

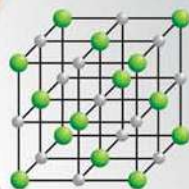
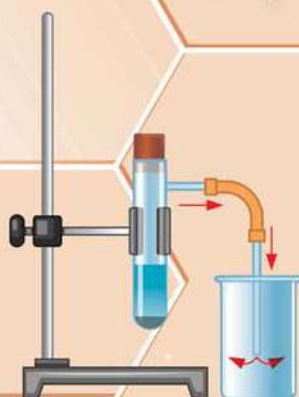
Нова
українська
школа

Оріон



Ольга ЯРОШЕНКО
Тетяна КОРШЕВНЮК

ХІМІЯ



8

ПЕРІОДИЧНА ТАБЛИЦЯ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (коротка форма)

Періоди	Ряди	Групи													
		I	II		III	IV	V	VI	VII	VIII					
1	1	H1 Гідроген1,0079							(H)	He2 Гелій4,0026	Порядковий номер Символ елемента Ca20 Кальцій40,08 Назва елемента Відносна атомна маса елемента				
2	2	Li3 Літій6,941	Be4 Берилій9,012	B5 Бор10,81	C6 Карбон12,011	N7 Нітроген14,0067	O8 Оксиген15,999	F9 Флуор18,998	Ne10 Неон20,180						
3	3	Na11 Натрій22,990	Mg12 Магній24,305	Al13 Алюміній26,982	Si14 Силіцій28,086	P15 Фосфор30,974	S16 Сулфур32,06	Cl17 Хлор35,453	Ar18 Аргон39,948						
4	4	K19 Калій39,098	Ca20 Кальцій40,08	21Sc 44,956Скандій	22Ti 47,87Титан	23V 50,941Ванадій	24Cr 51,996Хром	25Mn 54,938Манган	26Fe 55,845Ферум	27Co 58,933Кобальт	28Ni 58,69Нікол				
	5	29Cu 63,546Купрум	30Zn 65,38Цинк	Ga31 Галій69,72	Ge32 Германій72,64	As33 Арсен74,922	Se34 Селен78,96	Br35 Бром79,904	Kr36 Криптон83,80	– s-елементи – p-елементи					
5	6	Rb37 Рубідій85,468	Sr38 Стронцій87,62	39Y 88,906Ітрій	40Zr 91,22Цирконій	41Nb 92,906Ніобій	42Mo 95,94Молібден	43Tc [98]Технецій	44Ru 101,07Рутеній	45Rh 102,905Родій	46Pd 106,4Паладій				
	7	47Ag 107,868Аргентум	48Cd 112,41Кадмій	In49 114,82Індій	Sn50 118,71Станум	Sb51 121,76Стибій	Te52 127,60Телур	I53 126,904Йод	Xe54 131,29Ксенон	– d-елементи – f-елементи					
6	8	Cs55 Цезій132,91	Ba56 Барій137,33	57*La 138,905Лантан	72Hf 178,49Гафній	73Ta 180,948Тантал	74W 183,84Вольфрам	75Re 186,207Реній	76Os 190,2Осмій	77Ir 192,22Іридій	78Pt 195,08Платина				
	9	79Au 196,967Аурум	80Hg 200,59Меркурій	Tl81 204,38Талій	Pb82 207,2Плюмбум	Bi83 208,980Бісмут	Po84 [209]Полоній	At85 [210]Астат	Rn86 [222]Радон						
7	10	Fr87 [223]Францій	Ra88 226,03Радій	89**Ac [227]Актиній	104Rf [261]Резерфордій	105Db [262]Дубній	106Sg [263]Сиборгій	107Bh [262]Борій	108Hs [265]Гасій	109Mt [266]Майтнерій	110Ds [281]Дармштадтій				
	11	111Rg [280]Рентгеній	112Cn [285]Коперницій	Nh113 [284]Ніхоній	Fl114 [289]Флеровій	Mc115 [288]Московій	Lv116 [293]Лівермерій	Ts117 [294]Теннессин	Og118 [294]Оганесон						
* Лантаноїди		58Ce 140,12Церій	59Pr 140,908Празеодим	60Nd 144,24Неодим	61Pm [147]Прометій	62Sm 150,4Самарій	63Eu 151,96Європій	64Gd 157,25Гадоліній	65Tb 158,925Тербій	66Dy 162,50Диспрозій	67Ho 164,93Гольмій	68Er 167,26Ербій	69Tm 168,93Тулій	70Yb 173,04Ітербій	71Lu 174,97Лютецій
** Актиноїди		90Th 232,038Торій	91Pa 231,036Протактиній	92U 238,029Уран	93Np [237]Нептуній	94Pu [244]Плутоній	95Am [243]Америцій	96Cm [247]Кюрі	97Bk [247]Берклій	98Cf [249]Каліфорній	99Es [252]Ейнштейній	100Fm [257]Фермій	101Md [258]Менделевій	102No [259]Нобелій	103Lr [260]Лоуренсій



Ольга ЯРОШЕНКО
Тетяна КОРШЕВНЮК

ХІМІЯ

Підручник для 8 класу
закладів загальної
середньої освіти



*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України*

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 21.02. 2025 № 347)

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

Автори підручника:

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

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



Запрошуємо до електронного додатка до підручника:
<https://faino.school/>

Ярошенко О. Г., Коршевнік Т. В.

Я77 Хімія : підручник для 8 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ : УОБЦ «Оріон», 2025. 224 с. : іл.

ISBN 978-966-991-412-5

УДК 54*кл8(075.3)

ISBN 978-966-991-412-5

© Ярошенко О. Г., Коршевнік Т. В., 2025
© УОБЦ «Оріон», 2025

ШАНОВНІ ВОСЬМИКЛАСНИЦІ І ВОСЬМИКЛАСНИКИ! ДОРОГІ НАШІ ЮНІ ДРУЗІ Й ПОДРУГИ, ТІ, ХТО ОБИРАЄ ХІМІЮ І ЖИТТЯ!

Сьогодні ви розпочинаєте вивчення хімії у 8 класі і, сподіваємося, радієте зустрічі не лише з учителями та друзями, а й з новими підручниками. Розгортаючи цю навчальну книжку з хімії, будьте певні: ви зустрінете багато знайомого і дружнього, зрозумілого і нового. Адже разом з її авторками ви упродовж кількох років відкриваєте для себе світ природничих знань і захопливої науки, важливої для розуміння довкілля, технологій і корисних дій. А головне — пересвідчуєтесь, що хімія — наука про життя і для життя. Так, розуміючи її закони і закономірності, ми краще розуміємо саме життя, його реалії і перспективи. І стаємо більш захищеними, готовими до викликів навколишнього світу, що так швидко змінюється. Завдяки знанням хімічних закономірностей ми переконуємося не лише у тому, що кількість може переходити в якість, а й у тому, що за всіх змін і перетворень цінності залишаються цінностями. Психологи радять у наш складний, жорстокий час обирати Життя і спостерігати його різноманітні прояви. Лише через це варто вивчати і любити хімію.

За роки нашої співпраці ви переконалися, що підручник є вашим надійним помічником у вивченні хімії. Тим більше у наш багатовимірний час він стане вам у пригоді скрізь: у школі і вдома, допоможе зрозуміти хімічні явища. А головне — він вчитиме мислити.

Навчаючись за ним, ви будете:

- відкривати нове для себе в природі;
- здобувати вміння і знання, необхідні в пізнанні природи та повсякденному житті;
- розвивати естетичні смаки;
- пліч-о-пліч у парі чи групі з однокласницями й однокласниками розв'язувати різні проблеми й ділитися досвідом;
- генерувати наукові ідеї і робити відкриття;
- відчувати себе креативними й успішними, змінюватися самим і змінювати світ.

А ще оволодієте такими життєво важливими вміннями:

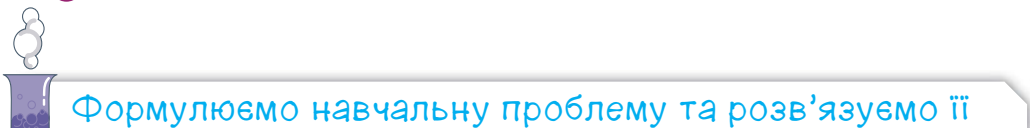
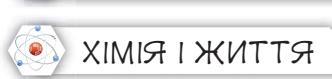
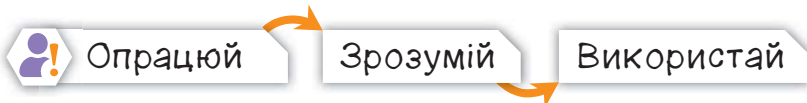
- читати з розумінням;
- висловлювати власну думку;
- критично і системно мислити;
- логічно обґрунтовувати позицію;
- виявляти ініціативу;
- конструктивно керувати емоціями;
- оцінювати ризики;
- приймати рішення;

- розв'язувати проблеми;
- співпрацювати з іншими.

Хочемо вам нагадати, що навчання хімії — це усвідомлення закономірностей природи, здійснення досліджень речовин і явищ, опрацювання й використання інформації, розвиток мислення та формування компетентостей.

Структурувати і спланувати пізнання хімії вам допоможуть уже знайомі з попередніх наших підручників рубрики:

• ПРИГАДУЄМО Й ЗАСТОСОВУЄМО



Тож починаймо!

З радістю, натхненням і хвилюванням запрошуємо вас на уроки хімії, тобто на уроки Життя!

*З повагою і надією на співпрацю
Авторки підручника*

ЗМІСТ

ДІАГНОСТУВАННЯ УМІНЬ, НАБУТИХ У 7 КЛАСІ

§ 1. РЕЧОВИНИ, ЇХ СКЛАД І ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ	7
§ 2. ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ ЯВИЩА	11

Тема 1. ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ

§ 3. ЯК СКЛАДАЮТЬ ФОРМУЛИ І НАЗВИ БІНАРНИХ СПОЛУК	16
§ 4. ВІДНОСНА АТОМНА І ВІДНОСНА МОЛЕКУРНА МАСИ	21
§ 5. МАСОВА ЧАСТКА ХІМІЧНОГО ЕЛЕМЕНТА В РЕЧОВИНІ ТА ЯК ЇЇ ОБЧИСЛЮЮТЬ	25
§ 6. КІЛЬКІСТЬ РЕЧОВИНИ. СТАЛА АВОГАДРО	30
§ 7. МОЛЯРНА МАСА	33
§ 8. ОБЧИСЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КІЬКОСТІ РЕЧОВИНИ І СТАЛОЇ АВОГАДРО	37
§ 9. КІЛЬКІСНІ ВІДНОШЕННЯ РЕЧОВИН У ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЯХ	41
§ 10. САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ З ТЕМИ 1 «ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ»	46
§ 11. ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 1 «ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ»	49

Тема 2. ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ

§ 12. МОЛЯРНИЙ ОБ'ЄМ ГАЗІВ. ЗАКОН АВОГАДРО	53
§ 13. ПОВІТРЯ — УНІКАЛЬНА СУМІШ	59
§ 14. ВІДНОСНА ГУСТИНА ГАЗІВ, ОБЧИСЛЕННЯ З ЇЇ ВИКОРИСТАННЯМ	65
§ 15. КИСЕНЬ ЯК НАЙВАЖЛИВІШИЙ ГАЗ ЖИТТЯ	70
§ 16. ЯК ДОБУТИ І ЗІБРАТИ КИСЕНЬ	76
§ 17. ЗАКОН ОБ'ЄМНИХ ВІДНОШЕНЬ ГАЗІВ	82
§ 18. КИСЕНЬ І ГОРІННЯ	85
§ 19. ПОНЯТТЯ ПРО ОКСИДИ. ВЗАЄМОДІЯ ОКСИДІВ З ВОДОЮ	91
§ 20. ПОШИРЕНІСТЬ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ	97
§ 21. ОЗОН. КОЛООБІГ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ	100
§ 22. ГІДРОГЕН І ВОДЕНЬ	104
§ 23. ВУГЛЕКИСЛИЙ І ЧАДНИЙ ГАЗИ	111

§ 24. МЕТАН CH_4 ЯК ПАЛИВО, БЮГАЗ ТА ПАРНИКОВИЙ ГАЗ	118
§ 25. САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ З ТЕМИ 2 «ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ»	123
§ 26. ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 2 «ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ»	127

Тема 3. ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА

§ 27. СУБАТОМНІ ЧАСТИНКИ.....	132
§ 28. ЕЛЕКТРОННА ОБОЛОНКА АТОМІВ	137
§ 29. РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРОНІВ ЗА ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РІВНЯМИ	143
§ 30. ЕЛЕКТРОННІ ОБОЛОНКИ АТОМІВ І ВЛАСТИВОСТІ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	147
§ 31. ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН, ЙОГО ЗНАЧЕННЯ.....	153
§ 32. ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ЇЇ ГРАФІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ.....	158
§ 33. ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ БУДОВИ АТОМА	164
§ 34. САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 3 «ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА».....	170
§ 35. ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 3 «ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА»	174

Тема 4. ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ

§ 36. ПОНЯТТЯ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ	179
§ 37. ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК І БУДОВА ЕЛЕКТРОННИХ ОБОЛОНОК АТОМІВ.....	184
§ 38. МОДЕЛІ КОВАЛЕНТНОГО ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ	188
§ 39. МОДЕЛЬ ЙОННОГО ЗВ'ЯЗКУ. ЙОННІ КРИСТАЛИ	193
§ 40. ПОНЯТТЯ ПРО СТУПЕНІ ОКИСНЕННЯ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ....	199
§ 41. АМОРФНІ РЕЧОВИНИ. АТОМНІ Й МОЛЕКУЛЯРНІ КРИСТАЛИ....	204
§ 42. САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 4 «ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ»	212
§ 43. ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 4 «ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ»	216

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	219
ФІЗИЧНІ ВЕЛИЧИНИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ У ХІМІЇ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧОВИН	221
ВІДПОВІДІ ДО РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ	222
ОРІЄНТОВНА ТЕМАТИКА НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ	223

ДІАГНОСТУВАННЯ УМІНЬ, НАБУТИХ У 7 КЛАСІ

Твоєму подальшому успішному пізнанню хімії сприятиме набута у 7 класі компетентність із цього предмета. Перш ніж вивчати новий матеріал у 8 класі, варто пригадати і відтворити збережені у довготривалій пам'яті хімічні знання та вміння. Впоратись із цим завданням дадуть тобі змогу параграфи 1 і 2, в яких стисло схарактеризовано основні поняття хімії, освоєні у 7 класі, розглянуто зразки виконання конкретних пізнавальних дій, наведено умови різноманітних завдань і вправ для самостійного виконання та роботи у групі.



§ 1

РЕЧОВИНИ, ЇХ СКЛАД І ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

- Пригадай і сформулюй визначення науки хімії.
- Назв'яй речовини, що входять до складу зображених на колажі сумішей.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ РЕЧОВИНИ. Речовиною називають вид матерії, який має певні фізичні й хімічні властивості.

Кожна речовина складається з властивих їй структурних частинок.



Структурними частинками речовин можуть бути атоми, молекули та інші. Наприклад, з атомів складаються залізо, золото, мідь; з молекул — вода, сахароза, кисень.

Атом — електронейтральна частинка, що складається з позитивно зарядженого ядра та негативно заряджених електронів.

Молекулами називають найменші електрично нейтральні частинки речовини, утворені з двох і більше хімічно зв'язаних один з одним атомів.

Молекули визначають властивості речовини, мають постійний якісний і кількісний склад. Одна молекула може містити від двох атомів (вода, кисень, азот) до кількох сотень тисяч атомів (білки, пластмаси).

Фізичне тіло складається з однієї чи кількох речовин і має певну форму.

Наприклад, срібло — речовина, а срібна монета — тіло, виготовлене з цієї речовини (мал. 1. 1). Графіт — речовина, а виготовлені з нього графітові електроди — тіла (мал. 1. 2).



1

2

Мал. 1. Речовини й виготовлені з них тіла:

1 — срібло й срібні монети; 2 — графіт і графітові електроди

До речовини або суміші речовин, з яких виготовляють тіла, застосовують загальну назву — **матеріал** (пластмаси, сталь, чавун, гума, деревина тощо).



Медіапошук

З доступних тобі джерел інформації дізнайся, з яких матеріалів виготовлене одне з тіл, наприклад автомобіль, смартфон чи інше.

Вчені знають про існування понад 100 мільйонів речовин. Незважаючи на таку величезну різноманітність, утворені вони порівняно невеликою кількістю видів атомів.



Вид атомів з однаковим зарядом ядра називають хімічним елементом.

На сьогодні відомо 118 видів атомів, або хімічних елементів. З них 92 трапляються в природі у вільному стані або у складі сполук. Решта створені вченими штучно.

Кожен елемент має назву, що пишеться з великої літери, і письмове позначення символом хімічного елемента. Наприклад, Купрум Cu, Алюміній Al, Карбон C.

Завдання 1. Заповни клітинки, скопійованої в зошит таблиці 1, належною інформацією про хімічні елементи.

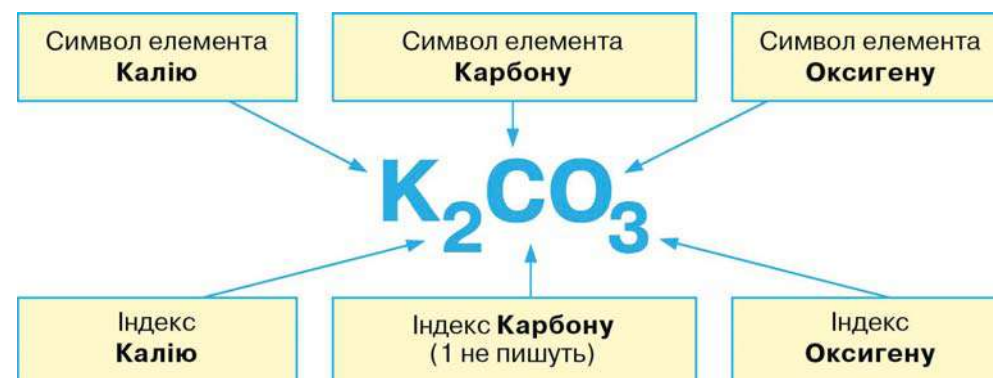
Таблиця 1

Хімічний елемент		
назва	СИМВОЛ	ВИМОВА СИМВОЛУ
Карбон		
	N	
		ферум
	O	
Гідроген		
		пе

Склад речовин записують хімічною формулою.



Хімічна формула — це умовний запис якісного та кількісного складу речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів.



Зображена хімічна формула читається калій-два-це-о-три.

Завдання 2. Запиши формули речовин за їх вимовою:

а) натрій-два-силіцій-о-три; б) ферум-бром-три; в) ферум-хлор-два; г) калій-о-аш.

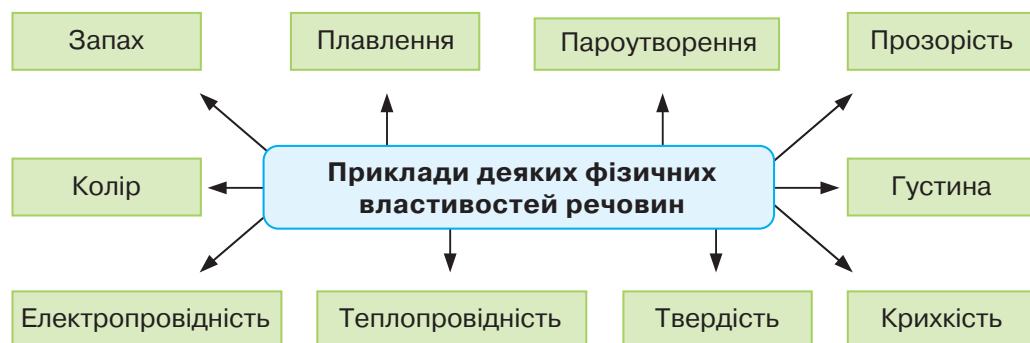
Завдання 3. У рослинах є кілька типів хлорофілів. Один з них — хлорофіл а, що має формулу $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$.

- Опиши якісний і кількісний склад молекули хлорофілу а.
- Яке значення хлорофілу для рослин?

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕЧОВИН. Властивостями речовин називають ознаки, за якими речовини розпізнають. Щоб переглянути відео, яке демонструє деякі фізичні властивості речовин, перейди за покликанням qr.orioncentr.com.ua/LjRaZ або QR-кодом.



Перелік деяких фізичних властивостей речовин ілюструє схема:



Завдання 1. До кожної з фізичних властивостей наведіть по кілька прикладів речовин.

Завдання 2. Обміняйтесь результатами виконання завдання 1 з іншою групою.



ТОБІ ДО СНАГИ

- Усно сформулюй визначення хімічних понять, розглянутих у параграфі.
- Поясни значення індексів у хімічних формулах.
- Проаналізуй твердження 1 і 2 та обери правильний варіант відповіді.

Твердження 1. Атом складається з ядра та електронів.

Твердження 2. Графіт — це проста речовина.

- А** правильне лише твердження 1 **В** обидва твердження правильні
Б правильне лише твердження 2 **Г** обидва твердження не правильні

- Кількісний склад молекули речовини — 4 атоми Карбону, 8 атомів Гідрогену, 4 атоми Оксигену.
 - Склади і прочитай формулу речовини.
 - Назв'ї її якісний склад.
 - Простою чи складною є ця речовина?
- Запиши вимову кожної хімічної формули C_2H_6O , CuO , N_2 , O_3 , H_2 , S , Ca , KOH , Mg , C_5H_{12} , KNO_3 , Mg_3N_2 .
- Укажи формули речовин, що мають однаковий якісний склад.
 - $NaNO_3$.
 - NH_4NO_3 .
 - HNO_2 .
 - HNO_3 .
 - $NaOH$.

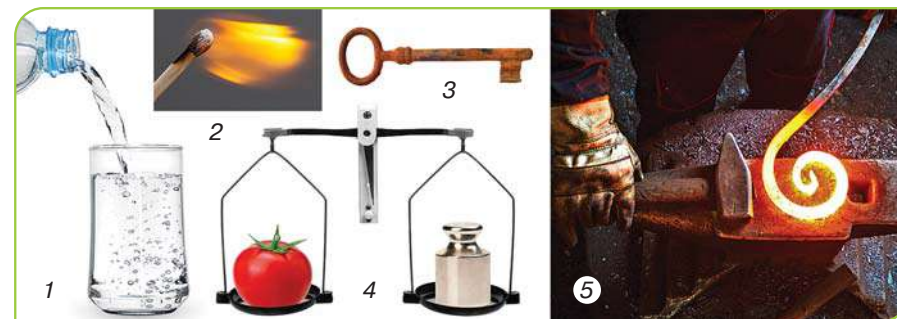
А 1, 2, 3 **Б** 2, 3, 4 **В** 3, 4, 5 **Г** 1, 3, 5
- Поясни, які фізичні властивості зумовлюють застосування речовин: а) сахарози, б) заліза, в) кисню.



§ 2

ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ ЯВИЩА

- З наведених на колажі малюнків обери ті, на яких зображено фізичні явища. Поясни свій вибір.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Фізичні явища — це явища, під час яких склад речовин залишається незмінним.

Хімічні явища (хімічні реакції) — це явища, під час яких з одних речовин утворюються інші речовини.

Завдання 1. Переглянь відео за покликанням qr.orioncentr.com.ua/hXHal або QR-кодом.

У цьому відео демонструється розчин, виготовлений з кухонної солі й води. Після перегляду дай відповіді на запитання:

- Яке із зображених на відео явищ належить до фізичних, а яке — до хімічних?
- Яке обладнання використано?

Під час хімічних реакцій відбувається перегрупування атомів, яке часто супроводжується зміною кольору, виділенням світла чи тепла та іншими фізичними явищами.

Щоб краще зрозуміти відмінності між фізичними і хімічними явищами, переглянь відео за покликанням qr.orioncentr.com.ua/tDAbs або QR-кодом.

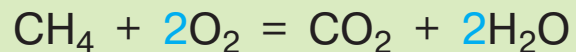
Речовини, які вступають у хімічну реакцію, називають **реагентами** або **реактантами**. Речовини, які утворюються в результаті хімічної реакції, називають **продуктами реакції**.

Схема реакції — умовний запис хімічної реакції за допомогою формул реагентів / реактантів і продуктів реакції, знаків «+» і «→».



СХЕМА РЕАКЦІЇ

Перебіг хімічних реакцій записують за допомогою **хімічних рівнянь**, які містять формули реагентів / реактантів і продуктів реакції, коефіцієнти, знаки «+» і «=».



ХІМІЧНЕ РІВНЯННЯ

Завдання 2. Чим схема реакції відрізняється від хімічного рівняння? Для наведених вище схеми реакції і хімічного рівняння назви реагенти і продукти реакції.

Завдання 3. Зазнач запис, який є схемою реакції:

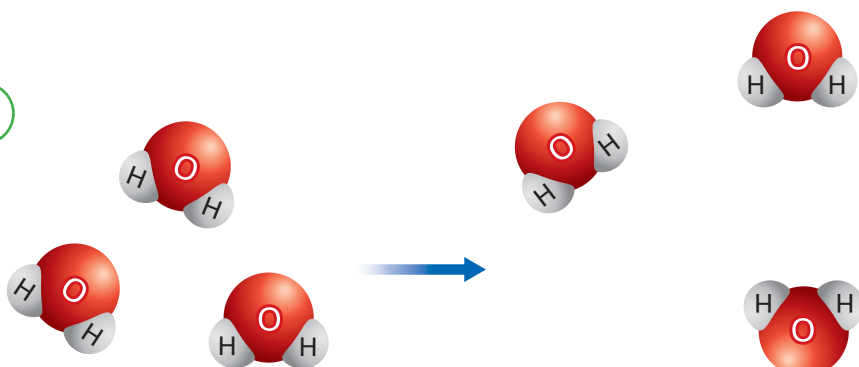
а) $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$; б) $\text{CO}_2 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgO} + \text{C}$.

