96	H — 2,20 I — 2,66
Різниця електронегативностей (ΔЕН)	1,78	0,96	0,76	0,46
Надлишковий заряд на атомах у молекулі	+0,44 −0,44 H F	+0,18 −0,18 H Cl	+0,12 −0,12 H Br	+0,05 −0,05 H I

Робота з інформацією

371. Випишіть окремо формули речовин із полярним і неполярним зв'язком: S_8, NH_3, O_2, OF_2, F_2, ClF_3, P_4, NO_2, NO, N_2.

372. Користуючись додатковими джерелами, обчисліть різницю між електронегативностями елементів у парах: Li–Cl, Be–Cl, B–Cl, C–Cl, N–Cl, O–Cl, F–Cl. Укажіть пару елементів із найбільш полярним і найменш полярним зв'язками.

373. Визначивши різницю електронегативностей, зазначте формулу найполярнішої молекули: H_2, HCl, HF, ClF, Cl_2, F_2.

374. Запишіть формули речовин за порядком збільшення полярності зв'язку в молекулах: H_2O, CH_4, HF, NH_3.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

375. Поясніть, від чого залежить полярність ковалентного зв'язку. Відповідь аргументуйте.

376. Як визначити, на якому з атомів, сполучених ковалентним зв'язком, з'являється надлишковий негативний заряд, а на якому — позитивний?

377. З-поміж наведених речовин виберіть сполуки з найбільшою та найменшою полярністю зв'язку: йодоводень HI, хлороводень HCl, бромоводень HBr, вода H_2O, сірководень H_2S, хлор Cl_2, метан CH_4, фосфін PH_3.

378. Визначте знак часткового заряду на атомі Хлору в молекулах HCl і ClF. Як ви вважаєте, у якій із цих молекул частковий заряд Хлору більший за абсолютною величиною?

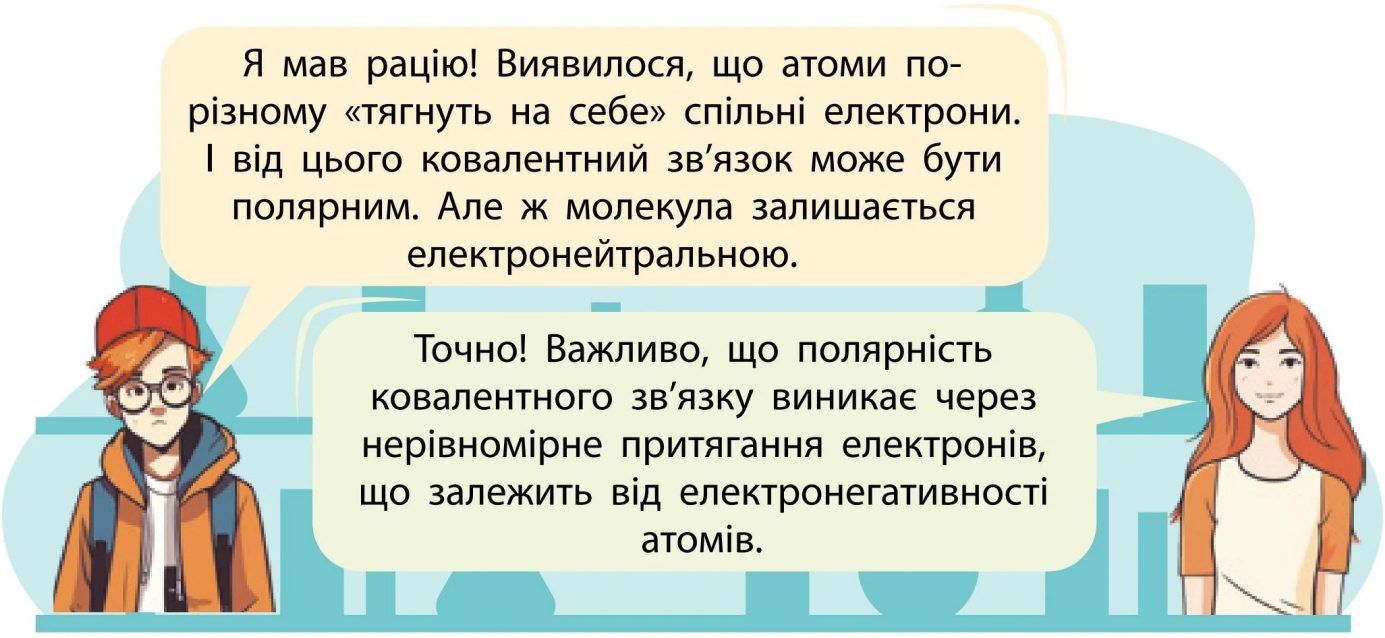
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

379. Як змінюється в ряду H_2O, H_2S, H_2Se, H_2Te полярність зв'язку? Відповідь обґрунтуйте.

380. Нітроген — досить активний хімічний елемент, але азот N_2 — одна з найінертніших речовин, яка за інертністю подібна до інертних газів. Азот навіть іноді використовують для створення інертної атмосфери під час проведення хімічних реакцій замість дорожчих аргону або гелію. Як ви вважаєте, чим можна пояснити таку низьку хімічну активність азоту?

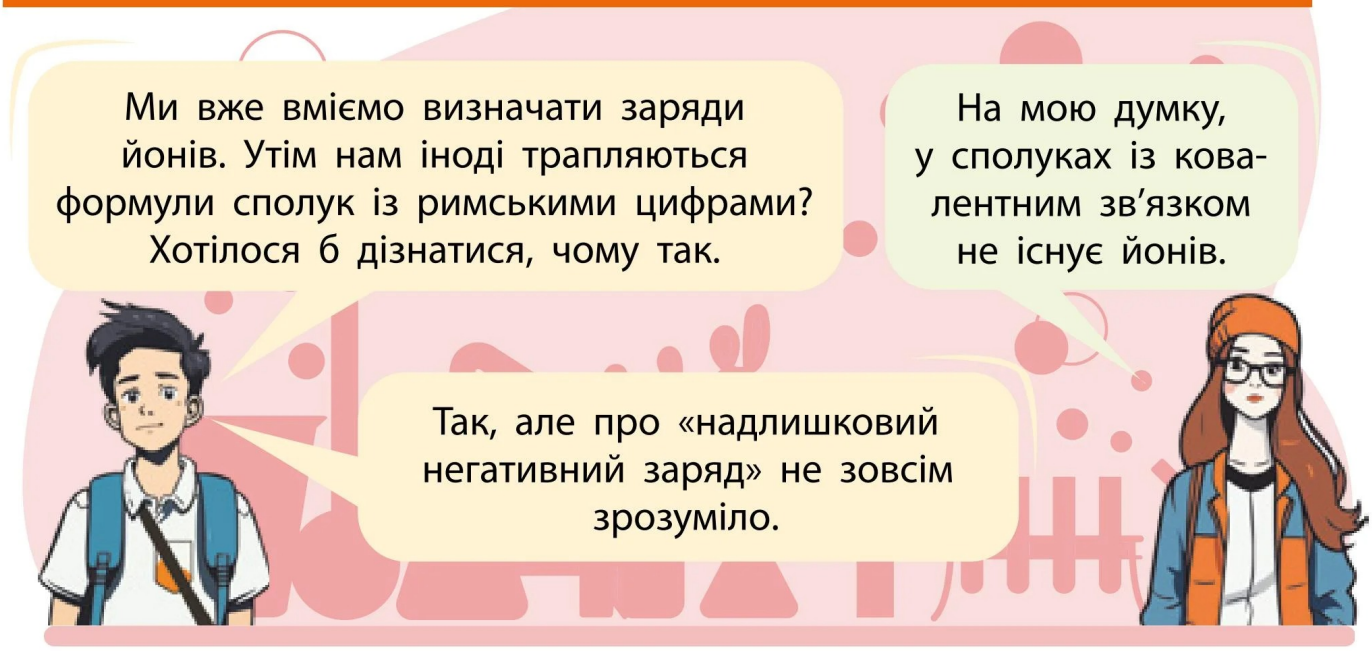
381. Чим, на вашу думку, зумовлена така характеристика хімічних елементів, як електронегативність? Чому вона змінюється в періодах і групах? Назвіть найбільш і найменш електронегативні елементи. Відповідь обґрунтуйте.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 32. СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ



Поняття про ступінь окиснення

Важливою характеристикою частинок у складі хімічних сполук є число відданих або прийнятих атомом електронів. Якщо речовина має йонну будову (складається з йонів) для цього достатньо знати заряди утворених йонів, проте в інших речовинах визначити, скільки атом віддав чи приєднав електронів, складніше. Тому для всіх сполук, незалежно від будови, застосовують більш універсальне поняття — *ступінь окиснення*.

Ступінь окиснення визначається числом відданих або прийнятих електронів у речовинах із йонним зв'язком і числом електронів у складі спільних електронних пар, що зумовлюють ковалентний полярний зв'язок.

Ступінь окиснення — це умовний заряд на атомі в молекулі або кристалі, обчислений із припущенням, що всі спільні електронні пари повністю зміщені в бік більш електронегативного елемента.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

У найпростіших йонних сполуках ступінь окиснення збігається із зарядами йонів, наприклад:

$\overset{+1\ -1}{\mathrm{NaCl}}$ $\qquad$ $\overset{+2\ -2}{\mathrm{CaO}}$

Розглядаючи сполуки з ковалентним полярним зв'язком, роблять припущення, що спільна електронна пара повністю переходить до більш електронегативного елемента. У цьому разі в гідроген флуориді та воді ступені окиснення такі:

$\overset{+1\ -1}{\mathrm{HF}}$ $\qquad$ $\overset{+1\ -2}{\mathrm{H_2O}}$

Можливі ступені окиснення хімічних елементів

Ступені окиснення, які хімічні елементи можуть виявляти в різних сполуках, здебільшого можна визначити за будовою зовнішнього електронного рівня або за положенням елемента в Періодичній системі.

Атоми металічних елементів можуть тільки віддавати електрони, тому в сполуках вони виявляють позитивні ступені окиснення. Максимальне значення — вищий ступінь окиснення — зазвичай дорівнює числу електронів на зовнішньому рівні.

Металічні елементи

- вищий ступінь окиснення = максимальне число втрачених електронів
- нижчий ступінь окиснення = 0

Атоми неметалічних елементів можуть виявляти як позитивний, так і негативний ступінь окиснення. Максимальний позитивний ступінь окиснення — вищий ступінь окиснення, як і для металічних елементів, дорівнює числу електронів на зовнішньому енергетичному рівні. А нижчий ступінь окиснення визначається тим, скільки електронів бракує атому, щоб на зовнішньому рівні їх було вісім (табл. 10).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Неметалічні елементи

- вищий ступінь окиснення = максимальне число втрачених електронів = номер групи мінус 10
- нижчий ступінь окиснення = максимальне число прийнятих електронів = номер групи мінус 18

Окрім вищого та нижчого ступеня окиснення, багато елементів можуть також виявляти й проміжні ступені окиснення. Визначити їх для для деяких хімічних елементів можна за таблицею 10.