У зошиті перетвори схему реакції на хімічне рівняння. Підпиши в ньому реагенти і продукти реакції, коефіцієнти та індекси. Прочитай хімічне рівняння уголос.



Проаналізуйте схеми й виконайте завдання.

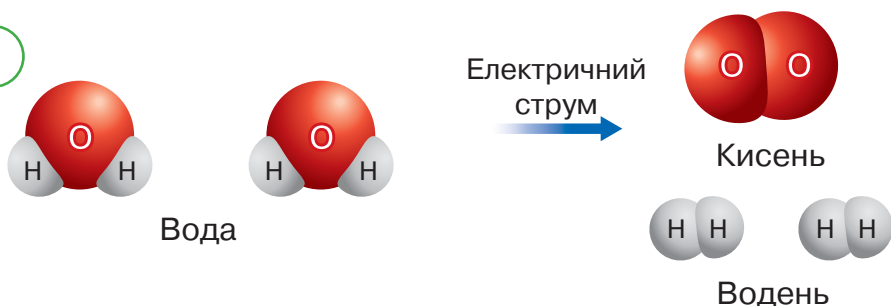
1



Вода в рідкому агрегатному стані

Вода в газоподібному агрегатному стані

2



Вода

Кисень

Водень

Завдання 1. Оберіть схему, що ілюструє хімічне явище. Поясніть свій вибір.

Завдання 2. Як на схемі розпізнати прості й складні речовини? Назвіть наявні у схемах прості й складні речовини, зазначте для кожної з них агрегатний стан за кімнатної температури.

Завдання 3. Запишіть хімічні формули речовин, моделі яких наведено на схемах.

Завдання 4. Назвіть реагенти і продукти реакції у схемі, що ілюструє хімічне явище.



ТОБІ ДО СНАГИ

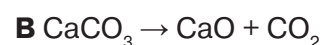
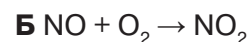
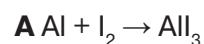
1. Поясни різницю між хімічним і фізичним явищем.
2. Із наведеного переліку прикладів класифікуй явища на фізичні й хімічні та обґрунтуй проведену класифікацію: *танення льоду, гниття листя, розбивання скла, випаровування води, горіння дров, кування заліза, плавлення парафіну, фотосинтез, подрібнення крейди.*
3. Заповни у зошиті таблицю 2.

Таблиця 2

Поняття	Означення
Індекс	
Коефіцієнт	
Схема реакції	
Хімічне рівняння	

Склади два запитання, скориставшись поняттями з таблиці, які зможеш поставити учнівству в класі.

4. Запиши в зошиті рівняння реакцій за наведеними схемами.



Розташуй хімічні рівняння за зростанням суми індексів.

Прочитай хімічні рівняння уголос.

5. Накресли й заповни в зошиті таблицю з інформацією, яку надає хімічне рівняння $\text{MnO}_2 + 2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Таблиця 3

	Інформація	Відповідь
1	кількість реагентів	
2	кількість продуктів реакції	
3	кількість індексів	
4	сума коефіцієнтів	
5	найбільший індекс	
6	найменший коефіцієнт	
7	які металічні елементи входять до складу реагентів	
8	які неметалічні елементи входять до складу продуктів реакції	

6. Запиши хімічні рівняння за наведеними описами реакцій:

а) калій (K) реагує з хлором (Cl_2) з утворенням калій хлориду (KCl);

б) цинк (Zn) реагує з киснем з утворенням цинк оксиду (ZnO).

7. Завдяки чому хіміки різних країн без словесних описів розуміють хімічні явища? На підставі власної відповіді вислови судження щодо ролі хімічної мови.

ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ



- Складання формул і назв бінарних сполук
- Поняття та обчислення відносних атомної і молекулярної мас
- Масова частка хімічного елемента в речовині та її обчислення
- Амедео Авогадро і його внесок у науку
- Кількість речовини та її обчислення
- Поняття молярної маси, її обчислення
- Обчислення з використанням кількості речовини і сталої Авогадро
- З'ясування кількісних відношень речовин у хімічних реакціях
- Діагностування й самооцінювання власних результатів навчання



§ 3

ЯК СКЛАДАЮТЬ ФОРМУЛИ І НАЗВИ БІНАРНИХ СПОЛУК

- Пригадай і запиши назви речовин, хімічні формули яких H_2O , $NaCl$, CO_2 , прочитай уголос їхні формули. Що спільного у цих формулах?
- Запиши кілька власних прикладів формул і назв речовин. Чим вони відрізняються від речовин з першого завдання?
- Назви відомі тобі прості речовини.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ НОМЕНКЛАТУРИ РЕЧОВИН. Досі ти мав / мала справу з хімічними формулами і назвами речовин, які є у підручнику хімії 7 класу чи були записані вчителем / вчителькою на дошці. Деякі з них ти пам'ятаєш, про що свідчить правильне виконання наведених вище завдань. Проте запам'ятати формули і назви всіх відомих (понад 100 млн речовин) неможливо та й немає потреби. Їх складають з дотриманням правил **номенклатури речовин**.

У хімії під **номенклатурою** розуміють сукупність прийнятих для наукового вжитку назв і термінів.

На сучасному етапі в усьому світі визнана систематична номенклатура. Ознайомимось із нею на прикладі **бінарних сполук** — таку загальну назву мають речовини, утворені двома хімічними елементами, наприклад Cu_2O , $NaCl$, CaS .

ПРИНЦИПИ СКЛАДАННЯ ФОРМУЛ БІНАРНИХ СПОЛУК. Хімічні формули речовин можна складати з дотриманням валентності або ступеня окиснення.

Спершу в науці послуговувались терміном «**валентність**», що в перекладі з латини означає «сила». Після відкриття складної будови атома в науку було введено термін «**ступінь окиснення**». Дотримуючись хронології введення в науковий обіг цих понять, розглянемо спершу складання формул бінарних сполук за валентністю, а після вивчення будови атома і хімічного зв'язку — за ступенем окиснення.

Валентність — це здатність атома зв'язуватися з певною кількістю інших атомів.

Чисельною характеристикою валентності є кількість утворених атомом зв'язків. Зв'язки можуть утворюватися між атомами як одного хімічного елемента, так і різних. Наприклад, у молекулі кисню O_2 між двома атомами Оксигену існує два зв'язки. Це відображають записом структурної формули кисню: $O=O$.

У молекулі води атом Оксигену також утворює два зв'язки: $H-O-H$.

У **структурних формулах** рискою позначають один зв'язок. У наведених структурних формулах бачимо, що Оксиген двовалентний, тоді як атоми Гідрогену одновалентні.

Валентність елементів має цілочисельні значення. Її позначають римськими числами (від I до VIII). За одиницю валентності взято валентність Гідрогену — це одновалентний елемент з постійною валентністю.

Приклади елементів з постійною валентністю

I	I	I	I	II	II	II	II	II	III	III
H	Na	F	K	Mg	Ca	Ba	Zn	O	Al	B

Деякі атоми мають одне значення валентності, проте у більшості елементів кілька значень валентності, тобто вона в них не *постійна*, а *змінна*. Змінна валентність завжди вказується у назвах речовин, наприклад: SO_2 — сульфур(IV) оксид, SO_3 — сульфур(VI) оксид, $FeCl_3$ — ферум(III) хлорид.

Складають формули бінарних сполук із дотриманням наведеного нижче правила, яке поширюється на більшість бінарних сполук.

Добуток валентності одного хімічного елемента і його індексу дорівнює добутку валентності й індексу іншого.

Згідно із цим правилом у формулі силану SiH_4 добуток валентності й індексу Силіцію дорівнює добутку валентності й індексу Гідрогену.

Силіцій	Гідроген
$IV \cdot 1 = 4$	$I \cdot 4 = 4$

Послідовність складання формул бінарних сполук наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

№	Послідовність дій	Приклади речовин	
		фосфор(V) оксид	сульфур(VI) оксид
1	Записуємо символи хімічних елементів	P O	S O
2	Позначаємо валентність елементів	V II P O	VI II S O

Закінчення таблиці 4

№	Послідовність дій	Приклади речовин	
		фосфор(V) оксид	сульфур(VI) оксид
3	Обчислюємо найменше спільне кратне (НСК) для значень валентності атомів обох хімічних елементів	V II P O НСК = 10	VI II S O НСК = 6
4	Обчислюємо індекси. Для цього ділимо НСК на валентність кожного елемента	(для P) 10 : 5 = 2 (для O) 10 : 2 = 5	(для S) 6 : 6 = 1 (для O) 6 : 2 = 3
5	Записуємо індекси у формулу, пам'ятаючи, що індекс 1 не пишуть	P ₂ O ₅	SO ₃
6	Перевіряємо — для кожного атома множимо обчислений індекс на валентність атома	(P) 5 · 2 = 10 (O) 2 · 5 = 10 10 = 10	(S) 1 · 6 = 6 (O) 3 · 2 = 6 6 = 6
7	Отже, формули складено правильно	P₂O₅	SO₃

Є ще один спосіб складання формул бінарних сполук (назвемо його діагональним). Він базується на тому, що у багатьох бінарних сполуках індекс одного елемента збігається з валентністю другого або кратний їй.

Переконайтеся в цьому на прикладах складених формул P₂O₅ та SO₃.
Робимо запис:



Далі, враховуючи зазначені валентності, записуємо індекс 2 для Фосфору (P₂) і 5 для Оксигену (O₅). Одержуємо формулу:



Складаючи подібним чином формулу сульфур(VI) оксиду, ми мали б написати S₂O₆. Однак у формулах бінарних неорганічних речовин індекси не бувають парними. Серед нечисленних винятків найбільш знайомим для вас є гідроген пероксид H₂O₂ (у медицині його розчин називається «перекис водню»). Тому парні індекси 2 і 6 ділимо на 2 й одержуємо хімічну формулу сульфур(VI) оксиду — SO₃.

ЯК СКЛАДАЮТЬ НАЗВИ БІНАРНИХ СПОЛУК. Назва кожної бінарної сполуки складається з двох слів. Назву оксидів складають у такій послідовності:

1. Називають елемент (записуючи назву елемента, її пишуть з малої літери). Для елемента зі змінною валентністю після його назви вказують валентність, яку записують у круглих дужках без відступу від назви елемента.

2. Називають слово «оксид». Записують його з відступом від попереднього запису.

Завдання. Ознайомся з розглянутими правилами, опрацювавши таблицю 5.

Таблиця 5

Формула	Назва	Вимова
K ₂ O	калій оксид	калій оксид
CO ₂	карбон(IV) оксид	карбон-чотири-оксид
N ₂ O	нітроген(I) оксид	нітроген-один-оксид

Аналогічні правила номенклатури існують для бінарних сполук інших елементів. Так, сполуки двовалентного Сульфуру, мають назву «сульфіди». До бінарних сполук елемента з одновалентним Хлором застосовують загальну назву «хлоріди» (в однині — «хлорід»).

Приклади: H₂S — гідроген сульфід; CuCl₂ — купрум(II) хлорид.



У формулах і назвах бінарних сполук після елемента зі змінною валентністю без відступу від назви елемента у круглих дужках зазначають валентність, наприклад: SO₃ — сульфур(VI) оксид, SO₂ — сульфур(IV) оксид.

Для деяких речовин можуть застосовуватись їхні традиційні назви, наприклад: HCl — хлороводень; H₂O — вода; CH₄ — метан.



Складіть формули і назви бінарних сполук за систематичною номенклатурою.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Склади формули бінарних сполук елементів та запиши їх у зошиті в таблицю 6 (с. 20), дотримуючись правила, що символи металічних елементів пишуть першими.

Таблиця 6

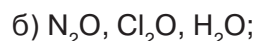
Символи елементів	O	H	N(III)
Na			
Mg			
Al			

2. Склади формули бінарних сполук: Йоду(V) з Оксигеном; Купруму(I) з Оксигеном; Арсену(III) з Гідрогеном, Карбону(IV) з Сульфуром(II).

3. Знайди і виправ неправильно складені формули:



4. Назви якомога більше характеристик кожного рядка хімічних формул.



5. Поміркуй, як можна визначити валентність елемента за формулою бінарної сполуки, якщо відома валентність одного з елементів, наприклад Фосфору у сполуці PCl_5 , валентність Хлору в якій I. Розроби алгоритм визначення валентності елемента у формулі бінарної сполуки, якщо відома валентність іншого хімічного елемента. Оформи його у вигляді таблиці за зразком таблиці 4.



§ 4

ВІДНОСНА АТОМНА І ВІДНОСНА МОЛЕКУЛЯРНА МАСИ

- Пригадай будову атома, назви структурні частинки у складі атома.
- Що про будову атома можна дізнатись з періодичної таблиці?
- Назви прилади, які використовують для вимірювання маси речовин. У яких одиницях її вимірюють?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ВІДНОСНА АТОМНА МАСА (A_r). Маса атомів дуже мала. Так, маса атома Карбону дорівнює $1,993 \cdot 10^{-23}$ г. Для зручності обчислень користуються не абсолютними, а відносними атомними масами. Відносну атомну масу позначають символом A_r (вимовляють «а-ер»), де літера A означає слово «атомна», r — початкова літера англійського слова relative (відносний).

Відносну атомну масу атома встановлюють на основі порівняння абсолютної маси атома з **атомною одиницею маси** (скорочено **а. о. м.**).



За атомну одиницю маси взято **1/12 частини маси атому Карбону**, ядро якого містить шість протонів і шість нейтронів (приблизно $1,662 \cdot 10^{-24}$ г).

Абсолютна маса атома, поділена на це число, є його відносною атомною масою. Отже, у хімічного елемента з більшою відносною атомною масою абсолютна маса атома також більша. Відносна атомна маса — величина безрозмірна, а її значення для конкретного атома є цілим числом.

Періодична таблиця хімічних елементів — це твій довідник відносних атомних мас. Тобі потрібно заокруглювати до цілого числа наведені в таблиці дробові значення відносних атомних мас. Пояснення наявності у періодичній таблиці дробових значень відносної атомної маси чекає на тебе в темі «Досліджуємо будову атома».



При виконанні математичних обчислень зазначені в періодичній таблиці відносні атомні маси округлюють до цілих чисел.

Виняток становить відносна атомна маса Хлору — 35,5.

Завдання 1. Відшукай у періодичній таблиці значення відносних атомних мас Неону, Феруму, Силіцію і заокругли їх до цілих чисел. Атоми якого з цих хімічних елементів мають найбільшу масу?

ВІДНОСНА МОЛЕКУЛЯРНА МАСА (M_r) ТА ЇЇ ОБЧИСЛЕННЯ. Молекули, як і атоми, мають дуже малу масу. Тому для зручності обчислень користуються **відносною молекулярною масою**. Її також визна-

чають на основі порівняння маси молекули з 1/12 частиною маси атома Карбону, ядро якого містить шість протонів і шість нейтронів, тобто з атомною одиницею маси.

Відносна молекулярна маса речовини (M_r) показує, у скільки разів маса молекули більша за атомну одиницю маси. Як і відносна атомна маса, відносна молекулярна маса є величиною безрозмірною.

Щоб визначити відносну молекулярну масу речовини, необхідно обчислити суму відносних атомних мас елементів. Тобто необхідно здійснити обчислення за хімічною формулою речовини з урахуванням наявних у ній індексів.

Розглянемо приклади.

Приклад 1. Обчислимо відносну молекулярну масу сульфур(VI) оксиду SO_3 .

У складі молекули сульфур(VI) оксиду SO_3 один атом Сульфуру й три атоми Оксигену.

$$M_r(\text{SO}_3) = A_r(\text{S}) + A_r(\text{O}) + A_r(\text{O}) + A_r(\text{O}) = 32 + 16 + 16 + 16 = 80.$$

$$\text{або: } M_r(\text{SO}_3) = A_r(\text{S}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = 32 + 3 \cdot 16 = 80.$$

Відносну молекулярну масу обчислюють за хімічною формулою незалежно від типу структурних частинок речовини.

Приклад 2. Обчислимо відносну формульну масу барій сульфату BaSO_4 .

Речовина барій сульфат складається не з молекул, а з йонів. Запис її складу BaSO_4 позначає відношення йонів у цій речовині і є її **формульною одиницею**. Відомі тобі кухонна сіль (натрій хлорид) має формульну одиницю NaCl , харчова сода (натрій гідрогенкарбонат) — NaHCO_3 .

Тому для речовин немoleкулярної будови введено поняття **відносної формульної маси**. Її обчислюють за розглянутим у **прикладі 1** зразком сульфур(VI) оксиду — речовини молекулярної будови. Для барій сульфату BaSO_4 відносна формульна маса обчислюється так:

$$M_r(\text{BaSO}_4) = A_r(\text{Ba}) + A_r(\text{S}) + 4 \cdot A_r(\text{O}) = 137 + 32 + 4 \cdot 16 = 233.$$

Приклади доводять, що відносна молекулярна маса показує, у скільки разів маса молекули або формульної одиниці більша атомної одиниці маси.

Для обчислення відносної молекулярної або формульної маси речовини необхідно:

- знати хімічну формулу речовини і відносні атомні маси наявних у ній елементів;
- обчислити суму відносних атомних мас усіх атомів, що є у складі формули сполуки.

Завдання 2. На основі інформації, що розміщена вище, сформулюй алгоритм обчислення відносної молекулярної маси.



Завдання 1. З'ясуйте, який атом важчий і у скільки разів: 1) Карбону чи Магнію; 2) Флуору чи Осмію.

Завдання 2.

Для виробництва барвників, пластмас, вибухових речовин використовують бензен. Його молекула складається з шести атомів Карбону і шести атомів Гідрогену. Напишіть хімічну формулу бензену (Карбон запишіть першим), обчисліть відносну молекулярну масу цієї речовини.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

МОДЕЛІ МОЛЕКУЛ РЕЧОВИН
ТА ПОРІВНЮВАТИ ЇХНІ
ВІДНОСНІ МОЛЕКУЛЯРНІ
МАСИ

Завдання 1.

Розглянь малюнки 2 і 3 і з'ясуй, що порівнюють на кожному з них.



Мал. 2.



Мал. 3.

Завдання 2.

Сформулюй відповідь на запитання: «Чому на малюнку 2 шальки терезів зрівноважені, а на малюнку 3 — ні?» Запропонуй два способи приведення терезів на малюнку 3 до рівноважного стану.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Запиши за збільшенням відносної атомної маси символи хімічних елементів: Нітроген, Стронцій, Сульфур, Літій, Йод.
2. Відшукай правильні твердження. Свій вибір підтвердь розрахунками у зошиті:
 - а) маса п'яти атомів Оксигену менша за масу двох атомів Феруму;
 - б) маса чотирьох атомів Алюмінію дорівнює масі трьох атомів Хлору;
 - в) маса атома Магнію більша за масу восьми атомів Гідрогену.

3. Сформулюй, що необхідно знати і вміти для обчислення відносної молекулярної маси речовини.
4. Заповни таблицю 7 у зошиті.

Таблиця 7

Формула	Вимова	M_r
O_3		
P_2O_5		
Cl_2O_7		
HNO_3		
$MgSO_4$		

5. У відповідні хімічні формули речовин та їх відносні молекулярні маси.

Хімічна формула	M_r
1 H_2	А 18
2 H_2O	Б 32
3 O_2	В 34
4 H_2O_2	Г 2
	Д 16

6. Етанол — речовина, яку використовують для виробництва ліків, косметичних і дезінфекційних засобів. Молекула етанолу складається з двох атомів Карбону, шести атомів Гідрогену і одного атома Оксигену. Напиши хімічну формулу цієї сполуки (символи хімічних елементів записуй у такій самій послідовності), обчисли відносну молекулярну масу етанолу.

7. Скільки молекул кисню зрівноважать шальки терезів з двома молекулами сульфур(IV) оксиду?



§ 5

МАСОВА ЧАСТКА ХІМІЧНОГО ЕЛЕМЕНТА В РЕЧОВИНІ ТА ЯК ЇЇ ОБЧИСЛЮЮТЬ

- Поясни, як обчислюють масові частки компонентів суміші на прикладі суміші 5 г крохмалю і 15 г борошна.
- Обчисли масову частку кухонної солі у 50 г її водного розчину, для виготовлення якого використали 6 г солі.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

МАСОВА ЧАСТКА ЕЛЕМЕНТА У СПОЛУЦІ (w). Під масовою часткою хімічного елемента у сполуці розуміють відношення маси хімічного елемента до маси сполуки. Тому для її обчислення виконують дію ділення, в якій діленим є маса елемента, а дільником — маса сполуки. Масова частка елемента у сполуці позначається латинською літерою w (читається «дубль-ве») і виражається у частках від одиниці (формула (1) на плашці) або у відсотках (формула (2) на плашці). Наприклад, масова частка елемента у сполуці 0,2 й 20 % — це одне й те саме значення. Сума масових часток усіх елементів у сполуці становить 1, або 100 %.



Формули для обчислення масової частки елемента у сполуці

$$w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{спол.})} \quad (1); \quad w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{спол.})} \cdot 100 \% \quad (2),$$

де E — позначення елемента;
 $w(E)$ — масова частка елемента у сполуці;
 $m(E)$ — маса атомів елемента у сполуці;
 $m(\text{спол.})$ — маса сполуки.

ЯК ОБЧИСЛИТИ МАСОВУ ЧАСТКУ ЕЛЕМЕНТА У СПОЛУЦІ ЗА ЇЇ ВІДНОСНОЮ МОЛЕКУЛЯРНОЮ МАСОЮ. Оскільки маси атомів пропорційні їх відносним атомним масам, масову частку елемента у сполуці зручно обчислювати за хімічною формулою речовини.



Щоб обчислити масову частку елемента в речовині за її хімічною формулою, необхідно суму відносних атомних мас атомів хімічних елементів, що входять до складу хімічної формули речовини, поділити на відносну молекулярну масу речовини.

За наведеним на плашці правилом обчислення здійснюють за формулами:

$$w = \frac{nA_r(E)}{M_r(\text{спол.})}; \quad (3)$$

$$w = \frac{nA_r(E)}{M_r(\text{спол.})} \cdot 100 \% \quad (4)$$

де w — масова частка елемента;

A_r — відносна атомна маса елемента;

n — кількість атомів елемента у формулі (позначена індексом);

M_r — відносна молекулярна маса речовини.

За наведеними формулами обчислюють масову частку елементів у сполуках як молекулярної, так і немоллекулярної будови.

Розглянемо приклади.

Приклад 1. Обчислимо масову частку Карбону в етановій кислоті $C_2H_4O_2$ (речовина молекулярної будови).

Відомо:



$w(C) — ?$

Допоміжні дані:

$$A_r(C) = 12$$

$$A_r(H) = 1$$

$$A_r(O) = 16$$

$$w = \frac{nA_r(E)}{M_r(\text{спол.})}$$

Розв'язання

$$1) M_r(C_2H_4O_2) = 2A_r(C) + 4A_r(H) + 2A_r(O) = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 60;$$

$$2) w(C) = \frac{2 \cdot 12}{60} = 0,4.$$

Відповідь: $w(C) = 0,4$ або 40% .

Приклад 2. Обчислимо масові частки Феруму й Оксигену у ферум(III) оксиді (сполука немоллекулярної будови).

Відомо:



$w(Fe) — ?$

$w(O) — ?$

Допоміжні дані:

$$A_r(Fe) = 56$$

$$A_r(O) = 16$$

$$w = \frac{nA_r(E)}{M_r(\text{спол.})}$$

Розв'язання

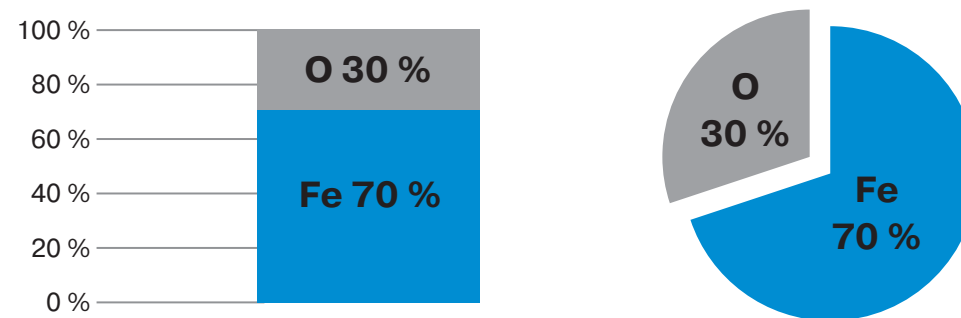
$$1) M_r(Fe_2O_3) = 2A_r(Fe) + 3A_r(O) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160;$$

$$2) w(Fe) = \frac{2 \cdot 56}{160} = 0,7 \text{ (або } 70 \% \text{);}$$

$$3) w(O) = 100 \% - 70 \% = 30 \% \text{ або } w(O) = \frac{3 \cdot 16}{160} = 0,3 \text{ (або } 30 \% \text{).}$$

Відповідь: масова частка Феруму у ферум(III) оксиді становить — $0,7$ або 70% , а Оксигену — $0,3$ або 30% .

ДІАГРАМИ ВМІСТУ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У СПОЛУЦІ. Відомості про вміст хімічних елементів у сполуці можна візуалізувати за допомогою діаграм. Проілюструємо це діаграмами вмісту хімічних елементів у ферум(III) оксиді Fe_2O_3 (мал. 4).



Мал. 4. Масові частки елементів у ферум(III) оксиді Fe_2O_3



Завдання 1. На основі наведеної вище інформації виберіть закінчення речення: «Масова частка елемента показує ...»

- А** масу атомів усіх хімічних елементів у сполуці
- Б** масу атомів одного хімічного елемента у сполуці
- В** частку хімічного елемента у сполуці
- Г** співвідношення мас елементів у сполуці

Завдання 2. Виконайте запропоноване завдання, щоб довести або спростувати необхідність володіти вмінням обчислювати масову частку елемента.

Для підвищення врожайності культурних рослин городники вносять у ґрунт мінеральні добрива. Важливим джерелом Нітрогену, який необхідний для фотосинтезу та росту рослин, є натрієва селітра $NaNO_3$ і калієва селітра KNO_3 . Яке з цих добрив потрібно внести в ґрунт у меншій кількості для забезпечення рослин однаковою кількістю Нітрогену?

Завдання 3. Використайте дані таблиці 8 і з'ясуйте, внесення якого добрива для забезпечення рослин Нітрогеном буде дешевшим.

Таблиця 8

	Вага	Вартість
Калієва селітра	1 кг	87 грн
Натрієва селітра	25 кг	2750 грн



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

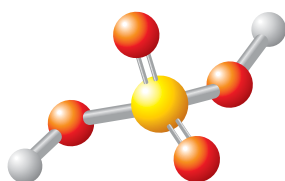
ОБЧИСЛЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ ЕЛЕМЕНТА В СПЛУЦІ

Завдання 1. Для виготовлення лікарських настоянок, як компонент палива для двигунів внутрішнього згорання, у косметичі й харчовій промисловості використовують етанол C_2H_5OH .

Склади характеристику етанолу за планом (також фіксуючи в зошиті належні розрахунки).

1. Якісний і кількісний склад молекули.
2. Відносна молекулярна маса.
3. Масові частки хімічних елементів в етанолі.

Завдання 2. Визнач масові частки елементів у сульфатній кислоті, модель молекули якої зображено на малюнку 5. Склади план виконання цього завдання.



-  Атом Гідрогену
-  Атом Сульфуру
-  Атом Оксигену

Мал. 5. Модель молекули сульфатної кислоти

Завдання 3. Прочитай текст і заповни в робочому зошиті таблицю 9 (с. 29) відомостями про зазначену в ньому речовину.

Одним із видів газового пального для автомобілів є пропан (мал. 6).



Мал. 6. Ємність з пропаном на АЗС

Це легкозаймиста речовина, молекула якої складається з трьох атомів Карбону і восьми атомів Гідрогену.

Таблиця 9

Хімічна формула	M_r	Масові частки хімічних елементів



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Обчисли масові частки хімічних елементів в ортофосфатній кислоті H_3PO_4 і представ результати у вигляді діаграми.
2. Визнач масову частку (%) металічного елемента в кальцій сульфаті $CaSO_4$.
3. Розташуй хімічні формули CuS , $FeCl_2$, MgO , AlH_3 за зростанням масової частки неметалічного елемента у речовинах.
4. Монета номіналом 50 копійок важить 4,2 г. Масова частка Алюмінію в ній становить 9 %. Обчисли масу алюмінію в десяти таких монетах.
5. Поміркуй, і не здійснюючи математичних дій, дай відповідь на запитання: «У якій речовині — карбон(II) оксиді чи кальцій оксиді — масова частка Оксигену більша?»
6. Прочитай текст і виконай завдання

Кава, шоколад і більшість енергетичних напоїв містять кофеїн, молекула якого складається з 8 атомів Карбону, 10 атомів Гідрогену, 4 атомів Нітрогену, 2 атомів Оксигену. Дорослим ця речовина дає змогу почуватися бадьорими та зосередженими, стимулює діяльність мозку. Однак надмірне споживання кофеїну може спричинити безсоння, знервованість і підвищене серцебиття. Також регулярне вживання кофеїну спричинює «звикання». Вживання кави у підлітковому віці вкрай не бажане.

Завдання 1. Відшукай у тексті пояснення, чому кофеїн варто вживати в помірних кількостях.

Завдання 2. Склади послідовність дій з визначення масової частки хімічних елементів у кофеїні. Запиши розв'язок у зошиті.

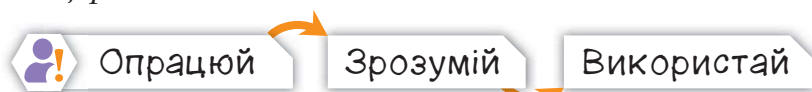
Завдання 3. Підготуй ТОП-3 цікавих, на твій погляд, фактів про кофеїн, щоб виголосити їх у класі. Зазнач використані джерела інформації.



§ 6

КІЛЬКІСТЬ РЕЧОВИНИ. СТАЛА АВОГАДРО

- Склади таблицю і заповни її відомостями про фізичні величини, що доволі часто використовуються у повсякденному житті (назва фізичної величини, її позначення, назва і позначення одиниці вимірювання, прилади для вимірювання).
- Залізо й алмаз складаються з атомів, вуглекислий газ і водень — з молекул. Обери формули кожної із названих речовин і прочитай їх уголос: Fe, H₂, C, CO₂. З атомів яких хімічних елементів складаються ці речовини?



ЗМІСТ ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ «КІЛЬКІСТЬ РЕЧОВИНИ». З цього параграфа ти дізнаєшся про фізичну величину «кількість речовини», яка є основою в хімії.



Завдання.

На колажі зображено порції фасованого печива, яблук і цукру. Кожна з них має масу 1 кг і певну кількість складників. З'ясуйте, скільки необхідно печива та яблук (масу, кількість штук і упаковок), щоб по дві штуки пригостити 30 учнів і учениць.



20 штук печива



6 штук яблук



? молекул сахарози

Чи можна за зразком порцій печива та яблук порахувати кількість молекул сахарози C₁₂H₂₂O₁₁ в 1 кг цукру? Відповідь на це запитання знайдеш у тексті цього і наступного параграфів.

Через надзвичайно малі розміри атомів, молекул, йонів їх не можна побачити, порахувати чи зважити, як, наприклад, печиво чи яблука. Тому в обчисленнях і дослідженнях хіміки використовують не окремі частинки, а порції речовин, у яких міститься певна кількість структурних частинок (подібно до упаковок печива і яблук та поштучного вираження їхнього вмісту). Задля цього в науковий обіг було введено фізичну величину **кількість речовини**.



Кількість речовини (n) — фізична величина, що характеризує кількість структурних частинок речовини.

Як і будь-яка фізична величина, кількість речовини вимірюється у певних одиницях.

МОЛЬ — ОДИНИЦЯ КІЛЬКОСТІ РЕЧОВИНИ. Кількість речовини вимірюють у молях і позначають цим же словом «моль».



Моль — це кількість речовини, яка містить $6,02 \cdot 10^{23}$ структурних частинок.

Наприклад, 1 моль заліза містить $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів, 1 моль води — $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул. Кількість речовини — величина універсальна, її застосовують не лише до атомів чи молекул, а й до сумішей, йонів, груп йонів, позначених хімічною формулою речовини. Наприклад, у кальцій хлориді на 1 йон Кальцію припадає 2 йони Хлору, тому його хімічна формула CaCl₂. Один моль цієї речовини містить: $6,02 \cdot 10^{23}$ формульних одиниць CaCl₂, в яких налічується $6,02 \cdot 10^{23}$ йонів Кальцію і $6,02 \cdot 10^{23} \cdot 2 = 12,04 \cdot 10^{23}$ йонів Хлору. Сумарно 1 моль цієї речовини містить $18,06 \cdot 10^{23}$ йонів.

Закінчення у слові «моль» НЕ змінюється, якщо пишеться після числа, наприклад: 1 моль води, 2 моль цукру, 5 моль вуглекислого газу. Якщо ж запис зроблено без числа, то закінчення змінюється згідно з відмінком, наприклад: «скільки *молів* водню виділиться, якщо у посудину з водою помістити натрій масою 4,6 г?».

СТАЛА АВОГАДРО. Порція вуглецю масою 0,012 кг, або 12 г, що складається з атомів Карбону з відносною атомною масою 12, містить

602 214 076 000 000 000 000 000 або
 $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів.

Це число визначили експериментально й на честь італійського вченого Амедео Авогадро назвали сталою Авогадро (позначається N_A , читається «ен-а»).

Стала Авогадро показує кількість структурних частинок в 1 моль речовини:

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



Амедео Авогадро
(1776–1856)



Медіапошук

За доступними тобі джерелами інформації склади біографічну довідку Амедео Авогадро, уклади перелік хімічних відкриттів, зроблених вченим.

Завдання 1. Обчисли, скільки молекул міститься у кисні кількістю речовини 3 моль.

Завдання 2. Уяви дві однакові порції фруктів: перша порція — $6,02 \cdot 10^{23}$ ягід черешень, друга порція — $6,02 \cdot 10^{23}$ мандарин. Чи відрізнятимуться ці порції за масою? Відповідь обґрунтуй.

ЗНАЧЕННЯ СТАЛОЇ АВОГАДРО. Стала Авогадро дає змогу краще розуміти характеристики речовини, зокрема дізнаватися, скільки частинок (атомів, молекул) міститься в певній кількості речовини. Цю сталу застосовують в багатьох сферах. Завдяки сталій Авогадро вчені можуть точно обчислити співвідношення молекул речовин для виготовлення ліків або створення нових матеріалів з певними властивостями, підвищуючи їх ефективність і безпеку. Вона є основою для багатьох обчислень у хімії, що важливо для проведення хімічних реакцій та досліджень. Загалом стала Авогадро забезпечує зручний спосіб роботи з великими кількостями частинок у хімії та фізиці.

ТОБІ ДО СНАГИ

1. Що означає фізична величина кількість речовини та в яких одиницях вона вимірюється?
2. Назви значення сталої Авогадро. Як позначають сталу Авогадро?
3. Обчисли загальну кількість атомів у трьох молях води.
4. Обчисли кількість речовини азоту, якщо в наповненій ним кулі міститься $1,806 \cdot 10^{23}$ молекул.
5. Середня добова потреба дорослої людини в кухонній солі становить приблизно 0,1 моль. Обчисли, скільки формульних одиниць NaCl міститься в цій порції кухонної солі.
6. Обчисли, скільки молекул міститься у водні кількості речовини 5 моль.
7. Випиваючи склянку води місткістю 180 мл, ти споживаєш 10 моль цієї рідини. Скільки молекул цієї життєво необхідної речовини потрапляє у твій організм?
8. Хіміки і поціновувачі хімії всього світу святкують Mole day — День моля. З доступних медіаджерел дізнайся про відповідність числа, місяця, часу початку проведення свята з числами зі сталої Авогадро. Добери відомості про традиції цього свята і розроби його сценарій. Обговори з учителем / учителькою й учнівством класу можливість проведення Дня моля. У групі розробіть його сценарій і запропонуйте проведення цього заходу в класі чи школі.



§ 7

МОЛЯРНА МАСА

- Обчисли відносну молекулярну масу олеїнової кислоти $C_{17}H_{33}COOH$ — основної речовини у складі соняшникової олії. Яка інформація необхідна для обчислень?

Опрацюй Зрозумій Використай

МОЛЯРНА МАСА РЕЧОВИНИ. На відміну від інших фізичних величин приладів для вимірювання кількості речовини не існує. Відтак логічним буде твоє запитання: «Як виміряти кількість речовини?»

Для визначення кількості речовини (у молях) потрібно знати масу порції речовини та її **молярну масу (M)** — так називають масу 1 моль речовини, виражену в грамах.

Чисельне значення молярної маси речовини дорівнює чисельному значенню її відносної молекулярної маси, але на відміну від неї має одиниці вимірювання — кг/моль чи г/моль. У хімії молярну масу здебільшого вимірюють у г/моль.

Завдання 1. Обчисли і запиши в зошиті за зразком відносні молекулярні маси і молярні маси інших речовин, що зазначені у таблиці 10.

Завдання 2. Який висновок можна зробити про числові значення відносної молекулярної і молярної мас речовини?

Таблиця 10

Речовина	Формула	Запис відносної молекулярної маси	Запис молярної маси
Гідроген оксид (вода)	H_2O	$M_r(H_2O) = 18$	$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$
Купрум(II) оксид	CuO	$M_r(CuO) = 80$	$M(CuO) = 80 \text{ г/моль}$
Ортофосфатна кислота	H_3PO_4		
Алюміній оксид	Al_2O_3		

Молярна маса (M) — це фізична величина, що характеризує масу 1 моль речовини, тобто $6,02 \cdot 10^{23}$ структурних частинок / формульних одиниць речовини.

Якщо відомі маса і кількість речовини, молярну масу обчислюють за формулою:

$$M = \frac{m}{n}, \quad m \text{ — маса речовини;} \\ n \text{ — кількість речовини.}$$

Звідси можна сформулювати визначення: молярна маса (M) — це відношення маси речовини до кількості речовини.

Приклад 1. Обчислимо молярну масу речовини, якщо маса 2 моль цієї речовини дорівнює 160 г.

Відомо:
 $m_{\text{р-ни}} = 160 \text{ г}$
 $n = 2 \text{ моль}$

$M_{\text{р-ни}} = ?$

Розв'язання

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

$$M = \frac{160 \text{ г}}{2 \text{ моль}} = 80 \text{ г/моль}$$

Відповідь: молярна маса речовини дорівнює 80 г/моль.

Приклад 2. Обчислимо молярну масу пропану C_3H_8 .

1. Обчислюємо відносну молекулярну масу пропану:

$$M_r(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot A_r(\text{C}) + 8 \cdot A_r(\text{H}) = 3 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 44.$$

2. Записуємо значення молярної маси пропану, яке чисельно дорівнює відносній молекулярній масі:

$$M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \text{ г/моль}.$$

Відповідь: 1 моль пропану C_3H_8 — речовини молекулярної будови — має масу 44 г, і в ньому міститься $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул.

Приклад 3. Обчислимо молярну масу ферум(III) хлориду FeCl_3 .

1. Обчислюємо відносну молекулярну масу ферум(III) хлориду:

$$M_r(\text{FeCl}_3) = A_r(\text{Fe}) + 3 \cdot A_r(\text{Cl}) = 56 + 3 \cdot 35,5 = 162,5.$$

2. Записуємо значення молярної маси ферум(III) хлориду:

$$M(\text{FeCl}_3) = 162,5 \text{ г/моль}.$$

Відповідь: 1 моль ферум(III) хлориду — речовини немoleкулярної будови — має масу 162,5 г.

Розглянуті приклади свідчать, що незалежно від того, з яких структурних частинок складається речовина, відносна молекулярна маса є числовим значенням молярної, або формульної, маси речовини, вираженої в г/моль.

Завдання 3. Доведи або спростуй твердження: «Кількість речовини об'єднує дві величини — кількість молекул і масу речовини».



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

ПОРЦІЇ РЕЧОВИН КІЛЬКІСТЮ РЕЧОВИНИ 1 МОЛЬ

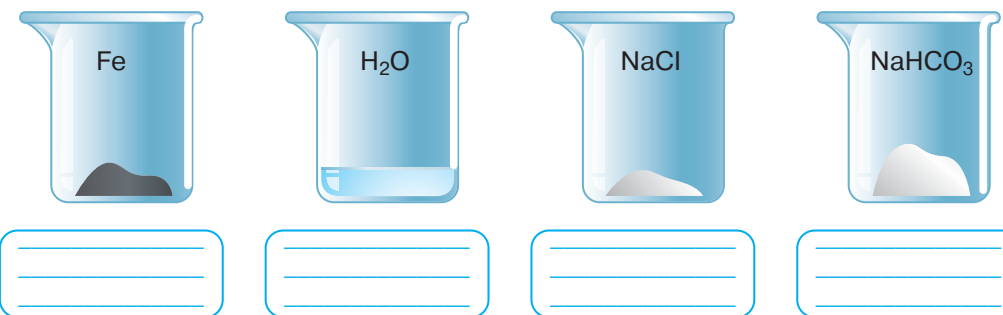
Тобі знадобляться: залізо Fe (порошок), вода, кухонна сіль NaCl, харчова сода NaHCO_3 , чотири хімічні склянки чи чотири колби однакового об'єму, прилад для вимірювання маси.

Завдання 1. Порівняй залізо, воду, кухонну сіль, харчову соду кількістю речовини 1 моль, використовуючи ознаки порівняння:

- молярна маса;
- кількість структурних частинок;
- маса одного моля речовини.

Завдання 2. Склади самостійно покроковий план виконання завдання 1.

Завдання 3. Одержані результати опиши і зафіксуй у зошиті під малюнками склянок з речовинами за зразком на колажі.



Завдання 4. Сформулюй висновок, що спільного та чим відрізняються досліджувані порції речовин.



ТОБІ ДО СНАГИ

- Обери правильні твердження щодо молярної маси і використай їх для складання її усного опису: 1) дорівнює масі речовини; 2) за нею можна визначати кількість речовини; 3) це маса одного моля речовини; 4) має те саме числове значення, що й молекулярна маса; 5) стосується маси однієї молекули; 6) дорівнює масі $6,02 \cdot 10^{23}$ структурних частинок речовини.
- Увідповідни формули речовин та їхні молярні маси.

Формула речовини

- PH_3
- SiH_4
- O_3
- HF

Молярна маса

- 20 г/моль
- 32 г/моль
- 34 г/моль
- 48 г/моль
- 81 г/моль

3. Заповни в зошиті таблицю 11 інформацією, якої не вистачає.

Таблиця 11

Інформація про речовини	Формули речовин		
	H ₂ O	CF ₄	SO ₂
Молярна маса, г/моль			
Маса, г			3,2
Масові частки елементів, %			
Кількість речовини, моль		0,2	
Кількість структурних частинок	$12,04 \cdot 10^{23}$		

Чи можна виконати це завдання, не використовуючи поняття «молярна маса»? Обґрунтуй свою відповідь.

4. Проаналізуй твердження. Вибери правильний варіант відповіді.

Твердження 1. У різних речовин молярні маси однакові.

Твердження 2. Кількість молекул в 1 моль води і кисню різна.

А правильне лише твердження 1

Б правильне лише твердження 2

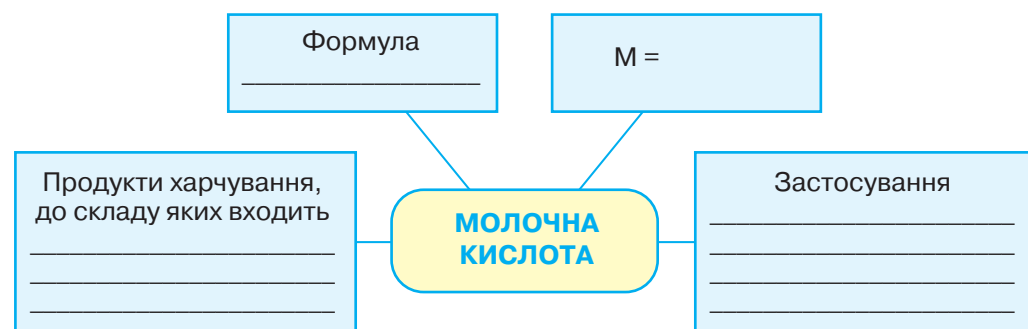
В обидва твердження правильні

Г обидва твердження не правильні

Обґрунтуй свою відповідь, використовуючи хімічну термінологію.

5. Суміш пропану C₃H₈ й бутану C₄H₁₀ використовують як паливо для автомобілів. Не вдаючись до математичних розрахунків, визнач: 2 моль пропану чи 2 моль бутану має більшу масу. Поясни свої міркування.

6. Під час інтенсивного тренування у м'язах накопичується молочна кислота C₃H₆O₃. Обчисли масу молочної кислоти кількістю речовини 5 моль і заповни в зошиті схему, використовуючи доступні джерела інформації.



§ 8

ОБЧИСЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КІЛЬКОСТІ РЕЧОВИНИ І СТАЛОЇ АВОГАДРО

- Скільки молекул води потрапить у твій організм, якщо вип'єш 360 мл цієї речовини?
- Спиртовий розчин йоду — поширений антисептичний засіб. За наведеними на етикетці даними обчисли кількість речовини йоду I₂, його молекул та атомів в одному флаконі. (Густина дезінфекційного засобу вважати 1 г/мл.)

Розчин для зовнішнього застосування, w(I₂) = 5 %



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКІВ, У ЯКИХ ЗАДІЯНІ КІЛЬКІСТЬ РЕЧОВИНИ І СТАЛА АВОГАДРО. Кількість структурних частинок речовини у певній її порції позначають великою літерою *N* й обчислюють за формулою:

$$N = n \cdot N_A$$

Приклад 1. Якою є кількість речовини $12,04 \cdot 10^{23}$ молекул ортофосфатної кислоти H₃PO₄?

Відомо:

$$N(\text{H}_3\text{PO}_4) = 12,04 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

Допоміжні дані:

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

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = ?$$

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

Розв'язання

$$n = \frac{12,04 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2 \text{ моль.}$$

Відповідь: $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2 \text{ моль.}$

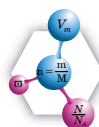
Приклад 2. Обчислимо, скільки атомів Гідрогену й Оксигену міститься у воді кількістю речовини 5 моль.

Відомо:
 $n(\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ моль}$
 $N(\text{H}) = ?$
 $N(\text{O}) = ?$

Розв'язування

1. За кількісним складом молекули води робимо висновок, що у складі 1 моль води наявні 2 моль атомів Гідрогену й 1 моль атомів Оксигену.
2. Обчислюємо кількість речовини атомів Гідрогену у 5 моль води: $N(\text{H}) = 2N(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 5 \text{ моль} = 10 \text{ моль}$.
3. Обчислюємо число атомів Гідрогену кількістю речовини 10 моль: $6,02 \cdot 10^{23} \cdot 10 = 6,02 \cdot 10^{24}$ атомів.
4. Обчислюємо кількість речовини атомів Оксигену у 5 моль води: $N(\text{O}) = N(\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ моль}$.
5. Обчислюємо число атомів Оксигену кількістю речовини 5 моль: $6,02 \cdot 10^{23} \cdot 5 = 3,01 \cdot 10^{24}$ атомів.

Відповідь: у воді кількістю речовини 5 моль міститься $6,02 \cdot 10^{24}$ атомів Гідрогену та $3,01 \cdot 10^{24}$ атомів Оксигену.



Нумо обчислювати

З ВИКОРИСТАННЯМ КІЛЬКОСТІ
РЕЧОВИНИ І СТАЛОЇ АВОГАДРО

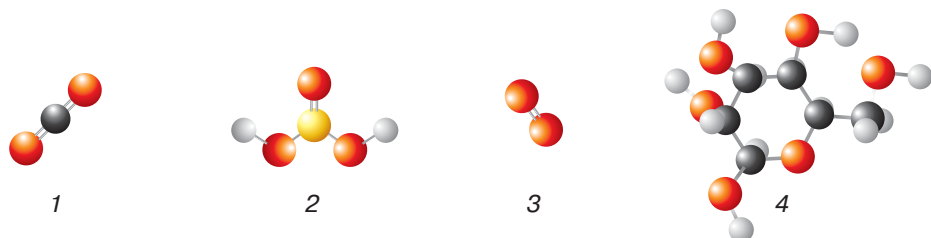
Обчислення виконай у складі навчальної групи.

За потреби звертайтеся до прикладів обчислень, вміщених у параграфі.

Завдання 1. Відшукайте і виправте помилки в числах:

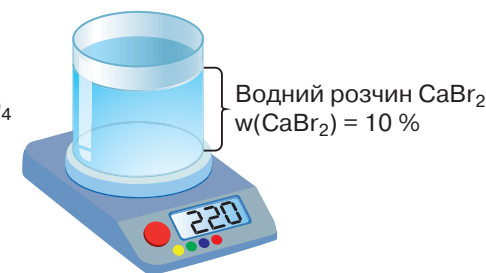
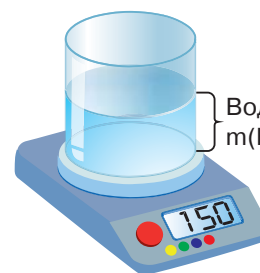
- а) один моль водню має масу 1 г і містить $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул;
- б) два молі алюмінію мають масу 23 г і містять $18,06 \cdot 10^{23}$ атомів цієї речовини.

Завдання 2. На колажі зображено 3D-моделі молекул кисню, сульфитної кислоти, глюкози, вуглекислого газу. Умовні позначення атомів:



1. Ідентифікуйте та увідповідніть моделі й назви речовин.
2. Опишіть кількісний та якісний склад кожної речовини, обчисліть їх молярні маси.
3. Обчисліть масу 3 моль кожної речовини.
4. Визначте кількість молекул у трьох молях кожної речовини. Однакові чи різні числа отримали? Чому?

Завдання 3. Скільки молекул розчинника і розчиненої речовини міститься в ілюстрованих малюнках розчинах 1 і 2, якщо маса кожної склянки 20 г?