Таблиця 10. Найбільш характерні ступені окиснення хімічних елементів 1, 2, 13–17 груп

Номер групи	1	2	13	14	15	16	17
Вищий ступінь окиснення	+1	+2	+3	+4	+5	+6 (крім **O**)	+7 (крім **F**)
Проміжні ступіні окиснення	—	—	—	+2, 0	+3, 0	+4, +2, 0	+5, +3, +1, 0
Нижчий ступінь окиснення	0	0	0	–4	–3	–2	–1

Деякі хімічні елементи не підпорядковуються цим правилам. З-поміж них Гідроген, Оксиген, Флуор:

- **H**: вищий +1; нижчий –1
- **O**: вищий +2; нижчий –2
- **F**: вищий 0; нижчий –1

Визначення ступенів окиснення хімічних елементів у сполуках

Визначаючи ступені окиснення хімічних елементів у сполуках, слід пам'ятати правила:

1. Ступінь окиснення хімічного елемента в простій речовині дорівнює нулю.
2. Флуор — найбільш електронегативний хімічний елемент, тому ступінь окиснення Флуору в усіх сполуках дорівнює –1.
3. Оксиген — найбільш електронегативний елемент після Флуору, тому ступінь окиснення Оксигену в усіх сполуках,

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

крім флуоридів, негативний: у більшості випадків він дорівнює –2, а в пероксидах — –1.

4. Ступінь окиснення Гідрогену в більшості сполук дорівнює +1, а в сполуках із металічними елементами (гідридах NaH, CaH_2 тощо) — –1.
5. Ступінь окиснення металічних елементів у сполуках завжди позитивний.
6. Більш електронегативний елемент завжди має негативний ступінь окиснення.
7. Сума ступенів окиснення всіх елементів у сполуці дорівнює нулю.

Алгоритм: визначаємо ступені окиснення хімічних елементів у сполуках

1. Записуємо формули речовин	Fe_2O_3	H_2SO_4	KNO_3
2. Підписуємо ступені окиснення Оксигену та Гідрогену й металічних елементів I–III груп (табл. 10)	$\overset{x\ \ -2}{Fe_2O_3}$	$\overset{+1\ x\ -2}{H_2SO_4}$	$\overset{+1\ x\ -2}{KNO_3}$
3. Складаємо рівняння для обчислення невідомого заряду. Слід пам'ятати, що ступінь окиснення — це заряд на одному атомі. Якщо атомів певного елемента більше одного, то його заряд слід помножити на число атомів	$2 \cdot (x) + 3 \cdot (-2) = 0$ Після спрощення: $2x - 6 = 0$	$2 \cdot (+1) + 1 \cdot (x) + 4 \cdot (-2) = 0$ Після спрощення: $2 + x - 8 = 0$	$1 \cdot (+1) + 1 \cdot (x) + 3 \cdot (-2) = 0$ Після спрощення: $1 + x - 6 = 0$
4. Розв'язуємо складене рівняння	$x = +3$	$x = +6$	$x = +5$
5. Підписуємо визначений ступінь окиснення	$\overset{+3\ \ -2}{Fe_2O_3}$	$\overset{+1\ +6\ -2}{H_2SO_4}$	$\overset{+1\ +5\ -2}{KNO_3}$

Складання формул сполук за ступенем окиснення елементів

Використовуючи ступені окиснення, формули бінарних сполук складають так само, як і за зарядами йонів. Складаючи формули, слід керуватися правилом електронейтральності.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Алгоритм: складаємо формул сполук за відомими ступенями окиснення хімічних елементів

1. Записуємо символи елементів у необхідному порядку та надписуємо їхні ступені окиснення	$\overset{+6}{S}\ \overset{-2}{O}$	$\overset{+3}{P}\ \overset{-1}{Cl}$
2. Визначаємо найменше спільне кратне (НСК) для значень ступенів окиснення (значення беремо за модулем)	НСК (6 і 2) = 6	НСК (3 і 1) = 3
3. Число атомів певного елемента дорівнює відношенню НСК до ступеня окиснення цього елемента	6 : 6 = 1 (S) 6 : 2 = 3 (O)	3 : 3 = 1 (Fe) 3 : 1 = 3 (Cl)
4. Записуємо індекси після символів елементів	$\overset{+6}{S}\ \overset{-2}{O_3}$	$\overset{+3}{P}\ \overset{-1}{Cl_3}$

Ви вже знаєте, як складати формули бінарних сполук. Якщо для хімічного елемента характерний лише один ступінь окиснення в сполуках, то в назві його не зазначають:

Na_2O — натрій оксид;

Al_2O_3 — алюміній оксид.

Якщо хімічний елемент виявляє різні ступені окиснення, то в назвах зазначають або заряди йонів:

Fe_2O_3 — ферум(3+) оксид;

Ag_2O — аргентум(1+) оксид;

або ступінь окиснення цього елемента. Ступінь окиснення позначають римськими цифрами:

CO_2 — карбон(IV) оксид;

P_2S_5 — фосфор(V) сульфід.

Розуміння явищ природи (робота в групах)

382. Порівняйте поняття «ступінь окиснення» й «заряд йонів», склавши для них діаграми Венна.

383. За формулами речовин визначте ступені окиснення всіх хімічних елементів.

а) H_2, H_2O, HCl, NaOH, NaH;

б) PH_3, NO_2, H_2O_2;

в) HCl, Cl_2, $CuCl_2$, $KClO_3$;

г) N_2, N_2H_4, N_2O_3, HNO_3.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

384. За місцем елементів у Періодичній таблиці визначте можливі ступені окиснення — вищий, нижчий і проміжні (якщо вони є) — для елементів: Оксиген, Хлор, Фосфор, Натрій, Кальцій, Карбон, Плюмбум, Алюміній.

385. Обчисліть ступені окиснення Карбону в сполуках: CH_4, CH_3Cl, CH_2Cl_2, C_2H_5Cl, $C_2H_2Cl_4$, C_2Cl_6. (Візміть до уваги, що в усіх цих сполуках ступінь окиснення Гідрогену — +1, а Хлору — −1).

386. Наведіть формули сполук Нітрогену з позитивним і негативним ступенем окиснення цього хімічного елемента.

387. Хімічна номенклатура впродовж кількох століть зазнавала суттєвих змін. Зокрема, сполуки з Оксигеном — оксиди — раніше називали інакше. Проаналізуйте назви оксидів.

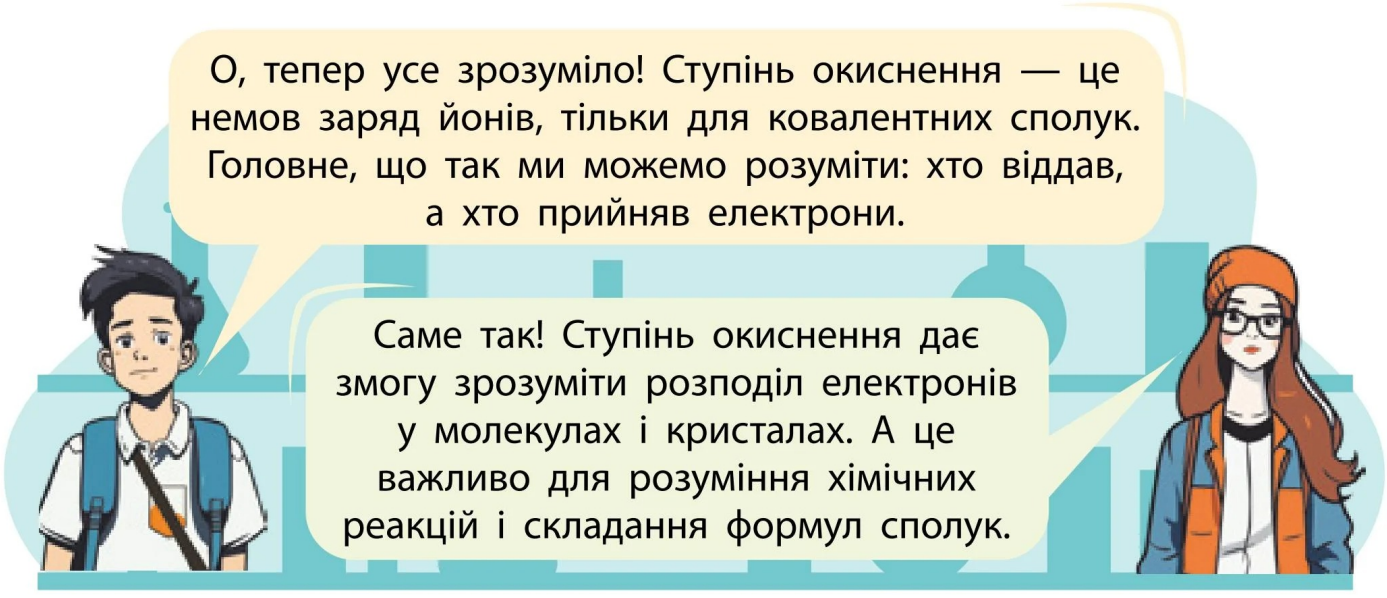
Закис вуглецю — C_3O_2 Окис вуглецю — CO Двоокис вуглецю — CO_2

Закис заліза — FeO Окис заліза — Fe_2O_3

Закис азоту — N_2O Окис азоту — NO Двоокис азоту — NO_2

Визначте правильність тверджень.