Завдання 4. До складу організму людини входить понад 60 хімічних елементів. Про вміст атомів деяких хімічних елементів у чоловічому організмі масою 70 кг інформує таблиця 12.

Таблиця 12

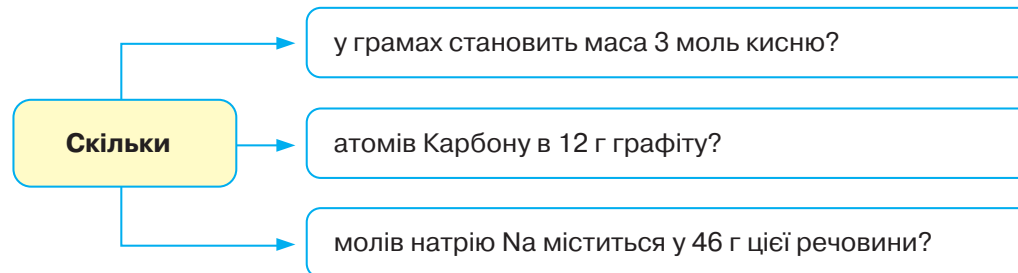
Хімічний елемент	Оксиген	Магній	Нітроген	Гідроген	Карбон
Кількість атомів	$1,6 \cdot 10^{27}$	$4,7 \cdot 10^{23}$	$3,9 \cdot 10^{25}$	$42,2 \cdot 10^{26}$	$8,03 \cdot 10^{27}$

Скористайтесь даними таблиці 12 й обчисліть для атомів кожного хімічного елемента:
 1) кількість речовини;
 2) масову частку в організмі (у %).

Завдання 5. За результатами виконання **завдання 4** побудуйте діаграму, в якій розташуйте вказані хімічні елементи в послідовності зменшення масової частки в організмі людини.

ТОБІ ДО СНАГИ

1. Що має більшу масу: 1 моль гідроген сульфід H_2S чи 1 моль сульфур(IV) оксиду SO_2 ? Відповідь обґрунтуй.
2. Обчисли масу: а) 5 моль амоніаку NH_3 ; б) $18,06 \cdot 10^{23}$ атомів Магнію.
3. Виконай обчислення за схемою:



За зразком задач у схемі склади умову задачі для учнівства твого класу.

4. Заповни в зошиті таблицю 13 (с. 40) інформацією про воду в твоєму організмі, якщо її вміст становить 80 % від маси твого тіла.

Таблиця 13

Маса тіла, кг	Вода в організмі				
	маса, кг	кількість речовини, моль	кількість молекул	кількість атомів Гідрогену	кількість атомів Оксигену

5. У 100 г банана міститься 600 мг Феруму, 348 мг Калію, 42 мг Магнію. Обчисли масу і кількість атомів кожного елемента в банані масою 250 г. Результати оформи у вигляді таблиці в зошиті.

6. Прочитай текст і виконай завдання.

В організмі людини вміст Кальцію становить 1,4 % від загальної маси тіла. Цей хімічний елемент потрібний для міцності кісток і зубів, регулювання роботи м'язів, згортання крові та виконує інші життєво важливі функції. Організм людини Кальцієм забезпечують харчові продукти. Добова потреба в Кальції підлітків у віці 14–17 років становить 1,2 г (1200 мг).

Завдання 1. Обчисли масу Кальцію в своєму організмі.

Завдання 2. Обчисли, якій кількості речовини Кальцію відповідає добова норма цього елемента.

Завдання 3. Скористайся інфографікою та склади раціон харчування, який забезпечить добову потребу твого організму в Кальції (у кружечках зазначено масу Кальцію в певній порції продукту). За бажанням з доступних джерел інформації дізнайся про інші продукти з високим вмістом Кальцію, які тобі смакують.

Харчові продукти, що містять кальцій



§ 9

КІЛЬКІСНІ ВІДНОШЕННЯ РЕЧОВИН У ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЯХ

- На основі якого закону складають рівняння хімічних реакцій?
- Наведи приклад хімічного рівняння і для кожної речовини назви індекси і коефіцієнти.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

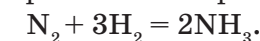
Тобі відомо, що коефіцієнти у хімічних рівняннях потрібні для того, щоб записувати перебіг хімічних явищ з дотриманням закону збереження маси в хімічних реакціях.



Формулюємо навчальну проблему та розв'язуємо її

Як коефіцієнти у хімічному рівнянні пов'язані з кількістю речовини реагентів / реактантів і продуктів реакції?

Розглянемо розв'язання проблеми на прикладі хімічного рівняння

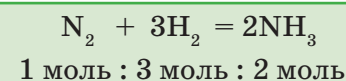


Одна молекула азоту взаємодіє з трьома молекулами водню, утворюючи дві молекули амоніаку.

Уявімо, що в реакцію вступає не одна молекула азоту, а $6,02 \cdot 10^{23}$. Тоді водню прореагує $3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 18,06 \cdot 10^{23}$ молекул, й утвориться $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 12,04 \cdot 10^{23}$ молекул амоніаку.

Оскільки 1 моль кожної речовини містить $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул, то кількість речовини реагентів і продукту реакції становить: 1 моль азоту, 3 моль водню, 2 моль амоніаку. Саме такі коефіцієнти наявні у рівнянні реакції.

Напишемо відношення кількості речовини реагентів / реактантів азоту та водню і продукту реакції амоніаку:



Медіапошук

Скористайся додатковими джерелами інформації та підготуй коротке повідомлення про застосування водного розчину амоніаку та його фізіологічну дію.

Водний розчин амоніаку під назвою нашатирний спирт або аміаку розчин застосовується у фармації як лікувальний засіб (мал. 7).



Мал. 7. Аміаку розчин 10 %

Коефіцієнти у хімічному рівнянні вказують на кількість речовини реагентів / реактантів і продуктів реакції.

Як тобі відомо, коефіцієнт 1 не пишеться. В такому разі запис формули без коефіцієнта означає 1 моль речовини.

Завдання. Перетвори схеми на хімічні рівняння, запиши та прокоментуй кількісні відношення речовин у них.



ЯКІ РОЗРАХУНКИ МОЖНА ЗДІЙСНЮВАТИ ЗА КІЛЬКІСНИМИ ВІДНОШЕННЯМИ РЕЧОВИН У ХІМІЧНОМУ РІВНЯННІ?

За кількісними відношеннями речовин у хімічному рівнянні можна обчислювати масу і кількість речовини, об'єм газу (про останнє дізнаєшся в наступній темі). Такі обчислення проводять технологи хімічних виробництв, дослідники, студенти та учні на заняттях з хімії.

Варто пам'ятати: якою б не була маса взятих для проведення хімічної реакції реагентів, взаємодіятимуть вони та утворюватимуть продукти реакції у кількостях, що відповідають кількісному відношенню речовин у хімічному рівнянні.

Розглянемо приклади.

Приклад 1. Обчислимо масу водню, що прореагував з азотом кількостю речовини 4 моль.

Відомо:	Допоміжні величини:
$n(\text{N}_2) = 4 \text{ моль}$	$M_r(\text{H}_2) = 2 \cdot 1 = 2$
$m(\text{H}_2) = ?$	$M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$

Розв'язання

1. Записуємо рівняння реакції:

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3.$$

2. Встановлюємо кількісні відношення азоту та водню за хімічним рівнянням та за умовою задачі.

Кількісні відношення речовин	Кількість речовин	
	азот N_2	водень H_2
За рівнянням	1 моль	3 моль
За умовою	4 моль	x моль
$n(\text{N}_2) : n(\text{H}_2) = 1 : 3$		

Знайдене відношення свідчить: кількість речовини водню в 3 рази більша за кількість речовини азоту.

3. Обчислюємо кількість речовини водню.

Перший спосіб:

$$n(\text{H}_2) = 3 \cdot n(\text{N}_2) = 3 \cdot 4 = 12 \text{ моль.}$$

Другий спосіб:

Складаємо і розв'язуємо пропорцію:

$$\frac{1}{4} = \frac{3}{x};$$

$$x = 4 \cdot 3 = 12 \text{ моль.}$$

4. За формулою $m = n \cdot M$ обчислюємо масу водню кількістю речовини 12 моль:

$$m(\text{H}_2) = 12 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 24 \text{ г.}$$

Відповідь: маса водню дорівнює 24 г.

Приклад 2. Обчислимо масу кисню, що прореагував з магнієм з утворенням магній оксиду кількістю речовини 6 моль.

Відомо:	Допоміжні величини:
$n(\text{MgO}) = 6 \text{ моль}$	$M_r(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32$
$m(\text{O}_2) = ?$	$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$

Розв'язання

1. Записуємо рівняння реакції:



2. Встановлюємо кількісні відношення кисню та магній оксиду за хімічним рівнянням та за умовою задачі.

Кількісні відношення речовин	Кількість речовин	
	кисень O_2	магній оксид MgO
За рівнянням	1 моль	2 моль
За умовою	x моль	6 моль
$n(\text{O}_2) : n(\text{MgO}) = 1 : 2$		

3. Обчислюємо кількість речовини кисню.

За кількісним відношенням кисню до магній оксиду кількість речовини кисню вдвічі менша, ніж магній оксиду. Тому за умовою задачі x буде вдвічі менше, ніж 6:

$$6 : 2 = 3 \text{ моль.}$$

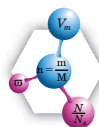
4. За формулою $m = n \cdot M$ обчислюємо масу кисню кількістю речовини 3 моль:

$$m(\text{O}_2) = 3 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 96 \text{ г.}$$

Відповідь: маса кисню дорівнює 96 г.

У хімічних реакціях взаємодія речовин відбувається не в довільній кількості, а відповідно до кількісних відношень речовин.

Перевага розрахунків з використанням кількісних відношень речовин у рівнянні полягає в тому, що увага концентрується на хімічному явищі, а не на математичних обчисленнях.



Нумо обчислювати

МАСУ ПРОДУКТУ РЕАКЦІЇ
ЗА ХІМІЧНИМ РІВНЯННЯМ

Обчислення виконай у складі навчальної групи.

Завдання.

Обчисліть, в якій хімічній реакції маса утвореного оксиду буде більшою:

- цинк кількістю речовини 4 моль прореагував без залишку з киснем;
- алюміній масою 56 г прореагував без залишку з киснем.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

У цьому параграфі наведено приклади обчислення маси чи кількості речовини продукту реакції за хімічними рівняннями. Одержані результати називають **теоретичним виходом речовини**. В дійсності на виробництві чи в хімічній лабораторії з різних причин (недосконалість апаратури, недотримання умов проведення реакції, особливості перебігу хімічного процесу, недбалість працівників та інше) отримують продукту реакції менше, ніж обчислено теоретично. Реальний вихід називають **практичним виходом**.

Щоб розумітись на тому, наскільки хімічний процес продуктивний, введено поняття **відносного виходу продукту реакції**. Для хімічних виробництв його обчислення є необхідним і проводиться обов'язково.

Відносний вихід продукту реакції (η , читається «ета») обчислюють у частках від 1 або у відсотках від 100 за формулами:

$$\eta = \frac{m_{\text{практична}}}{m_{\text{теоретична}}} \text{ або } \eta = \frac{m_{\text{практична}}}{m_{\text{теоретична}}} \cdot 100\%$$

Розглянемо приклад.

Приклад. Із водню масою 180 г синтезували амоніак масою 800 г. Обчисліть відносний вихід продукту реакції.

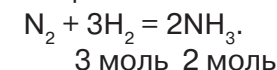
1. Запишемо скорочено умову задачі:

Відомо:

$$\begin{array}{l} m(\text{H}_2) = 180 \text{ г} \\ m(\text{NH}_3) = 800 \text{ г} \end{array}$$

$$\eta = ?$$

2. Складемо рівняння реакції:



3. За рівнянням реакції обчислимо масу теоретичного виходу продукту реакції:

$$\text{а) } n(\text{H}_2) = m(\text{H}_2) : M(\text{H}_2) = 180 \text{ г} : 2 \text{ г/моль} = 90 \text{ моль};$$

$$\text{б) оскільки } n(\text{H}_2) : n(\text{NH}_3) = 3 : 2, \text{ то } n(\text{NH}_3) \text{ становить } (90 \cdot 2) / 3 = 60 \text{ моль};$$

$$\text{в) } m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 60 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 1020 \text{ г}.$$

4. Обчислимо відносний вихід продукту реакції:

$$\eta = \frac{m_{\text{практична}}}{m_{\text{теоретична}}} = \frac{800 \text{ г}}{1020 \text{ г}} = 0,78 \text{ або } 78\%$$

Відповідь: відносний вихід амоніаку дорівнює 0,78, або 78 %.



ТОБІ ДО СНАГИ

- Поясни, як встановити кількісні відношення речовин у хімічній реакції.
- Запиши кількісні відношення речовин у хімічному рівнянні, схема якого $\text{BaO} + \text{Al} \rightarrow \text{Ba} + \text{Al}_2\text{O}_3$.
- Реакція відбувається за схемою $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Розташуй формули речовин у порядку збільшення кількості речовини в рівнянні наведеної реакції.
- Обчисли кількість речовини метану CH_4 , що утвориться у реакції вуглецю з воднем масою 80 г.
- У якому випадку утворюється більша кількість продукту?
А водень масою 16 г взаємодіє з киснем за схемою $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$;
Б магній масою 24 г взаємодіє з киснем за схемою $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}$.



6. Склади умову задачі на встановлення кількісних відношень речовин у хімічній реакції, щоб виконати його на уроці разом з учнівством.

САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ З
ТЕМИ 1 «ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ»

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

<https://qr.orioncentr.com.ua/C7WqX>



Завдання 2. Якщо у тебе немає можливості роздрукувати шаблон із завдання 1, то створи його самостійно у зошиті. Для цього проаналізуй схеми на с. 46, 47 і на їх основі накресли таблицю із трьома варіантами оцінки: «Так», «Частково», «Ні».



Завдання 3. Оціни свої досягнення в пізнанні хімії. Для цього у створеній тобою таблиці вибери один із трьох варіантів оцінки.

Завдання 4. Для оцінки своєї роботи в групі на основі схеми створи у зошиті ще одну таблицю із трьома варіантами оцінки: «Завжди», «Часто», «Інколи».



Завдання 5. Запиши в зошиті відповідь на запитання: «Наскільки корисною була для тебе співпраця у групі? Чим саме?».

Завдання 6. Запиши у зошиті, що цікавого і корисного ти дізнався / дізналася, опрацювавши цю тему. Де і з якою метою ти зможеш використати набуті знання? Порівняй свої відповіді з відповідями однокласників / однокласниць.

Завдання 7. Пригадай і запиши в зошит своє найбільше досягнення під час вивчення теми «Пізнаємо кількісні закони хімії».

Завдання 8. Запиши в зошит власні пропозиції щодо змін у темі «Пізнаємо кількісні закони хімії», які, на твою думку, покращать сприйняття і засвоєння матеріалу.



§ 11

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 1 «ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ»

Параграф допоможе тобі повторити та узагальнити вивчені в темі 1 кількісні закони хімії й діагностувати результати навчання під час виконання вправ та онлайн-тесту.

Виконай вправи

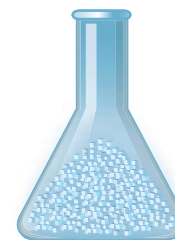
1. Вибери формули бінарних сполук: ZnO , HNO_3 , O_2 , NaN , He , Cu_2O , CaSO_4 , CH_4 , C . Укажи валентність елементів у кожній з них.
2. Визнач правильно складені формули і виправ помилки в неправильно складених формулах: SO_2 , Fe_3O_2 , CaO_2 , CH_4 , Na_2O , AlO , Mg_2O_2 .
3. Установи найлегший і найважчий серед наведених хімічних елементів: Fe , N , S , Ca , O , He .
4. Обчисли, яка сполука має більшу відносну молекулярну масу: бутан C_4H_{10} чи алюміній хлорид AlCl_3 .
5. Обчисли масову частку Нітрогену в нітратній кислоті HNO_3 .
6. Розташуй формули речовин CaS , CaO , CaSO_4 за зростанням масової частки металічного елемента.
7. Яку масу має 1 моль водню, 2 моль глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, 3 моль кальцій сульфід CaS ?
8. На малюнку зображено порції трьох речовин і зазначено їхні маси. Для кожної порції речовини обчисли: а) кількість речовини, б) кількість структурних частинок.

H_2O



270 г

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$



270 г

HNO_3



189 г

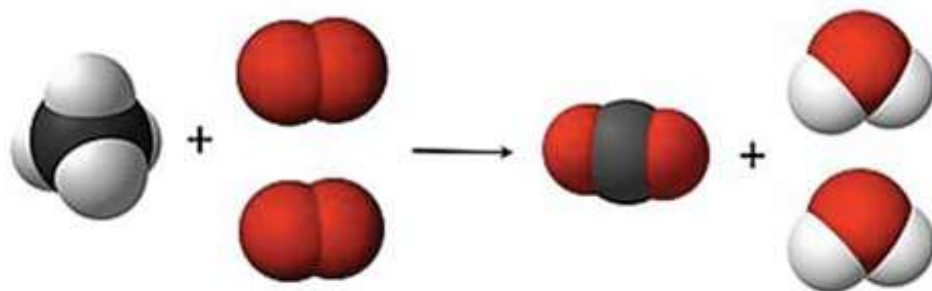
9. Заповни в зошиті таблицю 14.

Таблиця 14

Запис у рівнянні реакції	Відносна молекулярна маса речовини	Кількість речовини	Маса зазначеної кількості речовини	Масова частка Оксигену в речовині
$3\text{H}_2\text{SO}_4$				
7O_2				
5HNO_3				
$4\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$				
$2\text{H}_3\text{PO}_4$				

10. Обчисли масу сульфур(IV) оксиду, який реагує з 11 моль води за схемою реакції $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$.

11. Нижче зображено 3D-модель хімічної реакції.



Умовні позначення атомів:

Гідроген
 Оксиген
 Карбон

1. За моделлю ідентифікуй формули реагентів / реактантів і продуктів реакції.

2. Склади рівняння змодельованої реакції та обчисли:

а) масу кисню, необхідну для утворення 4 моль вуглекислого газу;

б) кількість речовини кисню, що взаємодіє з другим реагентом масою 64 г.

Виконай онлайн-тест.

Для цього перейди за покликанням

qr.orioncentr.com.ua/XiPxW

або скористайся смартфоном — зчитай QR-код.



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

Бажаємо успіху та високого результату!

ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ

- Поняття молярного об'єму газу
- Закон Авогадро та його значення
- Показники нормальних умов
- Обчислення молярного об'єму газів
- Склад, властивості та застосування повітря
- Дослідження складу і властивостей повітря
- Відносна густина газів: тлумачення та обчислення
- Кисень і його властивості
- Добування і збирання кисню
- Формулювання і використання закону об'ємних відношень газів
- Роль кисню у природі та значення для людини
- Користь і шкода горіння
- Поняття про оксиди
- Поширення у природі та застосування озону і водню
- Ознайомлення з газоподібними сполуками Карбону — чадним і вуглекислим газами, метаном
- Діагностування й самооцінювання власних результатів навчання



§12

МОЛЯРНИЙ ОБ'ЄМ ГАЗІВ. ЗАКОН АВОГАДРО

- Ілюструй малюнком твердий, рідкий та газоподібний агрегатні стани речовин і вислови судження про те, в якому агрегатному стані за однакових умов 1 моль речовини матиме найбільший об'єм.
- Чому шматочок льоду плаває у воді, а металева монета тоне в ній?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Тобі відома фізична величина — об'єм (V). Вона характеризує властивість тіл займати певну частину простору. Основна одиниця вимірювання об'єму — 1 м^3 .

Завдання 1. Пригадай і назви інші одиниці об'єму та співвідношення між ними.

Особливість газів полягає в тому, що, на відміну від рідин чи твердих тіл, вони здатні вільно поширюватися в усьому доступному для них просторі й рівномірно заповнювати його. Ось чому газу зберігають у закритих посудинах (мал. 8).



Кисневий балон



Водневий балон



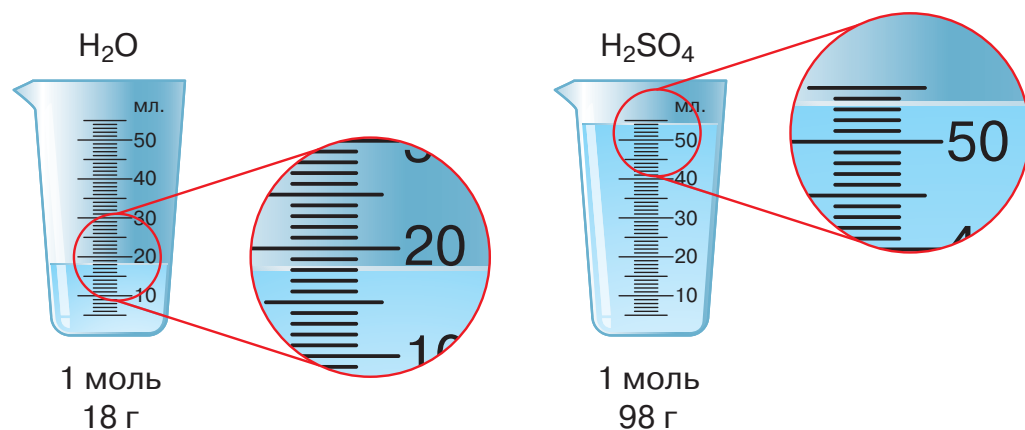
Балон з пропаном

Мал. 8. Балони для зберігання газів

Тобі доводилося вимірювати об'єми твердих тіл правильної і неправильної форми, ти умієш виміряти об'єм рідини за допомогою мірного посуду.

У цьому параграфі ти дізнаєшся про молярний об'єм газів, знання якого дає змогу вимірювати / обчислювати об'єми газуватих речовин.

На малюнку 9 зображено 2 склянки. Одна з них наповнена водою кількістю речовини 1 моль, а друга — такою самою кількістю сульфатної кислоти.



Мал. 9. Порівняння об'ємів води і сульфатної кислоти кількістю речовини 1 моль

Завдання 2. Однакові чи різні маса й об'єм води і сульфатної кислоти кількістю речовини 1 моль?

Можна продовжити розглядати інші приклади рідин кількістю речовини 1 моль, але всі вони будуть мати різні об'єми. Чи справджується цей факт щодо газів? Для відповіді на це запитання потрібно розглянути поняття «молярний об'єм газів».

МОЛЯРНИЙ ОБ'ЄМ ГАЗІВ (V_m). У наукових дослідженнях газуватих речовин та математичних обчисленнях часто користуються поняттям **молярний об'єм газів**, позначається V_m , читається: «ве-ем».

Молярний об'єм — об'єм, який займає газувата речовина кількістю речовини 1 моль за нормальних умов.

Температуру 0°C і тиск $100,0\text{ кПа}$ називають **нормальними умовами**.

Нормальні умови скорочено позначають у круглих дужках першими малими літерами з крапкою після кожної — (н. у.). Молярний об'єм вимірюється в одиницях: метр кубічний на моль ($\text{м}^3/\text{моль}$), дециметр кубічний на моль ($\text{дм}^3/\text{моль}$) або літр на моль ($\text{л}/\text{моль}$).

Зазначимо, що тиск і температура суттєво впливають на об'єм газів, і ти про це дізнаєшся на уроках фізики.



Формулюємо навчальну проблему та розв'язуємо її

Як обчислити молярний об'єм газу?

Ти вже мав / мала справу з фізичною величиною «густина речовини (ρ)». Формула, за якою її обчислюють, передбачає наявність відомостей про масу та об'єм речовини. Вона записується так:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Виведемо похідну формулу для обчислення об'єму:

$$V = \frac{m}{\rho}.$$

Якщо йдеться про молярний об'єм, то необхідно молярну масу газу поділити на його густину за нормальних умов (її можна дізнатись з інформаційних джерел):

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

Приклад 1. Обчислимо об'єм (в літрах) кисню кількістю речовини 1 моль за нормальних умов та кількість молекул у ньому. Густина кисню за нормальних умов — $1,43\text{ г/л}$.

Відомо:

$$\begin{aligned} n(\text{O}_2) &= 1 \text{ моль} \\ \rho(\text{O}_2) \text{ за н. у.} &= 1,43 \text{ г/л} \\ V(\text{O}_2) \text{ за н. у.} &= ? \\ N(\text{O}_2) &= ? \end{aligned}$$

Розв'язання

1. Обчислюємо масу кисню $m(\text{O}_2)$ кількістю речовини 1 моль:

$$\begin{aligned} M_r(\text{O}_2) &= 2 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 16 = 32; \\ M(\text{O}_2) &= 32 \text{ г/моль}; \\ m(\text{O}_2) &= 32 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Обчислюємо за формулою $V = \frac{m}{\rho}$ об'єм кисню (н. у.) кількістю речовини 1 моль:

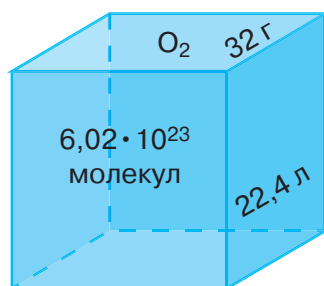
$$V(\text{O}_2) = 32 \text{ г} : 1,43 \text{ г/л} = 22,4 \text{ л}.$$

3. Визначаємо кількість молекул у кисні кількістю речовини 1 моль:

$$N(\text{O}_2) = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 1 \text{ моль} = 6,02 \cdot 10^{23}.$$

Відповідь: кисень кількістю речовини 1 моль за нормальних умов займає об'єм $22,4\text{ л}$ і містить $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул.

Візуалізуємо наведену інформацію у вигляді куба (мал. 10).



Мал. 10. Маса, об'єм, кількість молекул в одному молі кисню



Завдання 1. Обчисліть об'єм водню ($\rho = 0,09$ г/л), метану ($\rho = 0,66$ г/л), азоту ($\rho = 1,25$ г/л), вуглекислого газу ($\rho = 1,98$ г/л) кількістю речовини 1 моль за нормальних умов. Для кожної речовини зазначте кількість молекул в одному молі.

Роботу організуйте так: кожен член групи проводить обчислення для однієї з речовин. Отримані результати порівняйте і сформулюйте висновок про те, однаковими чи різними виявились об'єми газів та кількість структурних частинок (молекул), обчислених для кожної речовини членами вашої групи. Обмінюйтеся результатами з іншими групами.

Завдання 2. Візуалізуйте одержані результати за зразком малюнка 10.

Завдання 3. Сформулюйте висновок щодо молярного об'єму газів (н. у.) та кількості молекул в одному молі газу.

Молярний об'єм газуватих речовин за нормальних умов приблизно однаковий і дорівнює 22,4 л/моль.

ЗАКОН АВОГАДРО. На початку XIX століття Амедео Авогадро висунув гіпотезу: якщо однакові об'єми газів перебувають в однакових умовах, то вони містять однакову кількість молекул. Спочатку цю гіпотезу інші вчені відхилили. І тільки після її експериментального підтвердження був сформульований закон, названий на честь його відкривача **законом Авогадро**.

Закон Авогадро: в однакових об'ємах різних газів за однакових умов (температури й тиску) міститься однакова кількість молекул. За нормальних умов вона дорівнює $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул.

Завдання 3. Чи відповідає закону Авогадро висновок за результатами виконаної вами групової роботи про кількість молекул у водні, метані, азоті, вуглекислому газі кількістю речовини 1 моль?

Відтепер ти знаєш, що за нормальних умов 1 моль будь-якого газу займає об'єм 22,4 л і містить $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул.

Використовуючи молярний об'єм газів, можна обчислити кількість речовини у певному об'ємі газу (н. у.). Обчислення проводять за формулою

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

Приклад 2. Обчислимо кількість речовини фтору, що займає об'єм 448 л за нормальних умов.

Відомо:
 $V(F_2) = 448$ л (н. у.)
 $n(F_2) = ?$

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

Розв'язання

Задача розв'язується в одну дію:

$$n(F_2) = 448 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 20 \text{ моль.}$$

Відповідь: кількість речовини фтору, що займає об'єм 448 л за нормальних умов, становить 20 моль.

Якщо відома кількість речовини, то з формули $n = \frac{V}{V_m}$ виведемо похідну формулу $V = n \cdot V_m$, яку й будемо використовувати для обчислення об'єму газуватої речовини.

Приклад 3. Який об'єм займає карбон(II) оксид кількістю речовини 4 моль за нормальних умов?

Відомо:
 $n(CO) = 4$ моль
 н. у.
 $V(CO) = ?$

Розв'язання

Задача розв'язується в одну дію з використанням формули $V = n \cdot V_m$:

$$V(CO) = 4 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 89,6 \text{ л.}$$

Відповідь: об'єм карбон(II) оксиду кількістю речовини 4 моль за нормальних умов становить 89,6 л.

Завдання 4. Поміркуй, чи залежить об'єм певної кількості речовини від її молярної маси. Для підтвердження свого міркування порівняй молярні маси карбон(IV) оксиду й нітроген(II) оксиду та об'єм кожного газу кількістю речовини 4 моль (н. у.).

Формулюємо навчальну проблему та розв'язуємо її

Як обчислити об'єм за нормальних умов будь-якої газуватої речовини та кількість молекул у ній?

Міркуємо так: слід скористатися набутими знаннями про кількість речовини, молярну масу, молярний об'єм, сталу Авогадро і вдатись до використання відомої формули: $n = \frac{m}{M}$, і формули, за якою також обчислюють кількість речовини газів: $n = \frac{V}{V_m}$.

Прирівняємо праві частини обох формул: $\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ і виведемо похідну формулу, використання якої забезпечить розв'язання сформульованої проблеми:

$$V = \frac{m \cdot V_m}{M}.$$

Приклад 4. Обчислимо об'єм за нормальних умов та кількість молекул у фторі F_2 масою 7,6 г.

Відомо:

$$m(F_2) = 7,6 \text{ г}$$

н. у.

$$V(F_2) = ?$$

$$N(F_2) = ?$$

Розв'язання

1. Обчислюємо молярну масу фтору:

$$M_r(F_2) = 2 \cdot A_r(F) = 2 \cdot 19 = 38;$$

$$M(F_2) = 38 \text{ г/моль}.$$

2. За формулою $V = \frac{m \cdot V_m}{M}$ обчислюємо об'єм фтору масою 7,6 г:

$$V(F_2) = \frac{7,6 \cdot 22,4}{38} = 4,48 \text{ л}.$$

3. Для обчислення кількості молекул необхідно визначити кількість речовини фтору та використати сталу Авогадро:

$$n(F_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль};$$

$$N(F_2) = N_A \cdot n = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 0,2 \text{ моль} = 12,04 \cdot 10^{22}.$$

Відповідь: фтор масою 7,6 г за нормальних умов займає об'єм 4,48 л і містить $12,04 \cdot 10^{22}$ молекул.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Який об'єм займає 1 моль газу за нормальних умов?
2. Як обчислити об'єм газуватої речовини за нормальних умов, якщо відома її маса або кількість речовини?
3. Який об'єм займає хлор масою 355 г (н. у.)?
4. Однаковий чи різний об'єм за нормальних умов займають $12,04 \cdot 10^{23}$ молекул амоніаку і 68 г гідроген сульфід H_2S ?
5. Увідповідни масу газу та його об'єм за нормальних умов.

Маса газу

$$1 \text{ } 3,4 \text{ г } H_2S$$

$$2 \text{ } 12,8 \text{ г } SO_2$$

$$3 \text{ } 36,5 \text{ г } HCl$$

$$4 \text{ } 43,5 \text{ г } Cl_2O$$

Об'єм газу (н. у.)

$$A \text{ } 1,12 \text{ л}$$

$$B \text{ } 2,24 \text{ л}$$

$$B \text{ } 4,48 \text{ л}$$

$$Г \text{ } 11,2 \text{ л}$$

$$Д \text{ } 22,4 \text{ л}$$

6. Обери правильне твердження та обґрунтуй свій вибір.

Твердження 1. За нормальних умов метан масою 32 г і кисень масою 32 г мають однаковий об'єм.

Твердження 2. За нормальних умов азот масою 28 г займає вдвічі менший об'єм, ніж бутен масою 56 г, молекула якого складається з чотирьох атомів Карбону і восьми атомів Гідрогену.



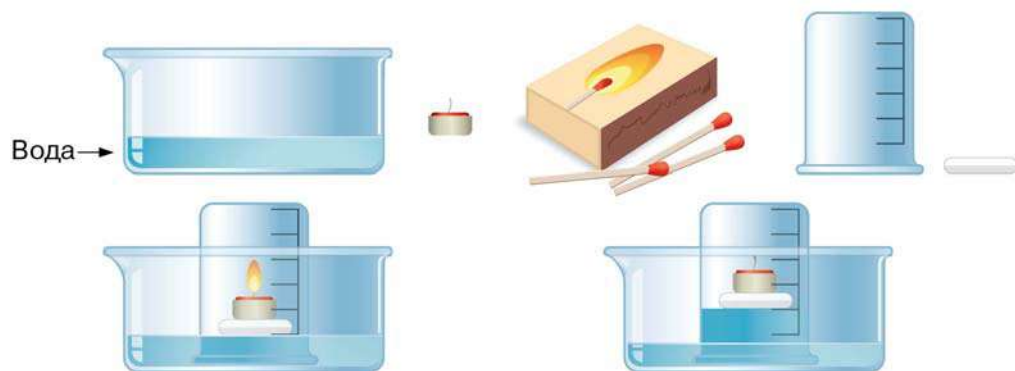
§13

ПОВІТРЯ – УНІКАЛЬНА СУМІШ

- Пригадай, що тобі відомо про:
 - склад і властивості повітря;
 - роль повітря у виникненні та існуванні вітрів.
- До кожного з речень добери правильне продовження із запропонованих у дужках слів і словосполучень.

Повітря — це _____ (чиста речовина, суміш), у складі повітря наявні _____ (прості речовини, складні речовини, прості і складні речовини). Складники повітря належать до _____ (неорганічних речовин, органічних речовин, неорганічних та органічних речовин).

Завдання 2. Поміркуй, об'ємний вміст якого газу в повітрі можна довести експериментально, виконавши дослід, зображений на *колажі*.



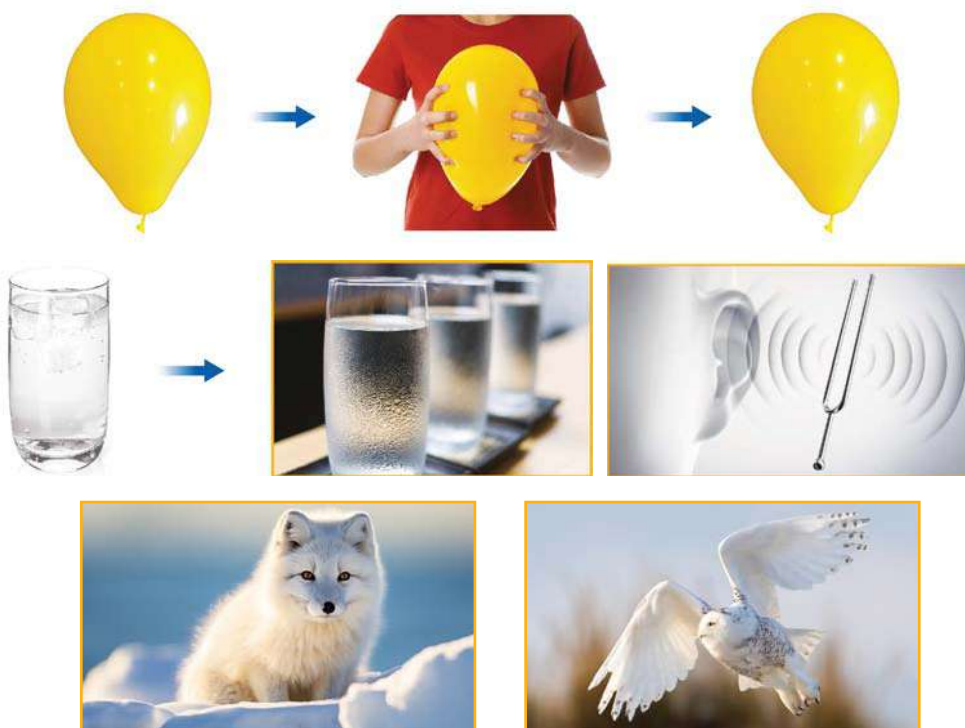
Завдання 3. За можливості виконай цей дослід самостійно вдома.



Завдання 1. Пригадайте та обговоріть фізичні властивості повітря: агрегатний стан, колір, запах, пружність, розчинність у воді, теплопровідність.

Завдання 2. Розгляньте, які властивості повітря зображено на малюнках колажу.

Завдання 3. Обговоріть, де в природі й діяльності людини застосовують фізичні властивості повітря.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Як і в будь-якій суміші, складники повітря зберігають свої індивідуальні властивості. Дві з них — температура переходу з газоподібного стану в рідкий і температура випаровування — покладені в основу промислового добування кисню, азоту, аргону.

Спочатку повітря охолоджують і перетворюють в рідину, а потім повільним нагріванням розділяють на окремі компоненти. Першим випаровується азот ($t_{\text{кип.}} = -196^\circ\text{C}$), потім — аргон ($t_{\text{кип.}} = -186^\circ\text{C}$) і залишається майже чистий рідкий кисень ($t_{\text{кип.}} = -183^\circ\text{C}$).

Завдання Як ти вважаєш, до фізичних чи хімічних явищ належить промисловий спосіб добування кисню з рідкого повітря? Аргументуй свою думку.

У відділі захисту атмосферного повітря від забруднення, що функціонує в Інституті газу НАН України, досліджують утворення шкідливих речовин у процесах горіння палива. Науковці відділу розробляють методи і технічні засоби очищення газових викидів, які утворюються під час спалювання палива (в енергетиці, промисловості та комунальному господарстві).

Завдяки відділу захисту атмосферного повітря від забруднення з'являються нові рішення для зменшення шкідливих викидів в атмосферу, що допомагає зберегти природу і забезпечити якісним повітрям майбутні покоління.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Повітря є символом свободи, легкості та життєвої сили у творах мистецтва. Художники, поети, композитори, скульптори упродовж століть використовують образ повітря для передачі глибоких емоцій та ідей. Одним із видатних українських творів, що відображає символіку повітря в мистецтві, є картина Тетяни Яблонської під назвою «Свіже повітря».



Картина Тетяни Яблонської
«Свіже повітря»



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Встановлено, що за нормальних умов маса повітря об'ємом 1 л дорівнює 1,29 г. В якому об'ємі повітря (н. у.) маса кисню дорівнює масі 1 л води? Поясни свою відповідь.
2. Запалили три свічки. Одну залишили відкритою, другу накрили скляною банкою об'ємом 1 л, третю — скляною банкою об'ємом 3 л. Передбач подальше горіння свічок. Поясни своє передбачення, за можливості перевір його експериментально.
3. Чому повітря належить до сумішей, а не до чистих речовин? Наведи докази.
4. Розташуй компоненти повітря за збільшенням їхнього вмісту в цій природній суміші.
А кисень
Б азот
В аргон
Г вуглекислий газ
5. Для проведення досліду взяли 2 хімічні склянки однакового об'єму. У першу налили 100 мл гарячої води, у другу — стільки ж холодної. Вкажи правильний варіант відповіді щодо наявності розчиненого повітря у вмісті склянок.
А вода в обох склянках не містить розчиненого повітря
Б в першій склянці міститься більше розчиненого у воді повітря
В у другій склянці міститься більше розчиненого у воді повітря
Г в обох склянках розчиненого у воді повітря порівну
6. Важлива роль у збереженні екологічного балансу на планеті належить лісам. Вони збагачують повітря киснем і зменшують уміст вуглекислого газу в ньому. Вирубування лісів призводить до серйозних екологічних наслідків.

Завдання 1. З'ясуй, чи відбувається у твоїй територіальній громаді масове вирубування дерев, неушкоджених хворобами та шкідниками, задля спалювання з метою обігріву.

Завдання 2. Із додаткових джерел інформації дізнайся про альтернативні способи обігріву приміщень, що не потребують спалювання деревини. Розроби план дій, який включатиме заходи для збереження наявних дерев, а також насадження нових.

Завдання 3. Поясни, чому необдумане вирубування дерев є небезпечним для екосистеми твого регіону.



§14

ВІДНОСНА ГУСТИНА ГАЗІВ, ОБЧИСЛЕННЯ З ЇЇ ВИКОРИСТАННЯМ

- Спрогнозуй, як будуть рухатись три повітряні кульки (мал. 13), наповнені а) воднем, б) вуглекислим газом, в) азотом, якщо їх одночасно відпустити з висоти зросту людини.



Мал. 13. Початок експерименту з кульками

- Запиши формули простих газуватих речовин, що мають двоатомні молекули.
- Що спільного та чим відрізняються кисень і вуглекислий газ кількістю речовини 2 моль кожен?
- Що означають та як обчислити масові частки елементів у сполуці?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Порівнюючи речовини, зазвичай користуються такими величинами, як маса, об'єм, кількість речовини, густина (або її ще називають дійсна густина). Для газуватих речовин досить вживаною характеристикою є не дійсна, а **відносна густина**. Вона дає змогу встановити, легший чи важчий один газ за інший.

ВІДНОСНА ГУСТИНА ГАЗІВ показує, у скільки разів один газ легший або важчий за інший газ чи газову суміш, і є безрозмірною величиною. Відносну густину газів позначають великою літерою D латинського алфавіту (вимовляється «де»).

Відносна густина одного газу за іншим газом (D) — це відношення густини одного газу (ρ_1) до густини іншого газу (ρ_2), виміряних за однакових умов:

$$D = \frac{\rho_1}{\rho_2}.$$

Оскільки густина — це маса одного об'єму речовини, а молярний об'єм усіх газів за нормальних умов однаковий — 22,4 л, робимо висновок про те, що густини газів співвідносяться між собою, як їхні молярні маси. Вам відомо, що молярні маси чисельно дорівнюють відносним молекулярним масам речовин. Звідси відносна густина газів може бути обчислена за формулами:

$$D_{\text{газ 2}}(\text{газ 1}) = \frac{M_{r1}}{M_{r2}} \quad \text{або} \quad D_{\text{газ 2}}(\text{газ 1}) = \frac{M_1}{M_2}$$

де M_{r1} — відносна молекулярна маса газу, для якого визначають відносну густина;

M_{r2} — відносна молекулярна маса газу, за яким визначають відносну густина;

M_1 — молярна маса газу, для якого визначають відносну густина;

M_2 — молярна маса газу, за яким визначають відносну густина.

Внизу справа після літери D пишуть формулу газу, за яким обчислюють відносну густина іншого газу. Наприклад, відносна густина за воднем позначається D_{H_2} , відносна густина за киснем — D_{O_2} , $D_{\text{пов.}}$ — відносна густина за повітрям.

ЯК ОБЧИСЛИТИ ВІДНОСНУ ГУСТИНУ ОДНОГО ГАЗУ ЗА ІНШИМ. Відносну густина газів можна обчислювати за будь-яким газом — воднем, киснем, вуглекислим газом тощо, а також за газоподібними сумішами, наприклад повітрям.

Відносну молекулярну чи молярну масу газу, за яким обчислюють відносну густина, записують у знаменнику:

$$D_{H_2}(\text{газу}) = \frac{M_r(\text{газу})}{2}; \quad D_{O_2}(\text{газу}) = \frac{M_r(\text{газу})}{32}; \quad D_{\text{пов.}}(\text{газу}) = \frac{M_r(\text{газу})}{29};$$

$$D_{H_2}(\text{газу}) = \frac{M(\text{газу})}{2 \text{ г/моль}}; \quad D_{O_2}(\text{газу}) = \frac{M(\text{газу})}{32 \text{ г/моль}}; \quad D_{\text{пов.}}(\text{газу}) = \frac{M(\text{газу})}{29 \text{ г/моль}}.$$

Розглянемо приклади.

Приклад 1. Обчислимо відносну густина кисню за воднем.

Розв'язання

1. Обчислюємо $M_r(O_2)$:

$$M_r(O_2) = 2 \cdot 16 = 32.$$

2. Обчислюємо $M_r(H_2)$:

$$M_r(H_2) = 1 \cdot 2 = 2.$$

3. Відносну густина кисню за воднем обчислюємо за такою формулою:

$$D_{H_2}(O_2) = \frac{M_r(O_2)}{M_r(H_2)} = \frac{32}{2} = 16.$$

Відповідь: відносна густина кисню за воднем дорівнює 16, тобто кисень у 16 разів важчий за водень, а водень у стільки само разів легший від кисню.

Приклад 2. Обчислимо відносну густина метану CH_4 за повітрям.

Розв'язання

1. Обчислюємо $M_r(CH_4)$:

$$M_r(CH_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16.$$

2. За формулою $D_{\text{пов.}}(CH_4) = \frac{M_r(CH_4)}{29}$ проводимо обчислення:

$$D_{\text{пов.}}(CH_4) = 16 : 29 = 0,55.$$

Відповідь: відносна густина метану за повітрям дорівнює 0,55, тобто метан у 0,55 раза легший за повітря.

Приклад 3. Обчислимо відносну густина кисню за повітрям $D_{\text{пов.}}(O_2)$.

Розв'язання

$$M_r(O_2) = 2 \cdot 16 = 32;$$

$$M_r(\text{пов.}) = 29;$$

$$D_{\text{пов.}}(O_2) = 32 : 29 = 1,1.$$

Відповідь: відносна густина кисню за повітрям $D_{\text{пов.}}(O_2) = 1,1$.

Як бачимо, кисень дещо важчий за повітря.

Ці та інші приклади засвідчують: якщо відносна густина газу більша за одиницю, він важчий, ніж той, із яким його порівнюють. І навпаки, якщо відносна густина менше одиниці, газ легший, ніж той, із яким його порівнюють.



Завдання 1. Розгляньте розташування кульок терезів на малюнках колажу. Поясніть, чому саме таке розташування кульок зображено.



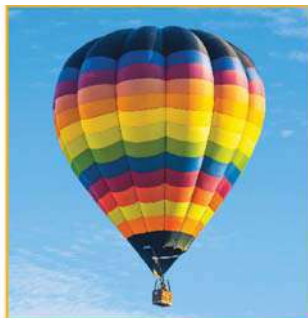
Завдання 2. До кожного з малюнків напишіть у зошиті обчислення відносної густини важчого газу за легшим.

Завдання 3. Скориставшись знаннями про відносну густина газів за повітрям, перевірте, правильно чи ні кожен / кожна з вас на початку уроку спрогнозував / спрогнозувала результат досліду (мал. 13). Намалюйте рух у повітрі, відпущених дівчиною кульок.

З науковою метою, для екскурсій та екзотичних подорожей часто використовують повітряні кулі (колаж). Так називають літальні апарати, наповнені гарячим повітрям або газом, легшим за повітря (наприклад, гелієм).



Метеорологічна повітряна куля для спостереження за погодою



Повітряна куля для прогулянок та екскурсій



Військова повітряна куля з відбивачами



Медіапошук

У 2002 році американець Стів Фоссетт здійснив першу навколосвітню мандрівку на повітряній кулі. Він перебував у повітрі майже 15 діб, подолав понад 33 000 км і не здійснив жодної посадки упродовж подорожі.

Завдання Із доступних джерел дізнайся, як це вдалося мандрівнику. Склади каталог речовин та приладів, фізичних і хімічних явищ, що дали змогу Стіву Фоссету успішно здійснити безпосадковий переліт на повітряній кулі.



Повітряна куля Стіва Фоссета

УСТАНОВЛЕННЯ ХІМІЧНИХ ФОРМУЛ СПОЛУК ЗА ДАНИМИ ПРО ЇХНІ СКЛАД І ВІДНОСНУ ГУСТИНУ. Напишемо похідні формули відносної густини газів:

$$D_{\text{газ 2}}(\text{газ 1}) = \frac{M_{r1}}{M_{r2}}; \quad M_{r2} = \frac{M_{r1}}{D_{\text{газ 2}}(\text{газ 1})}; \quad M_{r1} = D_{\text{газ 2}}(\text{газ 1}) \cdot M_{r2}$$

Звідси, якщо відома відносна густина газу 1 за газом 2 $D_{\text{газ 2}}(\text{газ 1})$, то можна обчислити відносну молекулярну / молярну масу кожного із цих газів.

Приклад 4. Обчислимо відносну молекулярну масу газу, відносна густина якого за повітрям дорівнює 2.

Розв'язання

$$D_{\text{пов.}}(\text{газу}) = \frac{M_r(\text{газу})}{M_r(\text{повітря})}; \quad M_r(\text{газу}) = D_{\text{пов.}}(\text{газу}) \cdot M_r(\text{повітря}) = 2 \cdot 29 = 58.$$

Відповідь: відносна молекулярна маса газу дорівнює 58.

Якщо відомі також масові частки елементів у сполуці, то можна встановити хімічну формулу речовини.

Приклад 5. Бінарна сполука Нітрогену з Гідрогеном має відносну густину за воднем 8,5. Установимо хімічну формулу речовини, якщо масова частка Нітрогену в ній дорівнює 82 %.

Відомо:

$$D_{\text{H}_2}(\text{N}_x\text{H}_y) = 8,5$$

$$w(\text{N}) = 82\%, \text{ або } 0,82$$

$$x - ? \quad y - ?$$

Розв'язання

$$D_{\text{H}_2}(\text{N}_x\text{H}_y) = \frac{M_r(\text{N}_x\text{H}_y)}{2}$$

$$M_r(\text{N}_x\text{H}_y) = D_{\text{H}_2}(\text{N}_x\text{H}_y) \cdot 2 = 8,5 \cdot 2 = 17;$$

$$x \cdot A_r(\text{N}) = w(\text{N}) \cdot M_r(\text{N}_x\text{H}_y);$$

$$x \cdot A_r(\text{N}) = 0,82 \cdot 17 \approx 14.$$

Оскільки відносна атомна маса Нітрогену = 14, то $x = 1$:

$$x = \frac{14}{A_r(\text{N})} = \frac{14}{14} = 1.$$

Якщо масова частка Нітрогену $w(\text{N}) = 0,82$, то масова частка Гідрогену 0,18:

$$w(\text{H}) = 1 - w(\text{N}) = 1 - 0,82 = 0,18;$$

$$y \cdot A_r(\text{H}) = w(\text{H}) \cdot M_r(\text{N}_x\text{H}_y) = 0,18 \cdot 17 \approx 3.$$

Оскільки відносна атомна маса Гідрогену дорівнює 1, то $y = 3$:

$$y = \frac{3}{A_r(\text{H})} = \frac{3}{1} = 3.$$

Відповідь: формула сполуки — NH_3 .