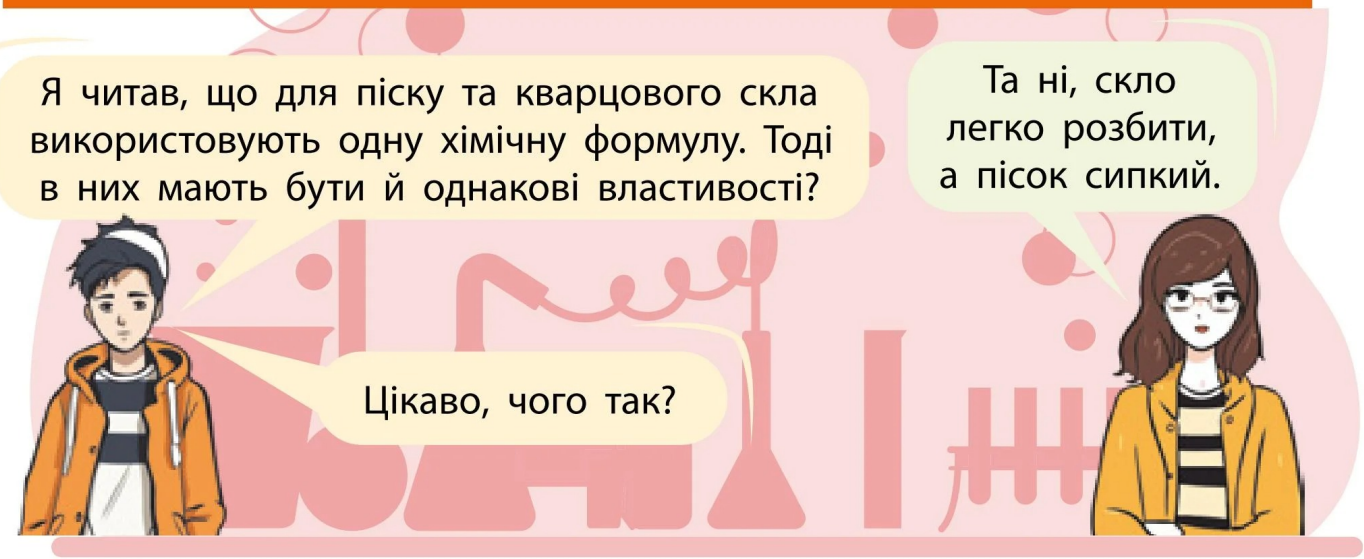
- Закисами називали оксиди хімічних елементів із найнижчим (із можливих в оксидах) ступенем окиснення.
- Окисами називали оксиди хімічних елементів у проміжному ступені окиснення.
- У назвах вищих оксидів число атомів Оксигену зазначали в назвах цих оксидів префіксами *дво-*, *три-* тощо.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 33. КРИСТАЛІЧНИЙ І АМОРФНИЙ СТАНИ ТВЕРДИХ РЕЧОВИН



Поміркуйте

Які спільні властивості мають речовини в твердому агрегатному стані? Чим вони відрізняються від рідких речовин?

Більшість речовин довкола нас за звичайних умов перебувають у твердому агрегатному стані. Тверді речовини різноманітні за фізичними властивостями: мають різне забарвлення, можуть бути міцними чи крихкими, проводити електричний струм або ні, плавитися за кімнатної температури або за дуже великої.

За внутрішньою будовою й фізичними властивостями розрізняють два стани твердих речовин: *аморфний* і *кристалічний*.

У кристалічних речовинах частинки, з яких утворені кристали, розміщені в просторі в певному чіткому порядку. Якщо через центри цих частинок провести уявні лінії, то ми побачимо певні ґратки, які називають *кристалічними ґратками*. Структурні одиниці в кристалічних речовинах формують правильні регулярні геометричні структури.

Залежно від частинок, які утворюють кристал, і від типу хімічного зв'язку між ними, розрізняють такі типи кристалічних ґраток: йонні, молекулярні, атомні (іноді їх називають надмолекулярними) та металічні.

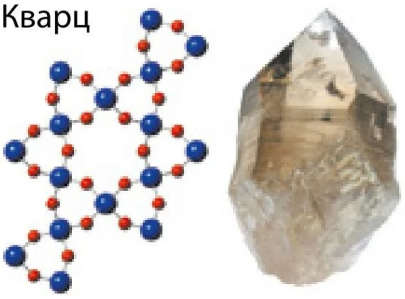
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Кристалічні речовини:

- структурні одиниці розташовані в чіткому порядку — утворюють кристалічні ґратки;
- мають певну температуру плавлення;
- утворюють кристали певної форми;
- у разі руйнування кристалічної речовини кристали розпадаються на окремі шматочки, кожен із яких зберігає хоча б частково форму початкового кристала;
- приклади речовин: кухонна сіль, цукор, харчова сода, кварц, гіпс.

Кварц



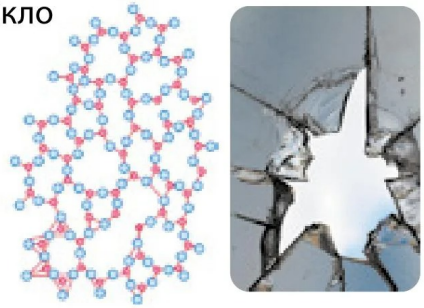
Структурні одиниці в кристалічних речовинах утворюють правильні геометричні фігури

Аморфні речовини не мають чіткої просторової структури, а утворені з невпорядкованих частинок (атомів чи молекул). За внутрішньою будовою вони нагадують рідини, але не можуть текти. На відміну від кристалічних речовин, які мають певну температуру плавлення, аморфні речовини плавляться в широкому інтервалі температур. Під час нагрівання вони поступово розм'якшуються і, нарешті, стають рідкими. Аморфним речовинам, як і рідинам, можна надати будь-якої форми.

Аморфні речовини:

- не мають чіткої просторової структури — структурні одиниці розташовані невпорядковано;
- плавляться в певному діапазоні температур;
- за нагрівання спочатку розм'якшуються;
- у разі руйнування утворюються уламки неправильної форми, зазвичай із нерівною поверхнею країв сколу;
- приклади речовин: скло, смоли, бурштин, застиглі лаки, клеї, каучук.

Скло



Аморфні речовини не мають чіткої просторової структури, а утворені з невпорядкованих частинок (атомів чи молекул)

За певних умов речовина може перетворюватися з кристалічної на аморфну й навпаки. Звичайне скло — аморфна речовина, але із часом силіцій(IV) оксид у його складі стає кристалічним.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Через це старі склянки під час наливання в них окропу тріскаються набагато частіше, ніж нові. Цукор — кристалічна речовина. Але якщо його розплавити та швидко охолодити, то він стає аморфною речовиною (мал. 33.1).



а *б* *в*

Мал. 33.1. Кристалічний цукор (*а*) після розплавляння та швидкого охолодження стає аморфною речовиною, з якої легко виготовляти льодяники (*б*) та карамельки (*в*)

Поміркуйте

Які спільні та відмінні риси в рідин і твердих аморфних речовин?

Дізнайтеся більше

Грецьке слово *кристаллос*, від якого походять слова «кристал» і «кришталь», означає «лід». Воно походить від грецького *кріос* — «холод, мороз». Стародавні греки вважали, що звичайний лід, який перебуває в горах на сильному морозі, із часом кам'яніє та втрачає здатність танути. Античний філософ Аристотель писав, що «кристаллос народжується з води, коли вона повністю втрачає теплоту». На думку греків, гірський кришталь — це сильно замерзлий лід.

Робота з інформацією

388. Чи є аморфними речовини: віск, парафін, сухий лід, поліетилен, скло, кухонна сіль, тверде мило? За якими властивостями цих речовин можна зробити відповідні висновки?

389. Скористайтеся додатковими джерелами інформації та проаналізуйте, як узгоджується твердження «для кристалічних речовин характерний дальній порядок розташування частинок, а для аморфних — ближній» із тим, що ви вивчили?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

390. Порівняйте властивості кристалічних і аморфних речовин, склавши для них діаграму Венна.

391. Знайдіть інформацію про аморфні сполуки, зокрема скло, бурштин, бітум. Які фізичні властивості дають змогу зробити висновок про їхню аморфність? Як упливають методи одержання цих речовин на навколишнє середовище? Оцініть вуглецевий слід, пов'язаний із добуванням і використанням цих речовин.

392. Грецькою мовою *дамасма* означає «скорення, приборкування», *дамао* — «розтрощую», а *адамас* — «незламний». У перекладі з французької *brilliant* означає «блискучий». Висловіть припущення, чому мінерал алмаз багатьма мовами називають адамантом, а оброблений алмаз називають діамантом або брильянтом.

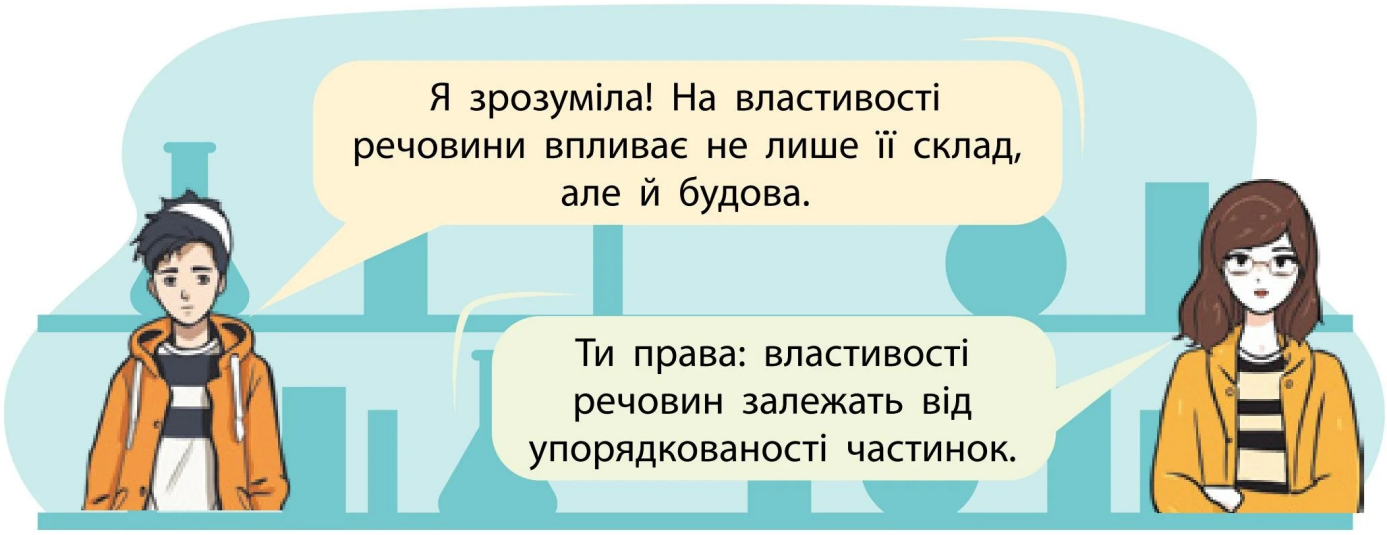
393. Грецькою мовою *аморфос* означає «потворний, безформний, некрасивий, ганебний, мерзенний». Чому, на вашу думку, аморфні речовини дістали саме таку назву?

Розуміння явищ природи (робота в групах)

394. Чому за швидкого охолодження розплавленого цукру він застигає в аморфному стані, а не в кристалічному?

395. Чому аморфні речовини не мають чіткої температури плавлення? Чому кристалічні речовини не розм'якшуються перед плавленням?

396. Як ви розумієте твердження: «Кристалічним речовинам не можна надати будь-якої форми»?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

§ 34. АТОМНІ Й МОЛЕКУЛЯРНІ РЕЧОВИНИ



Поміркуйте

Пригадайте: речовини можуть бути молекулярної та немолекулярної будови. Як ви вважаєте, чим зумовлені відмінності фізичних властивостей молекулярних і немолекулярних речовин.