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Чим дійсна густина газів відрізняється від відносної?
2. Закінчи речення: *Відносна густина газу більша одиниці, якщо...*
3. Проаналізуй твердження. Чи є з-поміж них правильні?

Твердження 1. Амоніак легший за повітря.

Твердження 2. Гідроген сульфід важчий за кисень.

4. Знайди і виправ помилки:

а) відносна густина карбон(II) оксиду за азотом дорівнює 2;

б) відносна густина бутану C_4H_{10} за повітрям дорівнює 2;

в) карбон(IV) оксид важчий за хлор;

г) азот й етен C_2H_4 мають однакову відносну густину за воднем.

5. Відносна густина газу за воднем дорівнює 22. Обчисли:

- масу 1 л цього газу за нормальних умов;
- відносну густина цього газу за повітрям.

6. Бінарна сполука Карбону й Гідрогену має відносну густина за вуглекислим газом 1. Установи формулу речовини, якщо масова частка Карбону в ній дорівнює 81,82 %.

7. Французький письменник Жюль Верн написав і в 1863 році опублікував захопливий пригодницький роман «**П'ять тижнів на повітряній кулі**». В основу книги покладено достовірні факти з географічної екскурсії «Cinq semaines en ballon» трьох британських мандрівників над Африкою на повітряній кулі.

Завдання 1. З доступних джерел ознайомся із сюжетом книги, за бажанням прочитай всю книгу.

Завдання 2. З'ясуй, за допомогою чого мандрівники підняли повітряну кулю і підтримували її рух у повітряному просторі.

Завдання 3. Занотуй, які географічні відкриття вони здійснили, подорожуючи на кулі.

Завдання 4. Поділись своїми враженнями від книги з друзями.



§15

КИСЕНЬ ЯК НАЙВАЖЛИВІШИЙ ГАЗ ЖИТТЯ

- Назви просту речовину, необхідну для дихання 1) тварин, 2) рослин.
- Оформи опис кисню за пунктами:

- Хімічна формула, якісний і кількісний склад.
- Агрегатний стан за кімнатної температури, колір, смак.
- Проста чи складна, органічна чи неорганічна речовина.
- Відносна молекулярна маса, молярна маса.
- Відносна густина за повітрям.



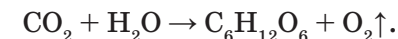
Опрацюй

Зрозумій

Використай

РОЛЬ КИСНЮ В ПРИРОДІ ТА ЖИТТІ ЛЮДИНИ. Кисень необхідний для **дихання** — сукупності хімічних реакцій, в результаті яких в організмах виділяється енергія.

Майже весь кисень в атмосфері Землі утворюється завдяки фотосинтезу, загальна схема якого —



Крім дихання людині кисень потрібний для виробництва багатьох речовин і матеріалів, спалювання різних видів палива на теплових електростанціях, у двигунах транспортних засобів, які не підключені до стаціонарного джерела електроенергії, генераторах. Основні галузі застосування кисню схематично зображено на малюнку 14.



Мал. 14. Приклади застосування кисню

Кисневі концентратори і кисневі балони використовують для подачі додаткового кисню людям, які мають проблеми з диханням або низький рівень кисню в крові. Ємності з киснем потрібні людям різних професій — лікарям, альпіністам, астронавтам, гідрологам, гідробіологам, дайверам (колаж).



Кисневий концентратор — медичний виріб для концентрування кисню з навколишнього повітря

Апарати з киснем для підтримання дихання тих, хто цього потребує

Завдання 1. У додаткових джерелах відшукай відомості про походження назв та особливості професій, зазначених у тексті над колажем.

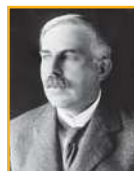


Завдання 1. Ознайомтеся із стрічкою часу (мал. 15).

Англійський природодослідник Дж. Прістлі і шведський хімік Ч. В. Шеєле незалежно один від одного відкрили кисень



Французький мікробіолог і хімік Л. Пастер відкрив мікроорганізми, які живуть за відсутності кисню



Британський фізик Е. Резерфорд атоми Нітрогену перетворив на атоми Оксигену

! Про перетворення атомів одних хімічних елементів на атоми інших, яке понад 100 років тому вдалося здійснити не лише Резерфорду, ти дізнаєшся в наступній темі

1773–1774 рр.

1775–1777 рр.

1777 р.

1862 р.

1919 р.

Французький природодослідник А. Л. де Лавуазьє довів, що кисень є простою речовиною, пояснив роль кисню в диханні



Німецький лікар і хімік Ф. Хоппе-Зейлер відкрив роль гемоглобіну для транспортування кисню в організмі людини

Мал. 15. Стрічка часу: хронологія відкриттів, пов'язаних із киснем

Завдання 2. Скористайтесь своїми знаннями з історії або доступними джерелами інформації та, розподіливши обов'язки в групі, з'ясуйте:

- Які історичні події відбувалися в зазначені на стрічці проміжки часу?
- Як відкриття кисню вплинуло на розвиток природничих наук?
- Для яких наукових досліджень і технічних винаходів відкриття кисню стало основою?

Завдання 3. Оформіть дібрані відомості у зручний для вашої групи спосіб, порівняйте їх з інформацією інших груп.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Більша частина кисню у крові людини зв'язана з гемоглобіном. За допомогою пульсоксиметра (мал. 16) вимірюється сатурація крові — це частка гемоглобіну, насиченого киснем, до загальної кількості гемоглобіну в крові. Сатурація від 95 до 100 % свідчить про достатню для життєдіяльності людини кількість кисню в організмі.



Мал. 16. Вимірювання сатурації пульсоксиметром

Зниження рівня кисню в крові людини загрожує функціонуванню серця, мозку, нирок та інших її органів і систем органів.

Якщо сатурація менше 93 % і знижується, лікарі насичують кров хворої людини киснем за допомогою кисневої маски або спеціального обладнання (мал. 17).



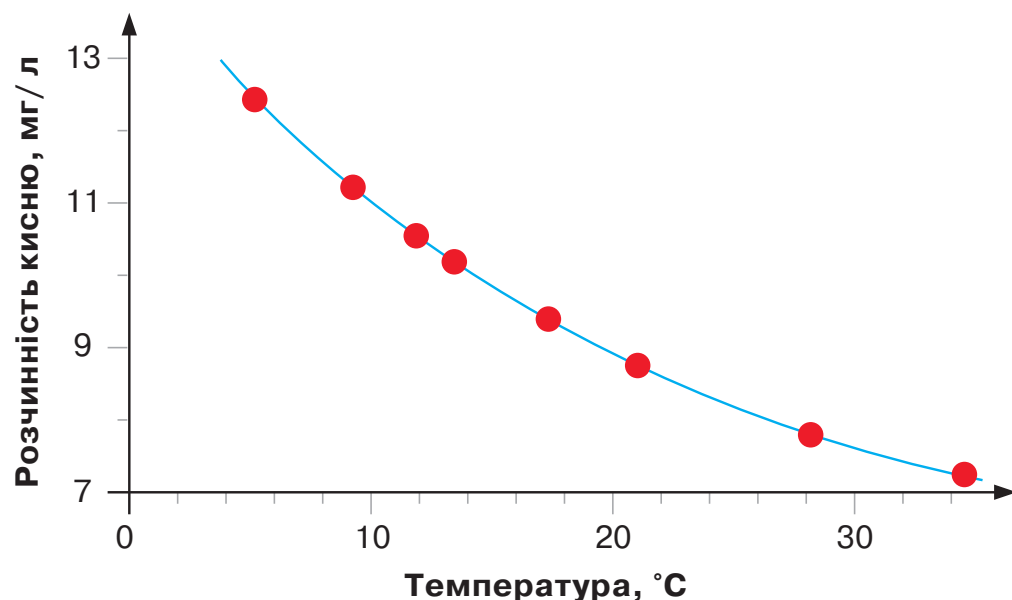
Мал. 17. Насичення крові пацієнта киснем за допомогою спеціального обладнання

Завдання Чому під час захворювань органів дихання лікарі рекомендують регулярно вимірювати сатурацію кисню в крові?

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КИСНЮ добре досліджені, більшість із них ти описав / описала, виконуючи завдання на початку параграфа. Додамо, що кисень належить до малорозчинних у воді речовин.

Розчинений у воді кисень необхідний для життєдіяльності мешканців водного середовища. Кисень проникає у воду з атмосфери й частково утворюється в самій водоймі в результаті життєдіяльності фотосинтезуючих організмів.

Завдання 2. До головних показників якості води для життя риб та інших водних мешканців належить уміст розчиненого кисню в одиниці об'єму водойми. Наприклад, для живлення і росту коропоподібних за температури води 25–30 °C оптимальний уміст кисню становить 7,1–8,4 мг/л, а для осетроподібних риб за 20–26 °C він дорівнює 8,3–9,2 мг/л.



Проаналізуй наведений графік та:

- 1) *визнач*, як змінюється вміст розчиненого кисню у воді при підвищенні температури від 5 °C до 25 °C;
- 2) *поясни*, як ці зміни можуть вплинути на життєдіяльність коропа та осетра;
- 3) *спрогнозуй* можливі наслідки зменшення вмісту кисню у водному середовищі для його жителів.

За температури нижче –183 °C кисень перетворюється на блідо-блакитну рідину, а приблизно за –218 °C він набуває твердого агрегатного стану. Тому неважко зрозуміти, чому в деяких країнах для маркування балонів зі стисненим киснем використовують світло-блакитний або інший відтінок синього кольору.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Чому кисень називають найважливішим газом життя? Склади інтелект-карту, яку використаєш для відповіді на це запитання.

2. Обери явища / процеси, в яких присутній кисень: плавлення льоду, дихання тварин, випаровування води, фотосинтез, дихання рослин, спалювання ракетного палива. Класифікуй їх на ті, що потребують кисню, й ті, які супроводжуються його утворенням. Що тобі відомо про значення для природи наведених у класифікації явищ / процесів?
3. Напиши рівняння реакції, що відображує перетворення вуглекислого газу й води на глюкозу і кисень у процесі фотосинтезу.

Завдання 1. Укажи реактанти та продукти реакції.

Завдання 2. Обчисли об'єм кисню (н. у.), що утвориться в результаті фотосинтезу із 176 г вуглекислого газу.

Завдання 3. Назви організми, які здійснюють фотосинтез, та поясни їхню роль у забезпеченні Землі киснем.

Завдання 4. Проаналізуй, як би змінилася кількість кисню на нашій планеті, якби фотосинтез припинився. Які наслідки це мало б для життя на Землі?

4. За добу людина вдихає приблизно 25 кг повітря. Який об'єм кисню (н. у.) входить до його складу? Скільки літрів карбон(IV) оксиду (н. у.) необхідно поглинути рослинам, щоб внаслідок фотосинтезу поновився вміст кисню у 25 кг повітря?



5. Виконай індивідуально або у групі проєкт «Застосування кисню», охопивши різні галузі / напрями (наприклад, медицина, мистецтво, металургія, енергетика, сільське господарство, різання і зварювання металів, професійна діяльність пілотів, космонавтів, водолазів, вибухотехніків).



§16

ЯК ДОБУТИ І ЗІБРАТИ КИСЕНЬ

- Кисень, водень чи повітря об'ємом 11,2 л (н. у.) кожний має більшу масу?
- У скільки разів відрізняються густина повітря і густина води?
- На основі набутих знань і власного досвіду вислови судження про потребу в промисловому добуванні кисню.



Опрацюй

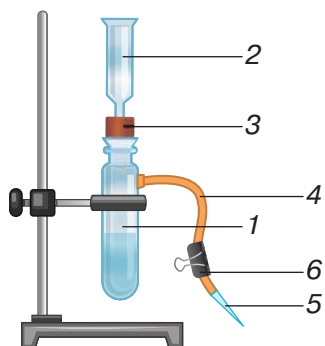
Зрозумій

Використай

ДОБУВАННЯ КИСНЮ. Промислове добування кисню з повітря потребує спеціальної газороздільної установки і дуже низьких температур. Для лабораторного способу добування кисню — розкладання води електричним струмом на водень і кисень — потрібні спеціальне обладнання й постійний електричний струм.

В лабораторії кисень також добувають із оксигеновмісних неорганічних речовин, які легко розкладаються з виділенням кисню. Однією з таких речовин є гідроген пероксид H_2O_2 , що за нормальних умов перебуває в рідкому агрегатному стані. Речовина повільно розкладається на воду й кисень навіть без нагрівання. Проте, якщо до гідроген пероксиду додати небагато (на кінчику шпателя) манган(IV) оксиду MnO_2 — твердої, нерозчинної у воді речовини чорного кольору, виділення кисню значно пришвидшується.

Цей процес проводять у приладі для добування газів (мал. 18) або в саморобному приладі, виготовленому за його зразком.



Мал. 18. Прилад для добування газів

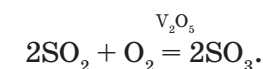
Прилад складається з пробірки зі скляним тубусом (1), лійки з довгим відростком (2), вставленої в гумовий корок (3), газовідвідної гумової трубки (4), скляного наконечника на кінці гумової трубки (5), пружинного зажиму (6).

Манган(IV) оксид під час добування кисню з гідроген пероксиду прискорює хімічну реакцію, але сам не витрачається. Речовини з такою дією називають **каталізаторами**.



Каталізатори — це речовини, які прискорюють хімічні реакції, але при цьому самі не витрачаються і не входять до складу продуктів реакції.

У схемах чи хімічних рівняннях реакцій формули каталізаторів пишуть над стрілкою чи знаком «=», наприклад:



Серед неорганічних речовин прикладами *каталізаторів* є манган(IV) оксид, ванадій(V) оксид.



Медіапошук

Каталізатори використовують не лише в лабораторіях, а й на хімічних підприємствах. Різноманітні хімічні реакції в організмі людини відбуваються завдяки ферментам.

Завдання

Із доступних джерел добери інформацію про:

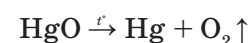
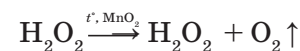
- використання каталізаторів у промисловому виробництві речовин;
- фермент чи групу ферментів.

Результати інформаційного пошуку презентуй на уроці.



Завдання 1.

За наведеними схемами напишіть хімічні рівняння.



Завдання 2.

Обговоріть у групі і з'ясуйте:

- скільки реагентів у кожній реакції;
- скільки продуктів реакції в кожному рівнянні;
- простими чи складними речовинами є реагенти;
- простими чи складними речовинами є продукти реакції.

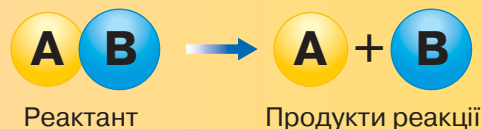
Завдання 3.

Знайдіть спільне в записаних вами у **завданні 1** хімічних рівняннях.

У природі та лабораторіях відбувається чимало реакцій, в яких з одного реагента / реактанта утворюється кілька продуктів реакції. Такі реакції об'єднують в один тип під назвою **реакції розкладу**.

Реакції, в результаті яких з однієї складної речовини утворюється дві чи більше нових речовин, називають реакціями розкладу.

Схема реакції розкладу:

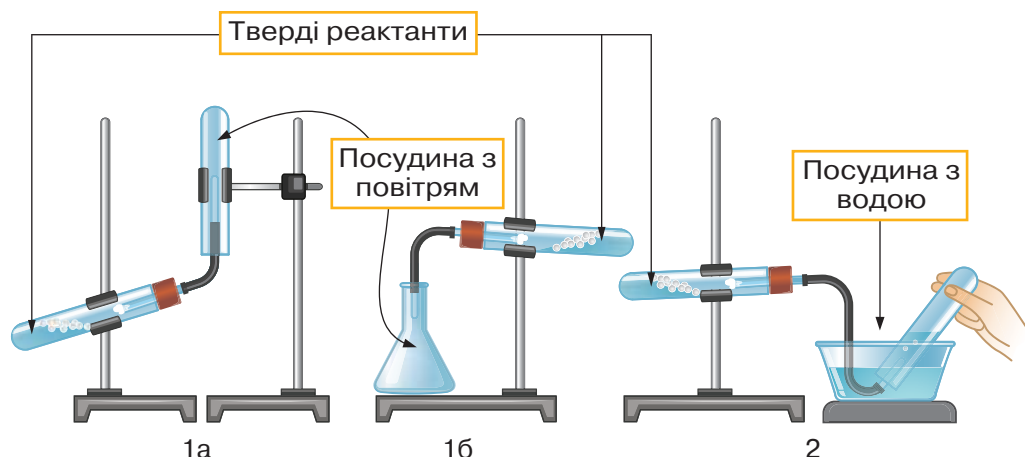


Завдання Поміркуй, чи можуть прості речовини бути реагентами реакцій розкладу.

ЯК ДОБУТИ І ЗІБРАТИ КИСЕЇ В ЛАБОРАТОРІЇ? Тепер ти знаєш, що кисень в лабораторії можна добути реакцією розкладу деяких оксигеновмісних речовин.

Перед дослідником завжди постає питання: «Як правильно зібрати газ, що виділяється?». Для відповіді на це питання потрібно з'ясувати розчинність газу у воді та його відносну густину за повітрям.

Гази збирають двома способами (мал. 19).



Мал. 19. Способи збирання газів: 1а і 1б — витісненням повітря; 2 — витісненням води

Способом витіснення води можна збирати гази, які в ній погано розчиняються, наприклад водень і кисень. А от амоніак цим способом не збереш, бо він не витіснить воду з посудини, в яку його хочуть зібрати, а розчинятиметься у воді та взаємодіятиме з нею.

Витісненням повітря можна збирати і добре розчинні, й погано розчинні у воді гази. Але є одна засторога: гази, важчі за повітря, збирають, тримаючи посудину-приймач, як показано на малюнку 19 (1б), тобто донизу дном. Важчий за повітря газ «переливатиметься» у посудину-приймач і наповнюватиме її подібно до того, як воду наливають у склянку, пробірку тощо. А тепер уяви, чим би закінчилася спроба наповнити во-

дою пробірку, перевернуту догори дном? За аналогією спрогнозуй, чи наповниться вона важчим за повітря газом. Легші за повітря гази збирають способом, що показаний на малюнку 19 (1а).

Малорозчинні у воді гази збирають і витісненням води, і витісненням повітря. Добре розчинні у воді гази збирають витісненням повітря. Перед збиранням газу витісненням повітря, спершу обчислюють його відносну густину за повітрям, щоб обрати правильне розташування посудини-приймача (догори чи донизу дном).

Наповнення посудини-приймача киснем перевіряють тліючою дерев'яною скіпкою. Скіпку підносять збоку отвору посудини, і якщо кисень є в посудині, то тліюча скіпка яскраво спалахне.

Завдання. Поміркуй, чи можна зібрати газ гідроген хлорид способом витіснення води, якщо він добре в ній розчиняється. Запропонуй спосіб його збирання.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Іноді досліднику не вдається зібрати у посудину-приймач кисень чи іншу газовату речовину, виділення якої спостерігається в приладі для добування газів. Таке трапляється, якщо корок негерметично закриває отвір приладу для добування газу, і газ крізь шпаринки виходить у навколишнє середовище. Щоб подібного не трапилось, перед заповненням приладу речовиною, з якої добуватимуть газ, прилад перевіряють на герметичність (мал. 20).



Мал. 20. Перевірка на герметичність приладу для добування газів

Якщо корок щільно закриває отвір і проникнення газу в місці його розташування не відбувається, то потримавши прилад у долоні, як показано на малюнку 20, 10–20 секунд, можна побачити виділення бульбашок повітря, яке було у приладі й від нагрівання теплою долонею розширилося та надійшло у воду через газовідвідну трубку.

Переконавшись у герметичності приладу, можна розпочинати добування газу.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

ДОБУВАННЯ І ЗБИРАННЯ КИСНЮ

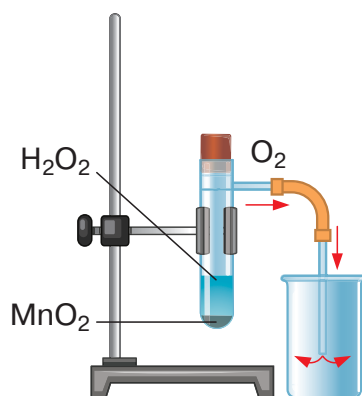
Мета дослідження: добути, виявити і зібрати кисень способом витіснення повітря.

Речовини та обладнання: розчин гідроген пероксиду, каталізатор манган(IV) оксид MnO_2 , шпатель, пробірки, штатив для пробірок, корок із газовідвідною трубкою, лабораторний штатив, дерев'яна скіпка, сірники, посудина-приймач для кисню (хімічна склянка, колба, пробірка), скляна паличка.

Завдання. Проведи дослідження з добування та виявлення кисню.

Крок 1. Перевір герметичність приладу в місці розташування корка.

Крок 2. Скористайся допомогою вчителя або лаборанта і закріпи прилад вертикально в лапці лабораторного штатива так, щоб кінець газовідвідної трубки майже торкався дна посудини, в яку збиратимеш кисень (мал. 21).



Мал. 21. Добування та збирання кисню способом витіснення повітря

Крок 3. Відміряй 2 мл гідроген пероксиду і через відкритий корок залий його у прилад. Перш ніж закрити корок, внеси у пробірку на кінчику шпателя каталізатор — манган(IV) оксид.

Крок 4. Спостерігай за реакцією й періодично піднось до кінчика газовідвідної трубки тліючу скіпку. Як тільки вона загориться яскраво, це означатиме, що із пробірки та газовідвідної гумової трубки все повітря витіснилось киснем і можна переходити до його збирання.

Крок 5. Збери кисень у пробірку способом витіснення повітря. Наповнення пробірки киснем перевіряй тліючою скіпкою.

Звіт про виконане дослідження та висновки запиши у зошит у вигляді таблиці 15.

Таблиця 15

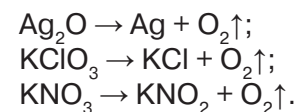
Крок	Твої дії	Результат, твої пояснення

Візуалізувати і правильно виконати це дослідження тобі допоможе перегляд відео за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/ifcEo> або QR-кодом.



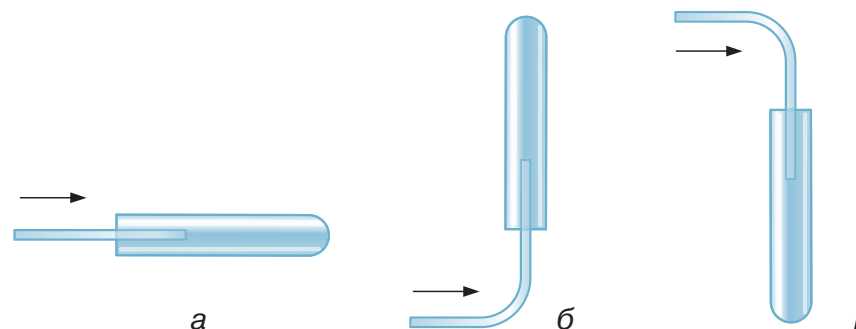
ТОБІ ДО СНАГИ

- До фізичних чи хімічних явищ належать:
 - добування кисню з повітря;
 - добування кисню з води?
- Які речовини називають каталізаторами? Наведи приклади реакцій із використанням каталізаторів.
- Які властивості газоподібної речовини необхідно враховувати, щоб правильно її зібрати?
- Ознайомся зі схемами реакцій розкладу речовин із виділенням кисню і напиши рівняння реакцій:



За одним із рівнянь склади умову задачі на обчислення з використанням кількісних відношень речовин у хімічній реакції.

- Який малюнок ілюструє правильний спосіб збирання витісненням повітря вуглекислого газу, а який — гелію? Відповідь обґрунтуй.



- Наведи власні приклади газів, які можна збирати способами, що ілюструє малюнок 19 (с. 78).



§17

ЗАКОН ОБ'ЄМНИХ ВІДНОШЕНЬ ГАЗІВ

- Назви відомі тобі закони із природничих наук.
- Сформулюй закон збереження маси в хімічних реакціях.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

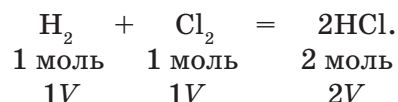
Тобі відомо про кількісні відношення речовин у хімічних реакціях і що 1 моль будь-якої газуватої речовини за нормальних умов займає об'єм 22,4 л. Чи поширюються кількісні відношення газів у хімічних реакціях на відношення об'ємів реагентів / реактантів та продуктів реакції?

ОБ'ЄМНІ ВІДНОШЕННЯ ГАЗІВ У ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЯХ. Французький учений **Жозеф Луї Гей-Люссак** експериментально встановив, що об'єми газів, які вступають у реакцію та утворюються внаслідок реакції, співвідносяться між собою як невеликі цілі числа, які збігаються з коефіцієнтами в рівнянні реакції.

Жозеф Луї Гей-Люссак (1778–1850) — французький хімік і фізик. Його наукові праці стосуються різних галузей хімії. Він відкрив у 1808 р. закон об'ємних відношень газів, що увійшов у науку як закон Гей-Люссака, першим добув просту речовину йод і побудував (1819 р.) криві залежності розчинності солей у воді від температури. Разом із французьким хіміком Мішелем Еженом Шевреле (1786–1889) отримав патент (1825 р.) на виробництво стеаринових свічок, що стало початком нової доби в історії освітлення.