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

У додаткових джерелах знайдіть інформацію про фізичні властивості цукру, йоду, графіту та силіцій(IV) оксиду. Порівняйте їхні крихкість, температури плавлення, здатність розчинятися в різних розчинниках. Чи можна за цими властивостями класифікувати речовини в різні групи?

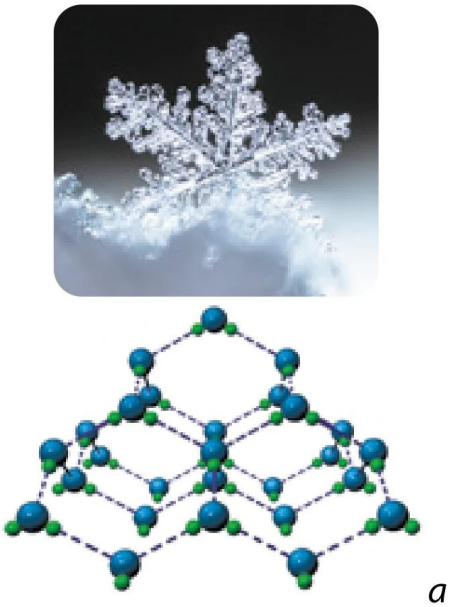
Речовини молекулярної будови

Для речовин молекулярної будови характерно, що у вузлах кристалічних ґраток розташовані молекули, сполучені між собою слабкою міжмолекулярною взаємодією. Наприклад, лід складається з молекул води,

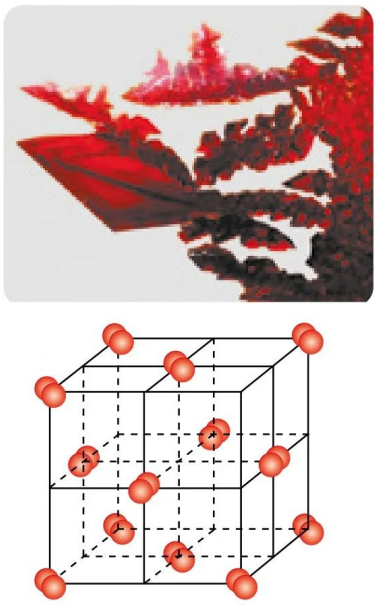
Молекулярні речовини:
- у вузлах кристалічних ґраток — молекули;
- слабка міжмолекулярна взаємодія;
- крихкі, леткі;
- легкоплавкі;
- деякі розчиняються у воді й інших розчинниках.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



а



б

Мал. 34.1. Кристали води (*а*) і брому (*б*): у вузлах молекулярних кристалічних ґраток — окремі молекули H_2O і Br_2 відповідно

а кристали брому — з двохатомних молекул брому Br_2 (мал. 34.1).

Молекулярні кристалічні ґратки характерні для речовин лише з ковалентними зв'язками (полярними й неполярними). Вони властиві більшості органічних сполук, а також деяким неорганічним речовинам (кисню, хлору, азоту тощо).

Особливістю молекулярних речовин є те, що всередині молекул атоми сполучені міцними ковалентними зв'язками, а самі молекули утримуються між собою слабкими міжмолекулярними взаємодіями. Таку структуру легко зруйнувати, тому речовини з молекулярними ґратками крихкі, мають невисокі температури плавлення й кипіння.

Особливістю будови пояснюється також леткість молекулярних сполук, деякі з них мають характерний запах. Можна навіть стверджувати: якщо речовина має запах, то це речовина молекулярної будови.

За кімнатної температури багато речовин із молекулярними кристалічними ґратками перебувають у рідкому (вода, сульфатна кислота, органічні розчинники тощо) або газоподібному (озон, хлороводень, водень тощо) агрегатних станах. Деякі молекулярні речовини за нагрівання сублімують — переходять із твердого в газуватий стан, минаючи рідкий, наприклад, йод, вуглекислий газ, нафталін.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Речовини молекулярної будови здатні розчинятися. Деякі з них розчиняються у воді, інші — в органічних розчинниках.

Молекули не містять вільних носіїв електричного заряду, тому ані в рідкому, ані у твердому стані молекулярні речовини електричний струм зазвичай не проводять.

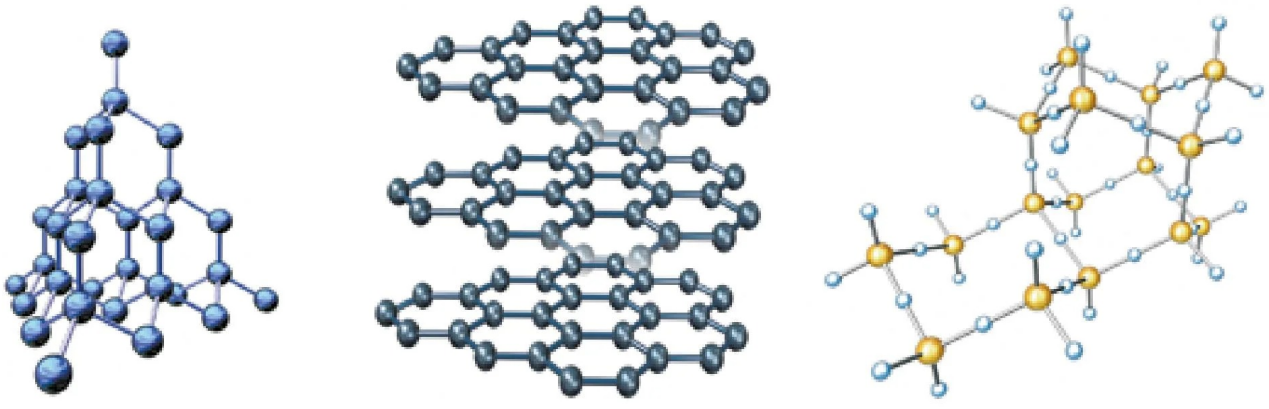
Речовини атомної будови

У вузлах атомних кристалічних ґраток розташовані атоми, сполучені між собою міцними ковалентними зв'язками. Щоб зруйнувати ці ковалентні зв'язки, необхідна значна енергія. Цим пояснюється міцність атомного кристала та високі температури плавлення й кипіння речовин атомної будови. Такі речовини досить тверді, непластичні й некрихкі.

Речовини атомної будови:
- у вузлах ґраток — окремі атоми;
- тип хімічного зв'язку — ковалентний;
- надзвичайно тверді, нелеткі;
- тугоплавкі;
- не розчиняються в жодному розчиннику.

Будовою кристалічних ґраток зумовлена також нерозчинність цих речовин у воді та в інших розчинниках.

Класичним прикладом речовини атомної будови є алмаз — найтвердіший мінерал з-поміж усіх відомих (мал. 34.2*а*).



а *б* *в*

Мал. 34.2. Атомні кристалічні ґратки: *а* — алмазу; *б* — графіту; *в* — кварцу

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Графіт також має атомні кристалічні ґратки, але, на відміну від алмазу, у графіті атоми Карбону розташовані шарами, які слабко сполучені один з одним (мал. 34.2*б*). Унаслідок цього шари легко зсунути один відносно одного. Цим пояснюються «писальні» властивості графіту. Речовинами атомної будови є також кварц SiO_2, карборунд SiC, германій, бор тощо.

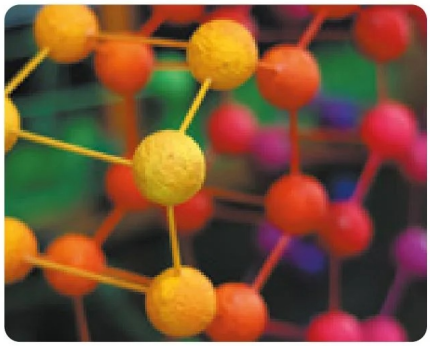
Поміркуйте

Чому з-поміж усіх речовин запах мають лише речовини молекулярної будови?

Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Використовуючи доступні матеріали, створіть моделі кристалічних ґраток.





Будова простих речовин і місце хімічних елементів у Періодичній таблиці

Тип хімічного зв'язку в речовинах зумовлює будову й фізичні властивості твердих речовин. Оскільки тип хімічного зв'язку залежить від розподілу електронів в атомах, то закономірності в будові атомів елементів позначаються на будові й фізичних властивостях простих речовин, утворених ними.

За малюнком 34.3 видно, що на початку періодів розташовані металічні елементи, які утворюють прості речовини з металічними кристалічними ґратками (детальніше про металічний зв'язок ви дізнаєтеся в старших класах). Завершують кожний період неметалічні елементи, які утворюють прості речовини з молекулярними кристалічними ґратками. Неметалічні та напівметалічні

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

елементи, розташовані в середині періоду, утворюють прості речовини з атомними кристалічними ґратками.

1							18
H_2	2	13	14	15	16	17	He
Li	Be	B	C	N_2	O_2	F_2	Ne
Na	Mg	Al	Si	P_4	S_8	Cl_2	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br_2	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I_2	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At_2	Rn

— металічні,
— атомні,
— молекулярні

Мал. 34.3. Типи кристалічних ґраток простих речовин, які утворюють хімічні елементи 1, 2, 13–18 груп



Досліджуємо, моделюємо, проєктуємо

Уявіть, що у вас є зразок твердої речовини білого кольору. Запропонуйте кілька простих дослідів, за допомогою яких можна визначити, які кристалічні ґратки в цієї речовини.

Робота з інформацією

397. За інформацією підручника, додаткових джерел і власними спостереженнями наведіть приклади твердих речовин, які під час нагрівання: а) розкладаються; б) плавляться; в) сублімують.

398. За наведеним описом визначте кристалічні ґратки речовин:

а) сірка є крихкою кристалічною речовиною жовтого кольору, яка не розчиняється у воді, $t_{пл.} = 112{,}8$ °C;

б) карборунд (силіцій карбід SiC), $t_{пл.} = 2830$ °C, за твердістю близький до алмазу;

в) за звичайних умов кисень — газ без кольору, смаку та запаху, малорозчинний у воді $t_{пл.} = -218{,}7$ °C, $t_{кип.} = -183$ °C;

г) бром — червоно-бура рідина з різким запахом, легко випаровується $t_{кип.} = 59$ °C;

д) сульфур(VI) оксид за звичайних умов — летка безбарвна рідина із задушливим запахом, $t_{пл.} = 16{,}8$ °C, $t_{кип.} = 45$ °C.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

Розуміння явищ природи (робота в групах)

399. Якими взаємодіями утримуються: а) атоми в молекулі; б) молекули в молекулярному кристалі; в) атоми в атомному кристалі?

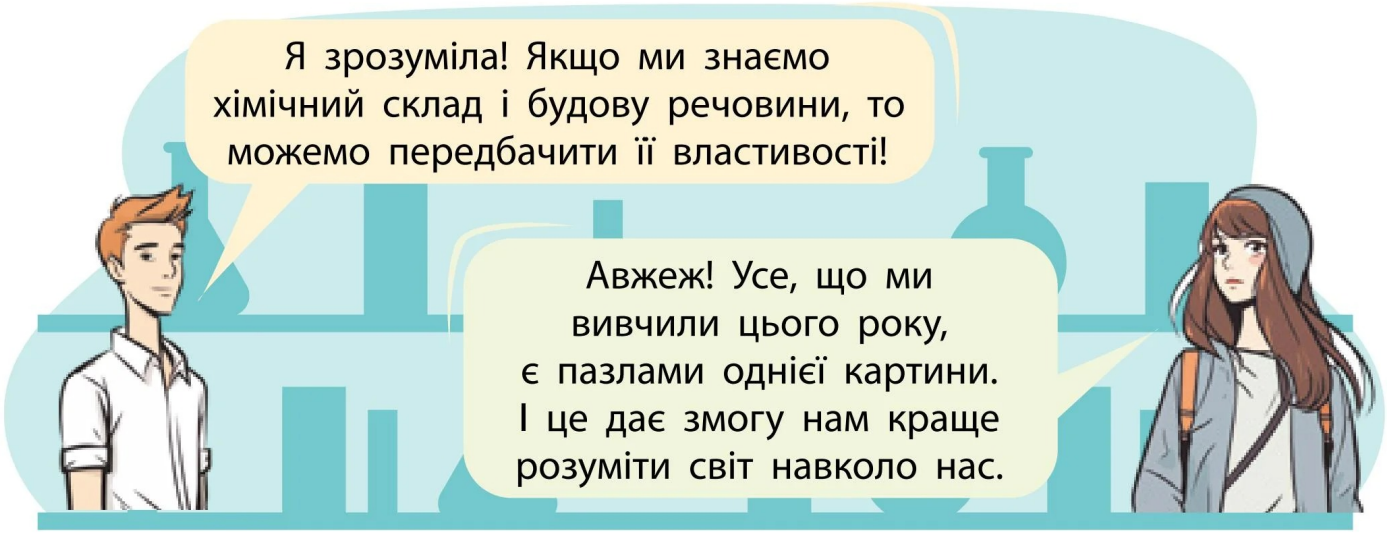
400. Поясніть, чому кварц SiO_2 і вуглекислий газ CO_2 мають різні фізичні властивості, попри подібний склад.

401. Випишіть окремо формули речовин із різними кристалічними ґратками в твердому стані: F_2, CO_2, He, C (графіт), HBr, S_8 (сірка), H_2, SiO_2, O_3.

402. Чи можна замінити: а) силіцій(IV) оксид на карбон(IV) оксид для виготовлення скла; б) алмаз на графіт для виготовлення бурів для свердління? Обґрунтуйте свою відповідь.

403. За текстом параграфа проілюструйте взаємозв'язок між складом і фізичними властивостями речовин. Поясніть логічний ланцюг: хімічний склад → хімічний зв'язок → кристалічні ґратки → фізичні властивості.

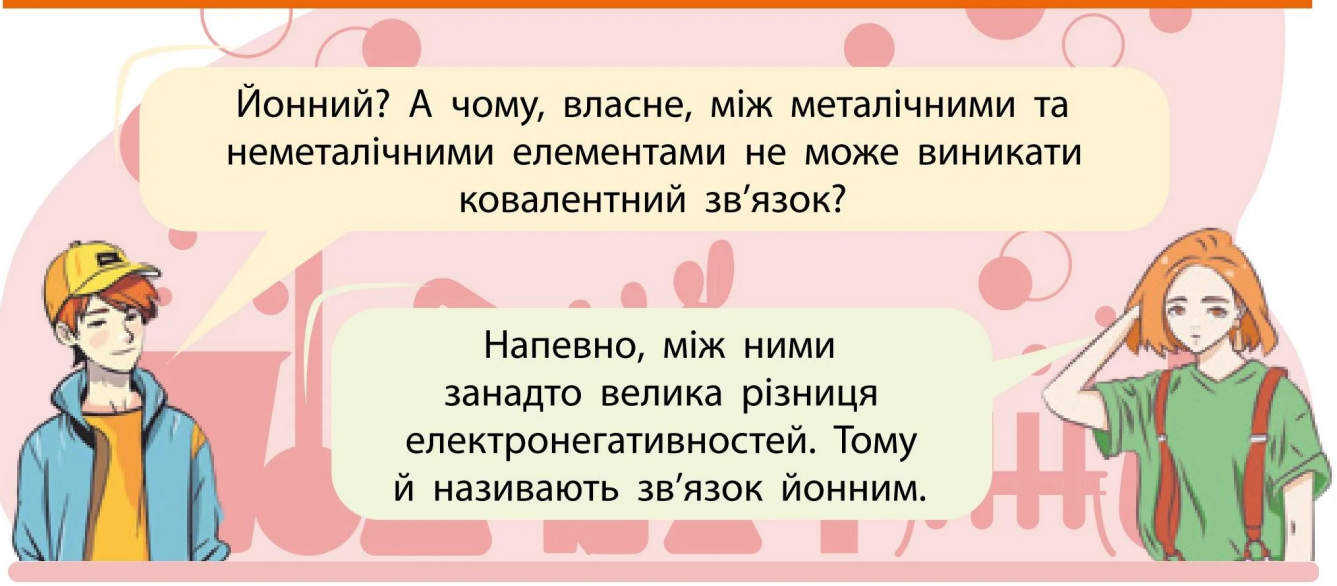
404. Багато молекулярних речовин розчиняються у воді або інших органічних розчинниках. На відміну від них, речовини атомної будови не розчиняються в жодному. Чим, на вашу думку, це можна пояснити?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

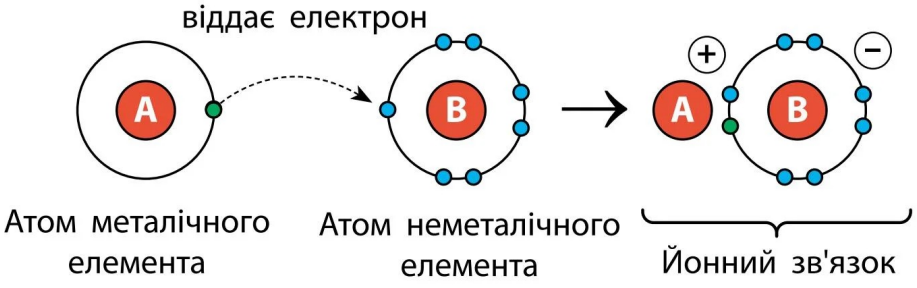
§ 35. ЙОННИЙ ЗВ'ЯЗОК. ЙОННІ КРИСТАЛИ



Утворення речовин із йонним зв'язком

Механізм утворення речовин із йонним зв'язком має спільні риси з утворенням речовин із ковалентним зв'язком. Це відбувається унаслідок перерозподілу електронів. Йонний зв'язок існує в речовинах, утворених металічними та неметалічними хімічними елементами.

Атоми металічних елементів утрачають електрони, перетворюючись на позитивно заряджені йони (катіони), а атоми неметалічних — приймають електрони, перетворюючись на негативно заряджені йони (аніони). Між цими різнойменно зарядженими йонами виникає електростатичне притягання, сила якого залежить від зарядів йонів і їхніх радіусів. Такий зв'язок називають *йонним*.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

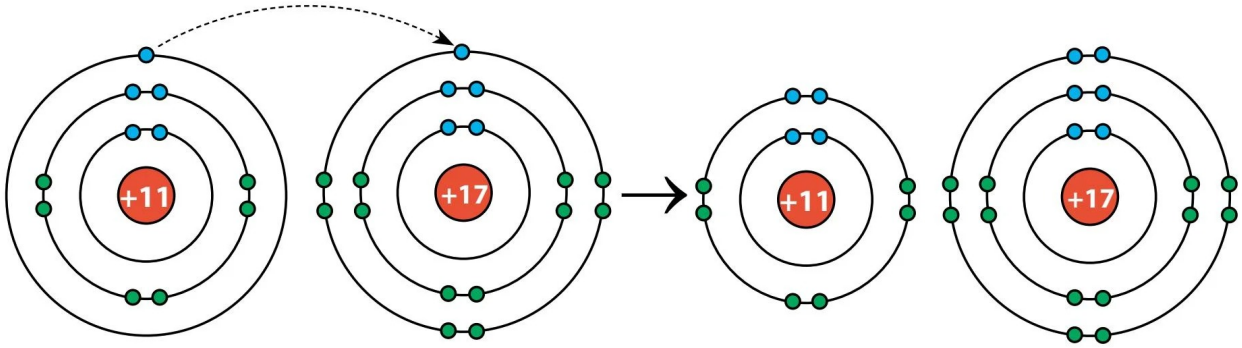
Хімічний зв'язок, що виникає внаслідок притягання протилежно заряджених йонів, називають **йонним**.

Йонний зв'язок:
- виникає між протилежно зарядженими йонами;
- існує між йонами металічних і неметалічних елементів;
- існує між одно- та багатоатомними йонами в солях, гідроксидах і деяких оксидах металічних елементів.

Так, під час хімічної взаємодії натрію та хлору утворюються йони Натрію Na^+ та хлорид-іони Cl^-:

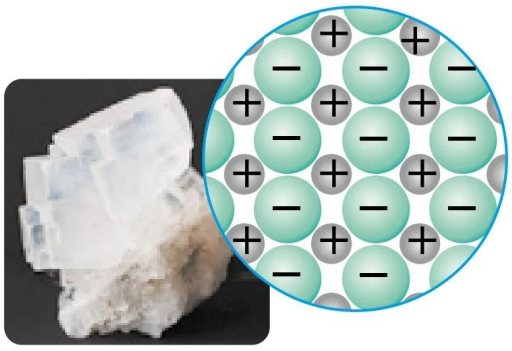
$$2Na + Cl_2 = 2NaCl$$

$$Na^0 - e^- \rightarrow Na^+ \qquad Cl^0 + e^- \rightarrow Cl^-$$



Атом Натрію Na — Атом Хлору Cl — Йон Натрію Na^+ — Йон Хлору Cl^-

Атом Натрію віддає електрон атому Хлору. І обидва атоми перетворюються на йони із завершеним зовнішнім енергетичним рівнем.