Щоразу, беручи однакові об'єми газоподібних речовин водню і хлору, дослідник добував два об'єми гідроген хлориду (хлороводню) HCl з одного об'єму водню й одного об'єму хлору.

Напишемо хімічне рівняння цієї реакції та розглянемо в ньому відношення кількості речовини і кількісні відношення об'ємів газів:



Гей-Люссак також проводив дослід з іншими газуватими речовинами, зокрема з воднем і киснем.

У 1808 р. учений сформулював закон об'ємних відношень газів, який називають законом Гей-Люссака.



Жозеф Луї Гей-Люссак
(1778–1850)



Закон об'ємних відношень газів: у хімічних реакціях об'єми газуватих речовин співвідносяться між собою як невеликі цілі числа.

Закон поширюється на реакції, що відбуваються за постійного тиску.

ЯК ЗА ЗАКОНОМ ГЕЙ-ЛЮССАКА ОБЧИСЛЮВАТИ ОБ'ЄМИ ГАЗІВ У ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЯХ? Щоб обчислити об'єм газуватих реагентів / реактантів і продуктів реакції, слід виконати дії за розкритим у таблиці алгоритмом.

Задача 1. Обчислимо об'єм кисню, в якому спалили етен C_2H_4 об'ємом 40 л, і об'єм вуглекислого газу, що утворився. Усі виміри проведено за однакових умов.

№ дії	Дія	Результат
1	Пишемо хімічне рівняння	$\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
2	Встановлюємо кількісні відношення газів	1 моль 3 моль 2 моль
3	Встановлюємо об'ємні відношення газів	1 V 3 V 2 V
4	Обчислюємо об'єми речовин, про які запитується в умові задачі	Аналізуючи об'ємні відношення газів, доходимо висновку, що об'єм кисню втричі, а об'єм вуглекислого газу — вдвічі більші за об'єм етену: $V(\text{O}_2) = 3V(\text{C}_2\text{H}_4) = 3 \cdot 40 \text{ л} = 120 \text{ л};$ $V(\text{CO}_2) = 2V(\text{C}_2\text{H}_4) = 2 \cdot 40 \text{ л} = 80 \text{ л}$
	Записуємо відповідь	Прореагувало 120 л кисню; утворилось 80 л вуглекислого газу

За розглянутим алгоритмом розв'яжемо задачу 2.

Задача 2. У зоні грозового розряду температура сягає понад 2000 °C. За таких умов азот і кисень, що перебувають у складі повітря, взаємодіють між собою з утворенням газуватої речовини нітроген(II) оксиду. Обчислимо об'єми реагентів (н. у.), необхідні для утворення 100 л продукту реакції.

Відомо:

$$V(\text{NO}) = 100 \text{ л}$$

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

$$V(\text{O}_2) = ?$$

Розв'язання

$$1. \quad \text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}.$$

$$2. \quad 1 \text{ моль} : 1 \text{ моль} : 2 \text{ моль}.$$

$$3. \quad 1V : 1V : 2V.$$

$$4. \quad V(\text{N}_2) = \frac{1}{2}V(\text{NO}) = 100 : 2 = 50 \text{ (л)}.$$

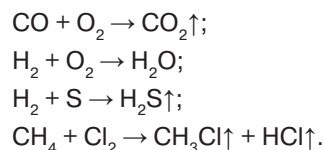
$$5. \quad V(\text{O}_2) = \frac{1}{2}V(\text{NO}) = 100 : 2 = 50 \text{ (л)}.$$

Відповідь: прореагувало 50 л кисню і 50 л азоту.



Завдання 1.

Скориставшись розглянутим алгоритмом і наведеними у параграфі умовами задач та їхніми розв'язками як зразком, складіть умови задач, розв'язання яких потребує встановлення об'ємних відношень газів. Використайте наведені нижче схеми рівнянь:



Завдання 2. Розв'яжіть складені задачі.

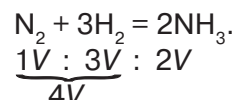


ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Задача 3. Який об'єм амоніаку утворився, якщо початкова суміш азоту та водню мала об'єм 90 л, а після закінчення реакції залишилося 10 л азоту? Об'єми газів виміряно за однакових умов.

Розв'язання

Складемо рівняння реакції та розглянемо об'ємні відношення газів:



Усього в реакцію вступає 4 об'єми реагентів. За відомостями з умови задачі обчислимо, скільки це літрів. Віднімемо від загального об'єму початкової суміші азоту й водню об'єм азоту, що залишився після закінчення реакції:

$$90 \text{ л} - 10 \text{ л} = 80 \text{ л}.$$

$$\text{Отже, } 4V = 80 \text{ л. Тоді } 1V = 80 \text{ л} : 4 = 20 \text{ л}.$$

За кількісними відношеннями газів у рівнянні реакції обчислюємо об'єм амоніаку:

$$V(\text{NH}_3) = 2V = 2 \cdot 20 \text{ л} = 40 \text{ л}.$$

Відповідь: утворилося 40 л амоніаку.



ТОБІ ДО СНАГИ

- Етин C_2H_2 , який використовують для різання і зварювання металів, взаємодіє з киснем за схемою $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Запиши об'ємні відношення речовин у рівнянні цієї реакції. За встановленим відношенням обчисли об'єми реагентів, якщо об'єм утвореного вуглекислого газу дорівнював 400 л. Усі виміри проведено за однакових умов.
- За схемою рівняння реакції горіння амоніаку

$$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
напиши рівняння реакції й обчисли об'єм кисню, в якому спалили 80 л амоніаку (н. у.).
- Учнівству запропонували обчислити об'єм водню, добутий розкладанням електричним струмом води з утворенням 160 л кисню (н. у.). Після проведення обчислень одні відповіли, що водню

добули теж 160 л, інші — 320 л. Проведи обчислення з використанням закону об'ємних відношень газів та перевір правильність обох відповідей.

- Нітроген(II) оксид, що утворюється під час грози (див. задачу 2 у параграфі), продовжує взаємодіяти з киснем повітря, утворюючи нітроген(IV) оксид. Напиши хімічне рівняння цієї взаємодії та обчисли об'єм продукту реакції, якщо прореагувало 40 л кисню (н. у.).



\$18

КИСЕНЬ І ГОРІННЯ

- Що, на твою думку, об'єднує використання пального у двигунах автомобілів, літаків, ракет, вугілля на теплових електростанціях, дров у печі або каміні? Свою відповідь порівняй з наявною про це науковою інформацією у параграфі.
- Який із застережливих знаків попереджає, що речовина легкозаймиста?
- Наведи приклади відомих тобі легкозаймистих матеріалів.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

КИСЕНЬ — ХІМІЧНО АКТИВНА РЕЧОВИНА. З-поміж простих речовин за хімічною активністю кисень поступається лише фтору. Він реагує з багатьма простими і складними речовинами (колаж).



1



2



3



4



5

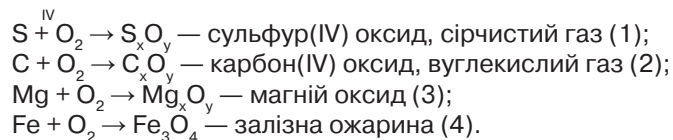


6

Світлини 1–4 (колаж на с. 85) ілюструють взаємодію кисню з простими речовинами: сіркою (1), вуглецем (2), магнієм (3), залізом (4); світлини 5–6 — горіння складних речовин: 5 — горіння метану CH_4 ; 6 — горіння етину C_2H_2 .



Завдання 1. За схемами запишіть рівняння взаємодії кисню з простими речовинами, зображеними на колажі:



У кожній із цих реакцій виділяється теплота.

Завдання 2. Скориставшись колажем на сторінці 85, укажіть фізичні явища, що супроводжують кожну реакцію.

Завдання 3. З'ясуйте, скільки реагентів / реактантів і скільки продуктів реакції у кожному рівнянні.

Завдання 4. Перевірте правильність виконання завдань 1–3, обмінявшись результатами з іншою групою.

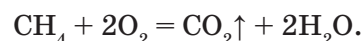
РЕАКЦІЇ СПОЛУЧЕННЯ. У хімічних рівняннях із рубрики «Пліч-о-пліч» є по два реагенти і лише один продукт реакції.

Завдання 1. Поміркуй, чи можна реакції з двома реагентами і одним продуктом реакції віднести до реакцій розкладу?

Реакції, в результаті яких із двох чи кількох речовин утворюється одна речовина, називають *реакціями сполучення*.

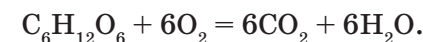
Тип	Схема реакції	Приклади
РЕАКЦІЇ СПОЛУЧЕННЯ	реагенти/ реактанти продукт реакції	$\text{Zn} + \text{S} = \text{ZnS}$ $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$

ВЗАЄМОДІЯ КИСНЮ ЗІ СКЛАДНИМИ РЕЧОВИНАМИ. Кисень виявляє хімічну активність щодо багатьох складних речовин. Наприклад, складник природного газу метан CH_4 згорає в ньому з утворенням вуглекислого газу й води:

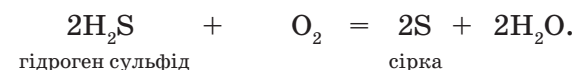


Цю хімічну реакцію супроводжують два фізичні явища — світлове й теплове.

Органічна речовина глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, потрапивши в організм людини з харчовими продуктами, зазнає хімічних перетворень за участю кисню у присутності каталізаторів (ферментів). Утворюються вуглекислий газ і вода, вивільняється потрібна для життєдіяльності організму енергія. Цей процес називається диханням. Сумарне рівняння дихання:



В усіх розглянутих прикладах незалежно від того, проста чи складна речовина взаємодіяла з киснем, продуктами реакції були оксиди тих елементів, з атомів яких складались реактанти. Залізна ожарина Fe_3O_4 є подвійним оксидом Феруму — $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$. Якщо ж кисню взято з нестачею (менше, ніж потрібно за кількісним відношенням речовин для утворення оксиду / оксидів), то серед продуктів реакції може бути й проста речовина, наприклад:



Завдання 2. Напиши хімічне рівняння взаємодії гідроген сульфід з киснем, якщо продуктами реакції є сульфур(IV) оксид і вода.

ГОРІННЯ В КИСНІ ЯК ХІМІЧНЕ ЯВИЩЕ: КОРИСТЬ І НЕБЕЗПЕКА

Горінням називають реакції, що супроводжуються утворенням тепла і світла.

Завдання 3. Чи можна зображені на колажі (с. 85) хімічні явища віднести до реакцій горіння? Відповідь обґрунтуй.

Горіння речовин відбувається не лише в кисні. Наприклад, залізо горить у кисні й у хлорі.

Горіння — перша хімічна реакція, яку людина навчилася здійснювати і використовувати, що суттєво вплинуло на її життя. Із того часу й дотепер ця реакція широко застосовується у повсякденному житті людини, енергетиці, виробництві речовин і матеріалів, різних видах транспорту, інших галузях.

Завдання 4. Склади розповідь про використання горіння, ілюструючи її прикладами.

Якщо горіння відбувається контрольовано, як, наприклад, у газових плитах, двигунах автомобілів, на теплових електростанціях, то користь від нього незаперечна. Стихійне горіння вкрай небезпечне й руйнівне (колаж).



Час від часу на виробництві трапляються вибухи горючих речовин, змішаних із киснем, наслідком яких стають руйнування предметів і навіть людські втрати. Вибухонебезпечними є суміші повітря з метаном, повітря і парів бензину, повітря і борошняного пилу чи цукрової пудри.

УМОВИ ВИНИКНЕННЯ І ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ. Одні речовини загораються від запаленого сірника відразу, інші потребують додатково-го нагрівання. Зокрема, щоб вуглець горів у кисні (світлина 2 на *коллажі*, що на с. 85), вуглинку деякий час нагрівають у полум'ї спиртівки, і тільки після того, як вона почала жевріти, вносять у колбу з киснем. Нагрівання було необхідним, щоб температура вуглинки досягла **температури займання** й розпочалося стійке горіння.

Температурою займання називають температуру, після досягнення якої розпочинається стійке горіння речовини / матеріалів.

Звідси робимо висновок, що умовами виникнення горіння речовини є наявність кисню та нагрівання до температури займання.

Формуємо навчальну проблему та розв'язуємо її

Що потрібно зробити, щоб горіння припинилося?

У розв'язанні проблеми тобі допоможуть ілюстрація та опис досліду, зображеного на малюнку 22.

У порцелянову чашку налили етанол (етиловий спирт) і піднесли сірник. Цього було достатньо, щоб розпочалося стійке горіння етанолу синюватим і без кіптяви полум'ям. Після цього чашку з речовиною, що продовжує горіти, накрили картоном. Полум'я швидко згасло, а кар-

тон не загорівся. В описаному досліді наявні дві умови, що унеможливають горіння речовин і матеріалів.

Поміркуй:

— чому після накривання картоном горіння спирту стало неможливим, якщо горюча речовина залишалася в чашці?

— чому не загорівся картон, адже він належить до горючих матеріалів?

Відповівши правильно на поставлені запитання, ти зрозумієш, що умовами припинення горіння є: припинення доступу кисню (повітря) і зниження температури нижче температури займання речовини.



Мал. 22. Горіння етанолу

ХІМІЯ І ЖИТТЯ

З вогнем слід завжди бути обережним, але не зайвим буде знати способи припинення горіння. Залежно від площі загорання вони можуть бути різними (мал. 23).



Мал. 23. Засоби для припинення горіння: а — вуглекислотний вогнегасник; б — ковдра з негорючого матеріалу; в — пісок; г — вода

Найчастіше для припинення горіння використовують воду (мал. 23, г). Вона не горить і забезпечує обидві умови припинення горіння — знижує температуру нижче від температури займання, а водяна пара, на яку перетворюється частина рідкої води, ускладнює доступ повітря (а отже, й кисню) до предметів, що горять.

Завдання З'ясуй, де у школі знаходиться пожежний щит та які засоби гасіння він містить.

Медіапошук

Із доступних тобі інформаційних джерел дізнайся про професію пожежника. Як пожежники убезпечують себе від впливу високих температур і відкритого вогню під час гасіння пожежі? Які засоби гасіння застосовують? У яких закладах освіти можна здобути професію пожежника? Які засоби індивідуального захисту та яка техніка є у розпорядженні вогнеборців?



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Існує багато прикладів взаємодії кисню з речовинами, що не належать до реакцій горіння, бо вони не супроводжуються утворенням вогню. Як приклад можна навести гниття опалого листа, згіркнення вершкового масла, іржавіння заліза.

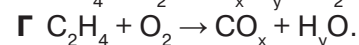
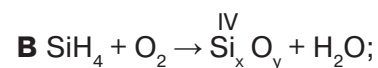
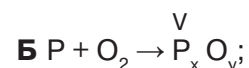
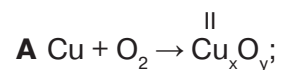
Взаємодію речовин з киснем, під час якої виділяється теплота й не відбувається загорання, називають **повільним окисненням**.

Повільне окиснення органічних речовин у складі гною, закладеного у парник чи теплицю, підігріває ґрунт, чим створює сприятливі умови для росту рослин. Дихання — приклад повільного окиснення в живій природі, завдяки якому живі істоти одержують необхідну для життя енергію і речовини для побудови тіла.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Які умови необхідні для виникнення горіння, а які — для його припинення?
2. Чим корисні горіння й повільне окиснення для людини? Наведи приклади.
3. Склади формули бінарних сполук і напиши рівняння реакцій за схемами. Розташуй рівняння реакцій за збільшенням суми коефіцієнтів:



4. За місяць сім'я спожила 336 м³ природного газу. Скільки метрів кубічних кисню витратилось на його горіння та скільки м³ вуглекислого газу надійшло в атмосферу? Усі виміри зроблені за однакових умов. Уміст метану в природному газі вважати рівним 100 %.
5. Підготуй та презентуй плакат «Горіння й екологічні проблеми нашої планети».
6. Прокоментуй вислів: у дбайливих руках горіння є надійним помічником, а в недбалих — небезпечним явищем.
7. Напиши фантастичне оповідання на тему «Планета Земля без реакцій горіння».



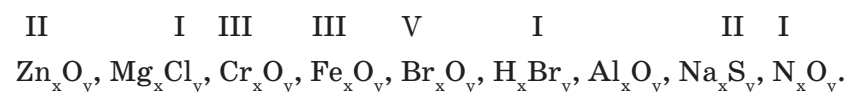
§19

ПОНЯТТЯ ПРО ОКСИДИ. ВЗАЄМОДІЯ ОКСИДІВ З ВОДОЮ

- Чим фізичні явища відрізняються від хімічних?
- Що називають розчином?
- З чого складається розчин?
- Назви відомі тобі кислоти та їхні формули.

Твоє перше знайомство з оксидами відбулось під час опанування уміннями складати формули і назви бінарних сполук (§ 3).

- Застосуй набуті вміння і склади формули:



З-поміж складених формул випиши і назви формули бінарних сполук Оксигену.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ ПРО ОКСИДИ. У складі виписаних тобою формул є металічні й неметалічні хімічні елементи, елементи зі сталою та змінною валентностями. Але в кожній формулі наявний Оксиген, і друге слово в назві цих сполук — «оксид». Бінарні сполуки Оксигену об'єднують в одну групу / клас неорганічних речовин з назвою «оксиди».



Оксид — бінарна сполука хімічного елемента з Оксигеном.

Позначимо сполучений з Оксигеном металічний чи неметалічний елемент великою літерою Е й запишемо загальну формулу оксидів:



де n — валентність елемента.

Оксиди доволі поширені у природі.

Завдання 1.

Склади формули оксидів: Гідрогену, Силіцію(IV), Алюмінію, Карбону(IV), Феруму(II), Феруму(III).

Складені тобою формули є формулами найпоширеніших оксидів у природі.



Медіапошук

Із доступних інформаційних джерел дізнайся про поширення оксидів у природі. Виготов лепбук «Найпоширеніші в природі оксиди та їх застосування».

РІЗНОМАНІТНІСТЬ ОКСИДІВ. Серед оксидів є гази, рідини, тверді речовини, яких більшість (колаж).



Завдання 2. Розглянь колаж, запиши формули зображених на ньому оксидів, класифікуй їх за агрегатним станом.

Різними є температури плавлення і твердість оксидів. Алюміній оксид за твердістю поступається тільки алмазу.

Деякі оксиди шкідливі для здоров'я людини, наприклад карбон(II) оксид, сульфур(IV) оксид, нітроген(IV) оксид та деякі інші.

Завдання 3. Склади формули шкідливих для здоров'я людини оксидів.

Оксиди характеризуються різноманітністю хімічних властивостей. Взаємодія з водою є однією з хімічних властивостей оксидів.

ВЗАЄМОДІЯ ОКСИДІВ З ВОДОЮ. Багато оксидів не розчиняються у воді і не взаємодіють з нею за звичайних умов. До таких оксидів належить основний складник річкового піску силіцій(IV) оксид. Роками на пляжах і на дні водойм він контактує з водою, і хімічна взаємодія не відбувається. Проте деякі оксиди реагують з водою й утворюють речовини складнішої будови — гідроксиди і кислоти. Розглянемо приклади.

1. Взаємодія кальцій оксиду з водою.

Кілька шматочків речовини білого кольору кальцій оксиду (має ще назву негашене вапно) помістимо в хімічну склянку й обережно невеликими порціями долемо воду. Відразу ж розпочинається бурхлива реакція, що супроводжується виділенням теплоти й утворенням кальцій гідроксиду $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (його ще називають гашене вапно) (мал. 24):



Під час реакції вміст хімічної склянки розігрівається настільки, що частина води закипає і випаровується.



Мал. 24. Взаємодія кальцій оксиду з водою

Якщо кілька хімічних елементів у формулі взяті в дужки, то записаний після них індекс стосується кожного елемента в дужках.

При читанні формулу $\text{Ca}(\text{OH})_2$ вимовляють «кальцій-о-аш-двічі».

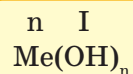
Подібно до кальцій оксиду з водою взаємодіє натрій оксид Na_2O з утворенням натрій гідроксиду NaOH :



Завдання 4. Потренуйся у читанні формул NaOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, розглянь їх кількісний і якісний склад. Вияви у формулах цих, поки що нових для тебе, речовин спільний складник.

У наведених формулах першим записаний металічний елемент, другою — група атомів $-\text{OH}$, яку в хімії називають гідроксильна група. Гідроксильна група $-\text{OH}$ одновалентна. Кількість гідроксильних груп дорівнює валентності металічного елемента. Якщо гідроксильних груп кілька, то їх записують у круглих дужках, а після них пишуть індекс. Складні речовини, утворені металічним елементом та гідроксильними групами $-\text{OH}$, називають основи. Виняток становлять амфотерні гідроксиди (наприклад цинк гідроксид $\text{Zn}(\text{OH})_2$, алюміній гідроксид $\text{Al}(\text{OH})_3$ та деякі інші).

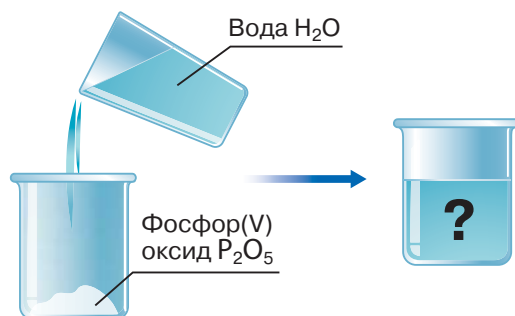
Напишемо загальну формулу основ:



де n — валентність металічного елемента й індекс гідроксильної групи.

2. Взаємодія фосфор(V) оксиду з водою.

У хімічну склянку помістимо 7–10 г порошку фосфор(V) оксиду (тверда речовина білого кольору). Обережно доллемо 100 мл гарячої води й перемішаємо. Вміст склянки стає однорідним, безбарвним і рідким, тобто в склянці міститься розчин (мал. 25).



Мал. 25. Взаємодія фосфор(V) оксиду з водою

Поміркуємо над тим, які речовини входять до його складу. Розчинником однозначно є вода. Щодо розчиненої речовини, то нею може бути або фосфор(V) оксид, або продукт його взаємодії з водою.



Формулюємо навчальну проблему та розв'язуємо її

Фізичне чи хімічне явище відбулося у склянці?

Щоб розв'язати сформульовану проблему, слід скористатись **індикатором**.

У хімії під індикатором розуміють речовину, яка зміною забарвлення сигналізує про перебіг хімічної реакції. Одним із таких індикаторів є **лакмус** (мал. 26).

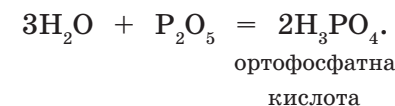


Мал. 26. Крапельниця з розчином лакмусу

Якщо у водний розчин додати кілька крапель лакмусу, то можна безпомилково виявити кислоту в цьому розчині.

Вивчаючи речовини на уроках інтегрованого курсу «Пізнаємо природу» та хімії, ти дізнався / дізналася про етанову кислоту. Якщо до її розчину під назвою «Оцет» долити кілька крапель лакмусу або капнути оцтом на просочену індикатором смужку фільтрувального паперу, то колір розчину чи смужки паперу зміниться на червоний.

Щоб дізнатися, чи утворилась нова речовина в результаті взаємодії фосфор(V) оксиду з водою, випробуємо вміст склянки лакмусом. Після додавання кількох крапель лакмусу вміст колби відразу набуває червоного кольору. Отже, у колбі міститься кислота. Це могло статися за однієї умови — фосфор(V) оксид прореагував з водою, й утворилась кислота. І це дійсно так. Описане хімічне явище відображає хімічне рівняння:



Завдання 5. До якого типу реакцій належить взаємодія фосфор(V) оксиду з водою? Відповідь обґрунтуй.

З рівняння бачимо, що утворена речовина відрізняється від основ складом і назвою. Зверни увагу, що формула продукту взаємодії фосфор(V) оксиду з водою починається з Гідрогену, другою записана група атомів PO_4 . У вже відомих тобі сульфатної кислоти H_2SO_4 і хлоридної кислоти HCl формули також розпочинаються з Гідрогену. Все, що в їхніх формулах записано після Гідрогену, називають **кислотним залишком**. Речовини, подібні за складом до ортофосфатної, сульфатної, хлоридної кислот, належать до однієї групи речовин — **кислоти**.

Молекули кислот складаються з одного або кількох атомів Гідрогену й одного кислотного залишку. У формулах усіх кислот валентність кислотного залишку збігається з індексом Гідрогену:

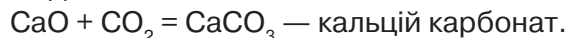


Розглянуті в параграфі реакції оксидів металічних і неметалічних елементів з водою показали, що їхніми продуктами є або основи, або кислоти.

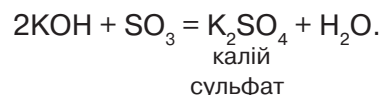


ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

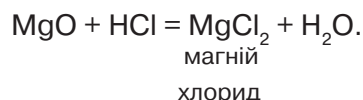
Взаємодією з водою не вичерпуються хімічні властивості оксидів. Так, оксиди металічних і неметалічних елементів можуть взаємодіяти між собою, утворюючи ще одну групу складних неорганічних речовин — **солі**, наприклад:



Деякі оксиди неметалічних елементів взаємодіють з основами, утворюючи сіль:



Оксиди металічних елементів, взаємодіючи з кислотами, також утворюють солі:



Як бачиш, у формулах солей першим записують металічний елемент, другим — кислотний залишок.