Мал. 35.1. У кристалі натрій хлориду йони утримуються йонним зв'язком

Продукт взаємодії — натрій хлорид — цілком складається з йонів Натрію та хлорид-іонів, утворених переміщенням електронів від атомів Натрію до атомів Хлору. Йони в кристалі між собою не зв'язані жорстко, тобто між ними не існує спільних електронних пар. У натрій хлориді вони утримуються разом унаслідок притягання між протилежно зарядженими йонами (мал. 35.1).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

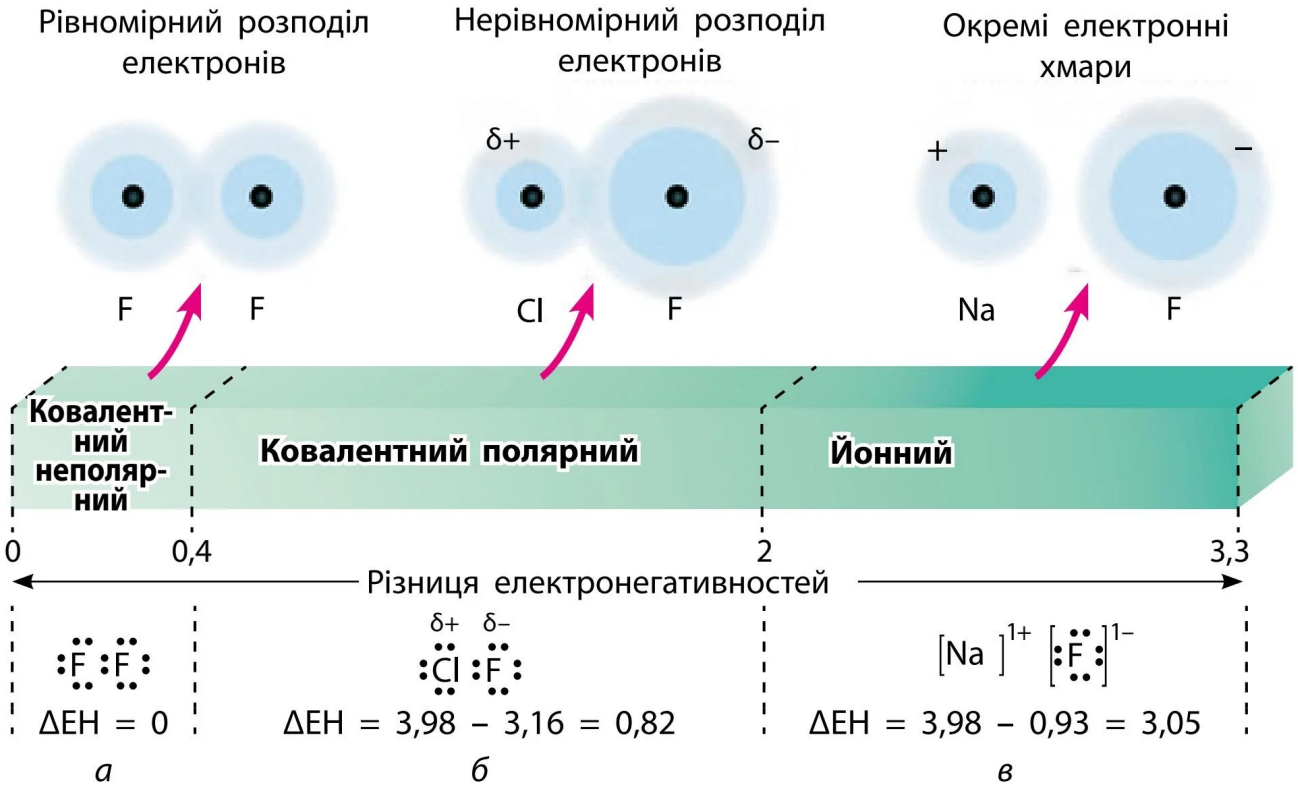
Йонний зв'язок характерний для основних оксидів ($Na_2^+O^{2-}$, $Mg^{2+}O^{2-}$), лугів (Na^+OH^-, K^+OH^-) і солей (K^+Br^-, $Ca^{2+}Br_2^-$, $K^+NO_3^-$).

Критерій утворення йонного зв'язку

Утворення речовин із йонним зв'язком можна розглядати й з погляду утворення спільної електронної пари:

$$Na\cdot + \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \rightarrow Na:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$$

Але Натрій і Хлор значно відрізняються за електронегативністю, і атом Хлору настільки сильніше притягував би спільну електронну пару, що вона повністю перейшла б до нього, а атому Натрію вже не належала б. Тому електрон, що перебував на зовнішньому рівні атома Натрію і мав утворити спільну електронну



Мал. 35.2. Залежність типу зв'язку від різниці електронегативностей елементів: *а* — ковалентний неполярний зв'язок; *б* — ковалентний полярний; *в* — йонний

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

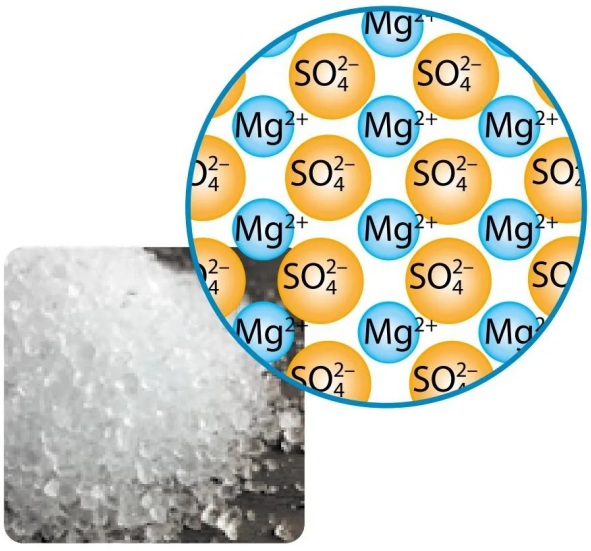
пару, одразу переходить у повну власність атома Хлору з одночасним перетворенням цих атомів на йони.

Отже, йонний зв'язок можна розглядати як крайній випадок ковалентного полярного зв'язку, коли спільна електронна пара повністю перейшла до одного з атомів. Йонний зв'язок існує між атомами елементів зі значною різницею електронегативностей.

Між атомами одного неметалічного елемента, звичайно, існує ковалентний неполярний зв'язок (мал. 35.2*а* на с. 311). (Іноді неполярним вважають також зв'язок між атомами різних неметалічних елементів за умови, що різниця між електронегативностями елементів (ΔЕН) не перевищує 0,4). Якщо ж ΔЕН менша за 2, то зв'язок уважають ковалентним полярним (мал. 35.2*б*). Умовно вважають, що зв'язок є йонним, якщо ΔЕН перевищує 2 (мал. 35.2*в*).

Йонні кристали

Йонні речовини мають кристалічні ґратки, у вузлах яких розташовані різнойменно заряджені йони (мал. 35.3). Йонні кристалічні ґратки характерні для речовин із йонним зв'язком — солей, лугів і оксидів активних металічних елементів (NaCl, $NaNO_3$, K_2SO_4, KOH, NaOH, CaO).



Мал. 35.3. Магній сульфат — речовина з йонним зв'язком

Йонні сполуки за кімнатної температури тверді, а плавляться й киплять лише за високої температури. Це пояснюється тим, що йони в кристалі сильно притягуються один до одного і, щоб зрушити їх, потрібно багато енергії. Утім, незважаючи на твердість, йонні речовини крихкі. Це зумовлене будовою кристала: навіть незначний зсув наближає один до одного однойменно заряджені йони, і вони починають відштовхуватися. Наслідком

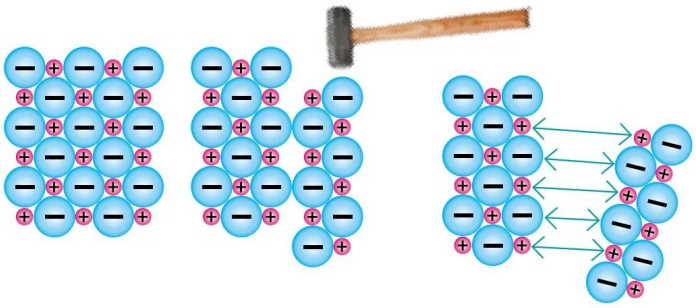
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

цього є тріщини в кристалі й навіть його руйнування (мал. 35.4).

Через те що йони в кристалічних ґратках закріплені на певному місці й утримуються разом силами електростатичного притягання, йонні речовини не проводять електричний струм. Але якщо розплавити такі речовини або розчинити у воді, то йони стають рухливими, і тому розплави та розчини йонних сполук добре проводять електричний струм.

Будовою кристалічних ґраток пояснюється також те, що йонні сполуки нелеткі, тому вони не мають запаху.



Мал. 35.4. У йонних речовинах зміщення шарів призводить до відштовхування однойменно заряджених йонів і руйнування кристала

Йонні кристали:
- у вузлах ґраток — йони (катіони й аніони);
- тип зв'язку — йонний;
- тверді, крихкі, нелеткі;
- тугоплавкі;
- деякі розчиняються у воді

Робота з інформацією

405. Порівняйте ковалентний і йонний зв'язки, склавши для них діаграми Венна.

406. Наведіть по дві формули сполук, у яких Оксиген утворює зв'язок: а) йонний; б) ковалентний.

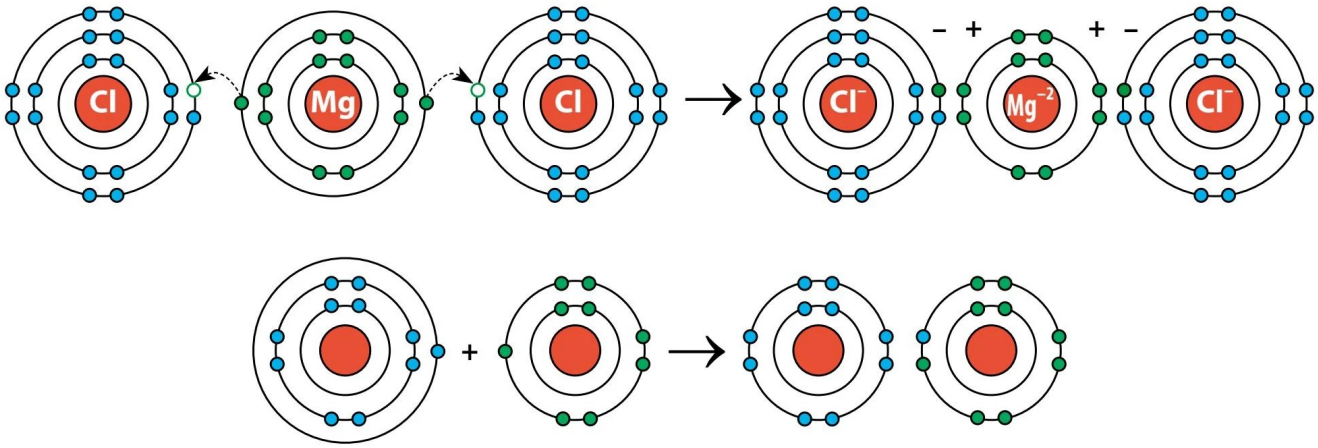
407. Із переліку формул речовин випишіть формули сполук із йонним зв'язком.
HBr, Na_2O, CaO, CO_2, CO, NO_2, K_3N, NH_3, N_2, NF_3, MgF_2.

408. Зобразіть схему утворення йонів на прикладі: а) калій флуориду KF; б) магній оксиду MgO; в) алюміній броміду $AlBr_3$.

409. Проаналізуйте моделі утворення йонів на с. 314. Схарактеризуйте ці процеси та складіть для них хімічні рівняння.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



Розуміння явищ природи (робота в групах)

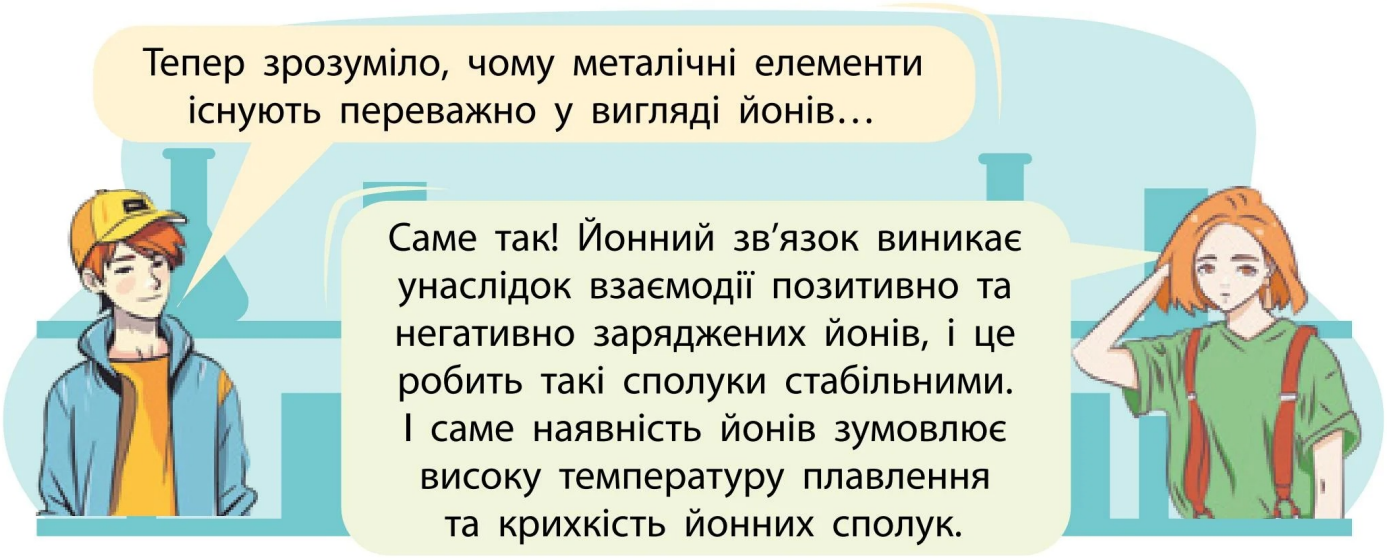
410. В інтернет-джерелах Софія та Андрій знайшли інформацію про властивості деяких речовин, що трапляються в щоденному житті, та сформували таблицю. Допоможіть їм визначити, які речовини мають молекулярну, а які — атомну або йонну будову. Аргументуйте свій вибір.

№ з/п	Речовина	$t_{плав.}$, °C	$t_{кип.}$, °C	Густина, г/см³	Розчинність у воді	Розчинність у бензині
1	Парафін	40–60	> 370	0,91	погана	гарна
2	Сіль кухонна	801	1465	2,17	гарна	погана
3	Лимонна кислота	156	—	1,67	гарна	погана
4	Цукор	186	—	1,59	гарна	погана
5	Графіт	4000	—	2,2	нерозчинний	нерозчинний
6	Ацетон	–95	56	0,79	безмежна	помірна
7	Сода кальцинована	852	—	2,53	гарна	погана
8	Спирт етиловий	–114	78	0,79	безмежна	помірна
9	Йод	114	186	4,94	погана	гарна
10	Скло кварцове	> 1440	2230	2,2	нерозчинне	нерозчинне

Примітка. Прочерк у таблиці свідчить про те, що речовина під час нагрівання розкладається або такий агрегатний стан не було отримано.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com



НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ № 11

«Будова речовини»

Що є метою нашої роботи

Визначити будову речовини (атомну, молекулярну або йонну) за результатами дослідження фізичних властивостей цієї речовини.

Що нам знадобиться

Обладнання: пробірки, пальник.
Речовини: натрій хлорид, цукор, графіт, силіцій(IV) оксид.

Визначаємо ризики

Під час дослідження ви маєте працювати з пальником та зазначеними реактивами. Які небезпечні та проблемні ситуації можуть статися під час роботи з переліченим обладнанням та реактивами? Якими мають бути ваші дії в разі настання небезпеки?

Що ми маємо зробити

Для визначення будови речовини (атомної, молекулярної або йонної) треба дізнатися їхні фізичні властивості.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

1. Оберіть речовини, фізичні властивості яких ви будете досліджувати (можна використовувати рекомендовані речовини з переліку, поданому вище, або інші).
2. Складіть план дослідження фізичних властивостей цих речовин для визначення їхньої будови (атомна, молекулярна чи йонна).
3. Виконайте дослідження, результати занотуйте в таблицю.

Речовина	Агрегатний стан за кімнатної температури	Розчинність (у воді або в інших розчинниках)	Температура плавлення	Крихкість	Електропровідність

Який висновок ми маємо зробити

Визначте будову досліджених речовин, ґрунтуючись на результатах дослідження їхніх фізичних властивостей.

Самооцінювання за темою «Досліджуємо будову речовини»

rnk.com.ua/110186

РЕФЛЕКСУЄМО ЩОДО ТЕМИ «ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ»

- Поверніться на початок розділу (с. 273) та прочитайте перелік того, що ви мали дізнатися. Визначте, про що ви дізналися, а про що треба пошукати інформацію.
- Поділіться своїми думками та враженнями від вивченого з однокласниками й однокласницями.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

СЛОВНИК ТЕРМІНІВ[1]

Атомна одиниця маси (а. о. м.) — одиниця вимірювання маси надлегких частинок, яка дорівнює 1/12 маси атома Карбону-12 ($1{,}66 \cdot 10^{-24}$ г).

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

Відносна молекулярна маса M_r — це величина, що дорівнює відношенню маси певної молекули до 1/12 маси атома Карбону-12.

Електроліз — процес розкладання розчинених або розплавлених речовин під впливом електричного струму.

Електронегативність — здатність атома притягувати спільні електронні пари.

Ізотопи — це різні нукліди одного хімічного елемента.

Індикатор — речовина, що змінює своє забарвлення залежно від наявності іншої речовини в розчині (кислоти, лугу тощо).

Йон — одноатомна або багатоатомна частинка, що має електричний заряд.

Каталізатор — речовина, що змінює швидкість хімічної реакції, але сама в ній не витрачається.

Кількість речовини — фізична величина, що характеризує кількість однотипних частинок речовини (атомів, молекул, йонів тощо).

Моль — кількість речовини (порція), що містить $6{,}02 \cdot 10^{23}$ структурних частинок цієї речовини (атомів, молекул або йонів).

Молярна маса — це маса речовини кількістю 1 моль.

Молярний об'єм V_m— об'єм речовини кількістю 1 моль.

Нуклід — різновид атомів із певним числом протонів і нейтронів у ядрі.

Ступінь окиснення — умовний заряд на атомі в молекулі або кристалі, обчислений із припущенням, що всі спільні електронні пари повністю зміщені в бік більш електронегативного елемента.

Хімічний елемент — різновид атомів з однаковим зарядом ядра.

Хімічний зв'язок — взаємодія атомів, що зумовлює стійкість багатоатомних частинок (молекул, йонів, кристалів).

---

1 Повний словник термінів подано в інтерактивному електронному додатку до підручника.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А
Атмосфера 63
Атом 108
Атомна одиниця маси (а. о. м.) 26
Б
Бінарні сполуки 20
Біопаливо 215
В
Відносна атомна маса A_r 123
Відносна молекулярна маса M_r 28
Водень 135
Вуглекислий газ 169
Вуглецевий слід 213
Г
Горіння 85
Д
Декарбонізація 214
Е
Електроліз 72
Електрон 224
Електронегативність 287
Електронна оболонка атомів 238
Енергетичний рівень 238
З
Закон
Авоґадро 110
об'ємних співвідношень 111
Періодичний 264
І
Ізотопи 231
Індикатор 125
Й
Йон 9, 309
К
Каталізатор 71
Кислоти 122
Кількість речовини 48
Л
Леткі сполуки з Гідрогеном 134
М
Масова частка хімічного елемента в речовині 33
Метан 193
Молекула 9
Моль 45
Молярна маса 49
Молярний об'єм V_m 108
Н
Нейтрони 225
Нукліди 228
Нуклони 225
О
Оксиди
кислотні 121
основні 123
Основи 123
П
Парниковий ефект 204
Період 268
Повільне окиснення 89
Повітря 64
Потони 225
Р
Ряд активності металів 158
Речовини
аморфні 300
атомної будови 305
йонної будови 312
кристалічні 300
молекулярної будови 303
Родини хімічних елементів 249
С
Солі 150
Ступінь окиснення 293
Т
Трикутник вогню 86
Х
Хімічний елемент 227
Хімічний зв'язок 275
йонний 311
ковалентний 280
Ч
Чадний газ 185
Я
Ядро атома 224

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

ВІДПОВІДІ НА РОЗРАХУНКОВІ ЗАДАЧІ

§ 1

3. $m(Mg) = 1{,}2$ г; $m(MgO) = 2$ г.
4. 4.1. 211,75 г; 4.2. V(бруска) = 12 см^3, $\rho = 19{,}25$ г/см^3; 4.4 13,24 г/см^3; 4.5. Au (вольфрам не пластичний), виріб із суміші золота із додаванням срібла або міді.
5. A – тирса, B – глина, C – сіль, D – залізо.

§ 3

18. а) Нітрогену в 3,5 рази; б) Сульфуру в 2 рази; в) Феруму в 2 рази; г) Купруму в 2 рази.
19. 4.
20. а) 71; б) 98; в) 342; г) 64; д) 136; е) 100; є) 222.
21. а) 58,5; б) 200; в) 461; г) 102; д) 76.
22. H_2O_2.
23. FeS_2.
24. 202.
25. а) так; б) так.
26. Права шалька опуститься донизу.

§ 4

27. а) $w(N) = 30{,}4$ %, $w(O) = 69{,}6$ %;
б) $w(Pb) = 74{,}5$ %, $w(Cl) = 25{,}4$ %;
в) $w(Na) = 43{,}4$ %, $w(C) = 11{,}3$ %, $w(O) = 45{,}3$ %;
г) $w(H) = 2{,}04$ %, $w(S) = 32{,}65$ %, $w(O) = 65{,}31$ %;
д) $w(Ba) = 68{,}4$ %, $w(P) = 10{,}3$ %, $w(O) = 21{,}3$ %.
28. У глюкозі масова частка Оксигену більша: $w(O)_{гл.} = 53{,}33$ %, $w(O)_{сах.} = 51{,}5$ %. $w(O)_{гл.} > w(O)_{сах.}$
29. $w(Si) = 46{,}7$ %.
30. $m(H) = 1{,}76$ г.
31. $m(Na^+) = 0{,}786$ г.
32. $m(Fe) = 700$ кг.
33. У $NaNO_3$ $w(N) = 16{,}53\%$, у NH_4NO_3 $w(N) = 35\%$.

§ 5

36. а) CrO_3; б) Fe_2O_3.
37. а) N_2O_3; б) C_3H_8.
38. $CuFeS_2$.
39. Fe_3O_4.
40. $CaCl_2$, кальцій хлорид.

§ 6

42. а) 34 г/моль; б) 17 г/моль; в) 38 г/моль; г) 100 г/моль; д) 64 г/ моль; е) 40 г/моль; є) 174 г/моль; ж) 242 г/моль; з) 118 г/моль.
43. а) 0,125 моль; б) 0,75 моль; в) 5 моль, г) 119 моль.
44. а) 4 г; б) 96 г; в) 45 г; г) 256,5 г; д) 15,84 г.
45. а) 63,5 г/моль, мідь (Cu); б) 24 г/моль, магній (Mg); в) 32 г/моль, сірка (S), або кисень (O_2).
46. а) $m(O_2) = 96$ г, $m(N_2) = 56$ г, $m(O_2) > m(N_2)$;
б) $m(H_2O) = 90$ г, $m(Cl_2) = 99{,}4$ г, $m(Cl_2) > m(H_2O)$;
в) $m(CaO) = 56$ г, $m(MgO) = 60$ г, $m(MgO) > m(CaO)$.
47. а) $n(O) = 6$ моль; б) $n(O) = 0{,}5$ моль.
48. Число молекул прямо пропорційне кількості речовини, а кількість речовини за умови однакової маси обернено пропорційна значенню молярної маси. $M(O_3) > M(O_2)$. Тому більше молекул у зразку кисню.
49. а) $n(HNO_3) = 2$ моль; б) $n(N) = 2$ моль; в) $n(H) = 2$ моль; г) $n(O) = 6$ моль.
50. $M(C_xH_y) = 16$ г/моль. У складі молекули може бути лише 1 атом Карбону, тоді число атомів Гідрогену 4. Формула сполуки CH_4.

§ 7

53. $2Cu + O_2 = 2CuO$, $n(Cu) : n(O_2) = 2 : 1$.
54. $n(P_2O_5) = 1$ моль, $n(O_2) = 2{,}5$ моль.
55. а) $n(Ca(OH)_2) = 0{,}5$ моль;
б) $n(Ca(OH)_2) = 0{,}125$ моль.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com

56. $m(O_2)$ = 576 г, $m(N_2)$ = 336 г, $m(H_2O)$ = 648 г.
57. $m(NH_4HCO_3)$ = 11,85 г.
58. $m(C)$ = 15 г, $m(CH_4)$ = 20 г. Метану потрібно взяти більше в ≈1,33 рази.
59. $m(NH_4NO_3)$ = 9,12 г.
60. $m(NaCl)$ ≈ 3,9 кг.
61. $m(Fe)$ = 37,8 г.
63. Fe + S = FeS. На 1 моль заліза потрібно взяти 1 моль сірки, $m(Fe)$ = 56 г, $m(S)$ = 32 г.

§ 9

76. $\rho(O_2)$ / ρ (повітря) ≈ в 1,11 раза.
77. а) $m(O_2)$ = 25 г; б) $w(H_2O_2)$ = 13,3 %.
78. У калій перманганаті $w(O)$ = 40,5 %, у бертолетовій солі $w(O)$ = 39,2 %. Масова частка Оксигену в калій перманганаті більша.
79. а) $m(O_2)$ ≈ 101 г, $V(O_2)$ ≈ 70,6 л; б) $m(O_2)$ ≈ 392 г, $V(O_2)$ ≈ 274 л.
86. Шалька зі склянкою опуститься вниз.

§ 10

98. $m(S)$ = 11,2 г.
99. $m(O_2)$ = 14,4 г.

§ 11

121. Близько 1050 годин, ≈ 44 доби.

§ 13

137. а) $V(N_2)$ =44,8 л; б) $V(O_2)$ = 11,2 л; в) $V(F_2)$ = 5,6 л; г) $V(H_2S)$ = 64,96 л; д) $V(NH_3)$ = 94,08 л.
138. а) $V(H_2)$ = 112 л; б) $V(H_2)$ = 224 л.
139. Найбільшою буде маса посудини із SO_2, а найменшою — посудини із NH_3.
140. $m(H_2S)$ = 25,5 г.
141. У зразку хлору молекул вдвічі більше. У зразку метану атомів більше в 1,25 раза.
143. $V(NH_3)$ = 300 л.
144. У зразку амоніаку масою 100 г молекул амоніаку більше.

§ 15

161. $n(O_2)$ = 0,03125 моль, $n(H_2)$ = 0,5моль. У зразку водню атомів Гідрогену більше в 16 разів.
166. $w(H_2)$ = 0,000168 %. Практично нерозчинні речовини.
167. $w(H_2)$ = 0,627 %.
171. У паладії розчиниться 3036 г водню. Це в 5,42 раза більше, ніж міститься в балоні.

§ 16

180. $V(H_2)$ = 67,2 м³.
181. $m(Zn)$ = 16,25 г.
182. $V(H_2)$ = 123,2 л.
183. $V(O_2)$ = 1 м³, $m(H_2O)$ ≈ 1,6 кг.
184. $V(H_2)$ = 673 м³.
185. $m(Cr_2O_3)$ = 101 г, m(Cr) = 69,2 г.

§ 17

197. $n(CuSO_4)$ = 0,03 моль.
198. а) $m(Cr_2(SO_4)_3)$ = 137,2 г; б) $m(CaF_2)$ = = 54,6 г; в) $m(MgSiO_3)$ = 120 г.
200. $m(NaCl)$ = 45 г.
201. $w(CaCl_2)$ = 4 %.

§ 18

214. $m(Zn)$ = 3,25 г.
215. $m(Sn)$ = 3,57 кг.
216. $V(H_2)$ = 33,6 л.
217. $n(H_2SO_4)$ = 0,5 моль, $m(MgSO_4)$ = 60 г, $V(H_2)$ = 11,2 л.
218. $n(Cu)$ = 0,2 моль
219. $V(H_2)$ = 12,32 л.
220. $m(Ag)$ = 1,08 г, маса пластинки збільшиться на 0,755 г.

§ 19

233. $m(CaCO_3)$ = 5 кг.
234. $m(HCl)$ ≈ 4,34 г, $V(CO_2)$ ≈ 2,67 л.
235. $m(Ca(OH)_2)$ = 83,25 г,
236. $m(CaO)$ ≈ 1271,2 г ≈ 1,27 кг.
237. $m(CaCO_3)$ = 2,5 кг.

§ 20

256. $V(CO)$ = 386 л.

§ 21

266. $V(CH_4)$ = 168 л.
267. Мінімальний $V(CH_4)$ = 1,1 м³.

issuu-downloader.com

Хімія 8

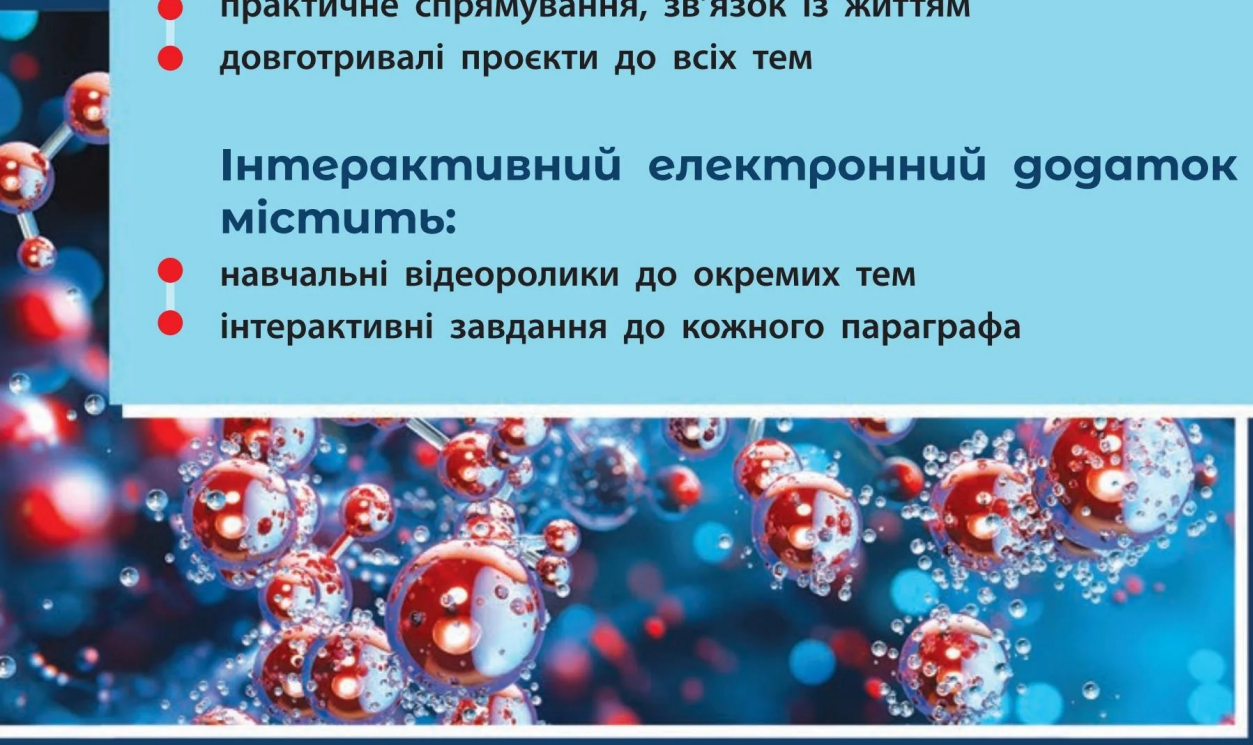
підручник для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Особливості підручника:

- діяльнісний підхід до вивчення предмета
- змістовна текстова частина, увиразнена яскравим візуальним матеріалом
- практичне спрямування, зв'язок із життям
- довготривалі проєкти до всіх тем

Інтерактивний електронний додаток містить:

- навчальні відеоролики до окремих тем
- інтерактивні завдання до кожного параграфа



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

issuu-downloader.com