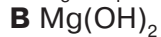
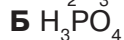
Поміркуй, що спільного у складі солей з основами та кислотами.

Завдання 6. За аналогією з оксидами, основами та кислотами склади загальну формулу солей.

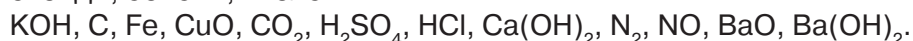


ТОБІ ДО СНАГИ

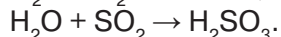
1. Що ти дізнався / дізналася з цього параграфа про багатоманітність неорганічних речовин?
2. Спростуй або доведи, що оксиди — окрема група / клас складних неорганічних речовин, які виявляють високу хімічну активність.
3. Назви речовини і розташуй формули за збільшенням молярної маси речовин.



4. Класифікуй речовини на прості й складні, метали й неметали, оксиди, основи, кислоти:



5. Напиши хімічні рівняння за схемами:



Обчисли масу продукту кожної реакції, якщо з водою прореагує оксид кількістю речовини 4 моль.



§20

ПОШИРЕНІСТЬ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ

- Назви п'ять оксигеновмісних речовин, серед яких будуть прості і складні речовини. Свою відповідь підтвердь класифікаційною схемою.
- Чи існує життя на інших планетах? На чому ґрунтується твоя відповідь?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Хімічні елементи можуть існувати у двох основних формах: вільній і зв'язаній. Вільна форма означає, що хімічний елемент існує як проста речовина (утворена одним хімічним елементом). У випадку зв'язаної форми хімічний елемент зв'язується з іншими елементами, утворюючи складну речовину.



Оксиген у вільній формі — це кисень O_2 та озон O_3 , у зв'язаній — складник оксидів та інших оксигеновмісних сполук.

Найпоширеніші неорганічні сполуки Оксигену на Землі — кисень, вуглекислий газ, вода.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

ПОШИРЕНІСТЬ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ

Завдання 1. Проаналізуй дані таблиці 16.

Таблиця 16

Приблизний вміст Оксигену в різних об'єктах природи

Досліджувані об'єкти	Приблизний вміст Оксигену (у % від загальної маси об'єкта)	Речовини
Атмосфера Землі	21,1	Кисень, вуглекислий газ, водяна пара
Літосфера Землі	50	Оксиди та інші оксигеновмісні речовини
Живі організми	70	Білки, жири, вуглеводи та інші органічні речовини, вода
Венера	<0,1	Вуглекислий газ (в атмосфері). Оксиди металічних елементів (у складі гірських порід)

Досліджувані об'єкти	Приблизний вміст Оксигену (у % від загальної маси об'єкта)	Речовини
Уран	<0,001	Лід (у складі ядра планети)
Юпітер	Не виявлено	
Марс	<0,13	Вуглекислий газ і сульфур(IV) оксид (у складі атмосфери)

1. На основі інформації таблиці 16.

1.1. Обери правильні твердження:

А близько половини маси земної кори припадає на Оксиген;

Б в організмі людини Оксигену більше, ніж будь-якого іншого хімічного елемента;

В кисень входить до складу атмосфери Марса.

1.2. Сформулюй **висновок** про поширеність Оксигену на Землі та планетах, зазначених у таблиці.

2. Поясни, як кількість Оксигену та форма його існування в природі (проста речовина кисень чи складні оксигеновмісні сполуки) впливають на можливість існування життя на планетах, зазначених у таблиці.

Завдання 2.

Вислови припущення про поширеність Оксигену в гідросфері. Доведи або спростуй припущення за результатом обчислення масової частки Оксигену у воді та її поширеністю у природі.



Завдання.

Оксиген входить до складу мінералів, що утворюють земну кору. Деякі з них ілюструє **колаж**.



Розташуйте назви мінералів, що на **колажі**, в порядку зменшення масової частки Оксигену. Необхідні розрахунки запишіть в зошиті.



Медіапошук

1. Ознайомся з інформацією про експеримент з використання ресурсів кисню на Марсі за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/ZITIR> чи QR-кодом.

2. Як перевірити достовірність інформації у статті? Для відповіді використай наукові факти статті та додаткові джерела інформації.

3. На основі відповідей підготуй повідомлення і презентуй його в обраний тобою спосіб.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Які відмінності між вільною і зв'язаною формами Оксигену? Поясни на конкретних прикладах природних сполук Оксигену.
2. Використовуючи наукову термінологію і хімічні формули, опиши поширеність Оксигену в оболонках Землі.
3. Оціни достовірність суджень, заповнюючи у зошиті таблицю 17.

Таблиця 17

Судження	Правильне	Помилкове
1. Проста речовина кисень — одна з форм існування Оксигену в природі		
2. У літосфері Оксиген перебуває у зв'язаній формі		
3. У молекулі води на один атом Гідрогену припадає два атоми Оксигену		

4. Відомо, що в організмі людини вміст Оксигену становить близько 70 %. Скільки атомів Оксигену в твоєму тілі?



5. Відшукай інформацію про вміст кисню у воді та в повітрі, порівняй його з вмістом цього газу в повітрі. Чому мешканці водного середовища можуть дихати у воді, де вміст кисню значно відрізняється від його вмісту в повітрі?



§21

ОЗОН. КОЛООБІГ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ

- Звідки береться кисень, яким ми дихаємо?
- Прочитай фрагменти тексту про колообіг складної речовини: «випаровується з океанів, формує хмари, випадає на землю у вигляді дощу і з водою річок знову потрапляє у Світовий океан». Яка це речовина? На основі тексту склади схему.

Опрацюй Зрозумій Використай

ОЗОН. Окрім кисню хімічний елемент Оксиген утворює ще одну просту речовину — озон O_3 . Це газ блакитного кольору зі специфічним запахом, який можна відчутися у повітрі після грози.

Озон O_3 — проста речовина, молекула якої складається з трьох атомів Оксигену.

У нижніх шарах атмосфери вміст озону незначний. А на висоті 15–35 км від земної поверхні існує озоновий шар. У ньому озону в 10 разів більше, ніж біля поверхні Землі. Озоновий шар поглинає ультрафіолетове випромінювання, запобігаючи його шкідливому впливу на організми.

Завдяки здатності знищувати віруси та хвороботворні мікроорганізми озон широко використовують для дезінфекції (знезараження) приміщень і води, особливо в системах водопостачання та басейнах.

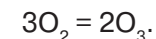
ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Для дезінфекції озоном повітря і поверхонь у приміщеннях, питної води і харчових продуктів у домашніх умовах використовують побутові озонатори (мал. 27). Створення озонатора — це результат поєднання хімічних і біологічних знань з новітніми технологіями.



Мал. 27. Озонатори побутові

В озонаторі кисень повітря під впливом електричного розряду перетворюється на озон:



Деякі озонатори також очищують приміщення від цвілі, алергенів, будь-яких запахів, зокрема від сигаретного диму чи неприємного запаху від тварин.

Перед використанням озонатора необхідно ознайомитися з інструкцією та неухильно її дотримуватись.



Завдання. Скористайтесь доступними джерелами інформації і підготуйте рекламне повідомлення про озонатор.

- Відповідно до інтересів і можливостей учасників та учасниць групи розподіліть завдання, щоб з'ясувати:
 - ✓ Навіщо потрібен озонатор?
 - ✓ Які плюси і мінуси використання озонатора?
 - ✓ Як безпечно використовувати озонатор?
- Узагальніть дібрану інформацію і висловіть позицію вашої групи: наскільки корисний озонатор у квартирі?
- Визначте спосіб подання реклами.
- Оформіть рекламу в обраний групою спосіб і презентуйте її іншим групам.

КОЛООБІГ ОКСИГЕНУ. Розглянемо переміщення Оксигену в природі. Оболонки Землі (атмосфера, гідросфера, літосфера й біосфера) містять Оксиген. У природі відбуваються хімічні явища, завдяки яким Оксиген поступово переміщується між цими оболонками.

Рослини в процесі життєдіяльності поглинають із навколишнього середовища вуглекислий газ, воду, неорганічні речовини й виділяють кисень. Люди і тварини дихають киснем, а виділений ними вуглекислий газ рослини знову використовують у фотосинтезі для утворення кисню. Тож цикл повторюється.

Крім кисню, продуктом фотосинтезу є глюкоза $C_6H_{12}O_6$. Під час дихання глюкоза взаємодіє з киснем з утворенням вуглекислого газу і води, які надходять у навколишнє середовище.



Циклічний (повторюваний) процес взаємоперетворення і переміщення Оксигену між речовинами, що входять до складу тіл живої й неживої природи, називається колообігом Оксигену.

Завдання. За підрахунками вчених, щорічно в результаті фотосинтезу рослини виділяють понад 145 млрд тонн кисню. Який об'єм вуглекислого газу вони поглинають за цей час?

Існують організми, які за участю кисню розкладають рештки відмерлих організмів з утворенням вуглекислого газу, води та інших неорганічних оксигеновмісних сполук. В їхньому складі Оксиген повертається в атмосферу, гідросферу, літосферу.

Спалювання палива у двигунах внутрішнього згорання, в котлах, печах та інших пристроях, які генерують тепло та енергію, відбувається за участю кисню. Основним продуктом згорання є вуглекислий газ, і його виділення — це неминучий наслідок використання кисню для горіння, що істотно позначається на колообігу Оксигену.

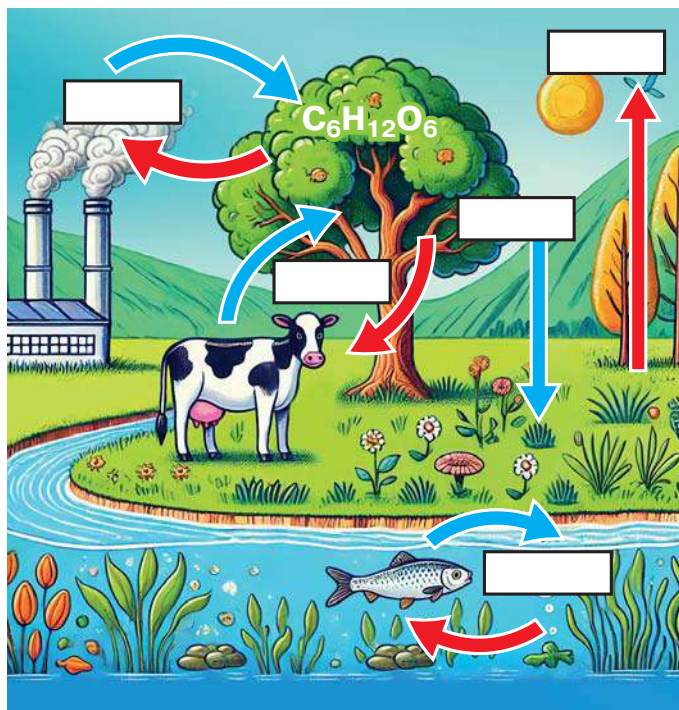


НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

МОДЕЛЮВАННЯ КОЛООБІГУ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ

Завдання 1. Доповни в зошиті наведену схему відповідними підписами (формулами речовин, назвами процесів), використовуючи текст параграфа і додаткові джерела інформації (за необхідності).

КОЛООБІГ ОКСИГЕНУ В ПРИРОДІ



Завдання 2. Ідентифікуй і підпиши речовини, переміщення яких позначено червоними і синіми стрілками.

Завдання 3. Поясни:

- ✓ яка роль фотосинтезу в колообігу Оксигену;
- ✓ як дихання живих організмів впливає на вміст Оксигену в атмосфері;
- ✓ які процеси забезпечують надходження Оксигену в атмосферу та яка роль у цьому належить рослинам, тваринам, людині.

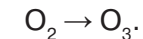
Завдання 4. Визнач місце озону в колообігу Оксигену і познач його на схемі.

Завдання 5. За складеною схемою підготуй розповідь про колообіг Оксигену в природі.



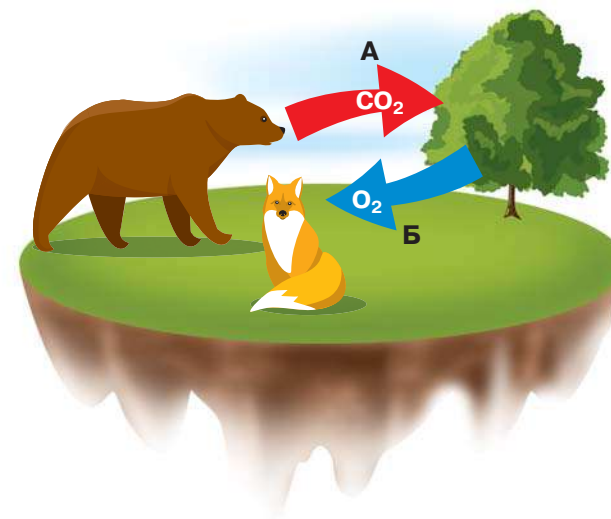
ТОБІ ДО СНАГИ

1. Склади діаграму Венна, порівнявши кисень та озон.
2. У природі озон утворюється в атмосфері з кисню повітря під час електричних розрядів (наприклад, грози) та під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця за схемою реакції:



Обчисли об'єм і масу кисню, необхідну для утворення 400 л озону (н. у.).

3. Завдяки яким неорганічним оксигеновмісним речовинам існує життя на Землі? Склади хмару слів для відповіді на це запитання. Чи можливе життя на інших планетах Сонячної системи?
4. Ідентифікуй процеси, позначені на схемі літерами А і Б, й запиши відповідні рівняння реакцій.



На основі схеми і складених хімічних рівнянь доведи або спростуй твердження: «Колообіг Оксигену забезпечує стабільність і відновлення речовин, необхідних для життя на Землі».



ЧОМУ

1. Людство занепокоєне руйнуванням озонового шару?
2. Вміст кисню в атмосфері залишається стабільним, незважаючи на постійне його споживання організмами?
3. Колообіг Оксигену важливий для життя на Землі?
4. Внаслідок діяльності людини може порушуватись колообіг Оксигену?



§22

ГІДРОГЕН І ВОДЕНЬ

Оформи опис водню за пунктами:

1. Хімічна формула, якісний і кількісний склад.
2. Агрегатний стан, колір, смак.
3. Проста чи складна, органічна чи неорганічна речовина.
4. Відносна молекулярна, молярна маси.
5. Відносна густина за повітрям.

Де більше молекул: у 160 г водню чи у 160 г кисню?

Що означають поняття «невідновлювані джерела енергії» і «відновлювані джерела енергії»? Наведи приклади.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОШИРЕНІСТЬ ГІДРОГЕНУ У ВСЕСВІТІ. За оцінками вчених, 92 % атомів у Всесвіті — атоми Гідрогену, тоді як у земній корі масова частка Гідрогену становить близько 1 %.

Водень — основний компонент зір і міжзоряного простору, міститься в космічних туманностях, трапляється на деяких планетах Сонячної системи. Атмосфера Юпітера на 87 % складається із газоподібного водню, а ядро планети утворене твердим воднем. Сполуки Гідрогену виявлено у складі речовин на поверхні Сатурну й Урану.

На Землі основна кількість Гідрогену перебуває у зв'язаному стані. Він входить до складу води, нафти, природного газу, всіх організмів. У вільному стані водень трапляється вкрай рідко, зокрема у вулканічних газах, та виділяється в результаті діяльності деяких мікроорганізмів. В атмосфері вміст Гідрогену, що перебуває у вигляді простої речовини — водню, становить близько 0,00001 % (за масою). Наближений вміст Гідрогену в різних природних тілах ілюструє таблиця 18.

Таблиця 18

Наближений вміст Гідрогену в різних природних тілах

Показник	Сонце	Юпітер	Земля	Людина
За масою	73 %	75 %	0,9 %	10 %
За кількістю атомів	92 %	90 %	17 %	63 %

Завдання 1.

Які підстави для визнання Гідрогену найпоширенішим елементом у Всесвіті?

Завдання 2.

Побудуй діаграму масового вмісту Гідрогену в природних тілах.



Завдання 1.

Скористайтесь доступними джерелами інформації і дослідіть ключові історичні події, пов'язані з відкриттям водню. Вкажіть рік, ім'я вченого та його внесок.

Завдання 2.

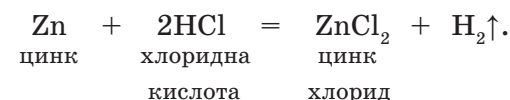
Знайдіть інформацію про те, як змінювалося використання водню з моменту його відкриття й дотепер. Розташуйте ці події на стрічці часу і поясніть, як кожна з них вплинула на розвиток науки й технологій.

Завдання 3.

Зробіть картки для створення стрічки часу «Хронологія відкриттів, пов'язаних з воднем» і запропонуйте іншій групі використати їх для створення стрічки часу.

ОДЕРЖАННЯ ВОДНЮ В ЛАБОРАТОРІЇ.

Одним зі способів одержання водню в лабораторії є взаємодія деяких металів з кислотами. Наприклад:



У процесі взаємодії цинку із хлоридною кислотою атоми хімічного елемента Цинку заміщують атоми Гідрогену хлоридної кислоти й виділяється водень та утворюється сіль — цинк хлорид ZnCl_2 .

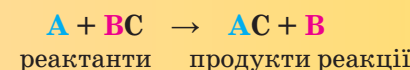
Завдання 3.

Проаналізуйте розглянуте рівняння і встановіть / поясніть, скільки реактантів і скільки продуктів у цій реакції; до простих чи складних речовин вони належать. Чи належить ця реакція до реакцій сполучення або розкладу?

Розглянута реакція належить до іншого типу хімічних реакцій — реакцій заміщення.



Реакції заміщення — це реакції, в результаті яких атоми простої речовини заміщують атоми одного з хімічних елементів у складній речовині:



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

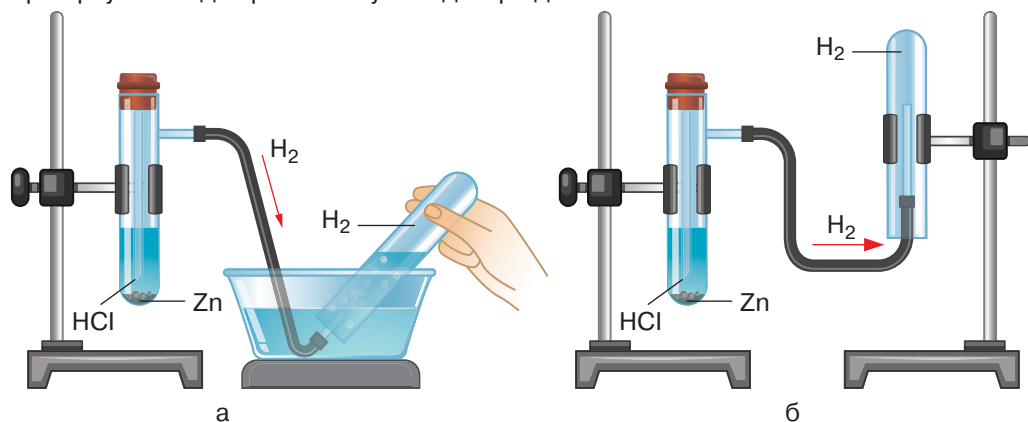
ОДЕРЖАННЯ І ЗБИРАННЯ ВОДНЮ

Мета дослідження: навчитися одержувати і збирати водень у лабораторних умовах.

Обладнання і речовини: штатив лабораторний, прилад для добування газів, пробірки, штатив для пробірок, сірники, скіпка, гранули цинку Zn, розбавлена хлоридна кислота HCl.

Завдання 1. Виконай кроки 1–2, щоб підготуватися до проведення експерименту.

Крок 1. Ознайомся за малюнком 28 з одним зі способів одержання водню та способами його збирання. Поясни, чому для збирання водню витісненням повітря пробірку необхідно розташовувати догори дном.



Мал. 28. Одержання і збирання водню: а — витісненням води; б — витісненням повітря

Крок 2. Переглянь відео про добування і збирання водню в лабораторії за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/3Cr5t> або QR-кодом. Запиши рівняння реакцій, які в ньому продемонстровано.



Завдання 2. Виконай експеримент, описаний у кроках 3–6.

Дотримуйся правил безпеки життєдіяльності під час досліджень у кабінеті хімії!

Крок 3. Збери прилад і перевір його на герметичність. (За потреби звернись до тексту параграфа 26.)

Крок 4. Помісти у прилад для добування газів 2–3 гранули цинку і додай 2 мл розбавленої хлоридної кислоти.

Крок 5. Відразу закрій отвір приладу корком, кінець газовідвідної трубки спрямуй у пробірку-приймач і спостерігай за змінами, що відбуваються.

Крок 6. Вияви наявність водню у пробірці-приймачі. Для цього до її отвору піднеси запалений сірник. Водень згорає з вибухом, тому після підпалювання зібраного у пробірку водню буде чути звук слабкого вибуху.

Крок 7. Запиши в зошиті спостереження і рівняння реакції одержання та горіння водню.

Крок 8. Сформулюй **висновок дослідження**, зазначивши, з яких речовин одержано водень, який спосіб використано для його збирання і чому.

ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНЮ. Водень використовують у виробництві різних речовин і матеріалів (наприклад, амоніаку, гідроген хлориду).

У металургії водень застосовують для відновлення з руд цінних металів, у харчовій промисловості — для перетворення рідких рослинних олій на тверді жири (маргарин). Рідкий водень використовується як найефективніший вид ракетного палива, а стиснений — як паливо для двигунів автомобілів.

Під час горіння водню виділяється велика кількість теплоти, а температура водневого полум'я може сягати 3000 °С. Реакцію горіння водню в чистому кисні застосовують для різання і зварювання металів (мал. 29), у двигунах космічних кораблів.

З повітрям водень утворює вибухонебезпечні суміші, тому поводитися з ним необхідно обережно.



Мал. 29. Зварювання металів полум'ям водневого пальника

ВОДЕНЬ ЯК ЕКОЛОГІЧНЕ ПАЛИВО. До палива належать речовини / суміші речовин / матеріали, які взаємодіють із киснем з виділенням енергії, що використовується для переміщення техніки, виробництва тепла та електроенергії. Приклади палива: вугілля, природний газ, бензин. Спалювання цих видів палива супроводжується утворенням оксидів Карбону, що забруднюють навколишнє середовище.

Водень — екологічно чисте паливо, тому що продуктом його горіння є вода.

Водневі паливні елементи можуть використовуватися для живлення електромобілів, знижуючи залежність транспорту (мал. 30) від викопного палива.

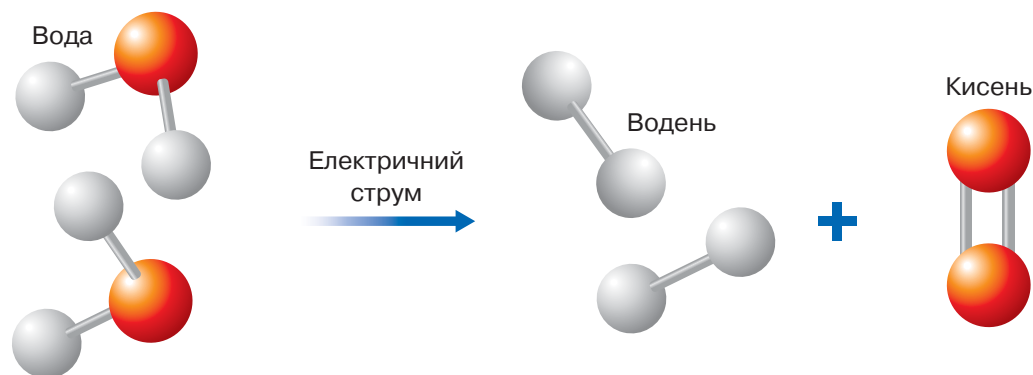


Мал. 30. Транспортні засоби на водневому паливі

З водню можна отримувати теплову або електричну енергію без утворення небезпечних для довкілля викидів.

Завдання 4. Відшукай у тексті параграфа пояснення, чому водень є ефективним й екологічно безпечним паливом.

Одним із методів одержання чистого водню, який використовують як паливо в автомобілях, літаках і для виробництва електроенергії, є розкладання води на водень і кисень під дією електричного струму, що називають електролізом (мал. 31).



Мал. 31. Модель схеми реакції добування водню з води

Завдання 5. Склади рівняння змодельованої реакції.

В Інституті газу НАН України створено Центр водневих технологій. Науковці центру розробляють технології та обладнання для безпечного та ефективного виробництва, зберігання, транспортування й використання водню. У співпраці з міжнародними організаціями Центр водневих технологій бере участь у проєктах Європейського Союзу, спрямованих на зменшення викидів вуглекислого газу та перехід на екологічно чисті (відновлювані) джерела енергії. З розвитком водневих технологій Україна зможе зменшити залежність від викопного палива і покращити екологічну ситуацію.

Детальніше про роботу Центру водневих технологій можна дізнатися на сайті Інституту газу НАН України, скориставшись посиланням <https://qr.orioncentr.com.ua/jbAWW> чи QR-кодом.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Хіміки, інженери й технологи розробили способи отримання водню електролізом води з використанням енергії Сонця та вітру. Такий водень називають «зеленим», що означає: отриманий із використання відновлюваних джерел енергії (мал. 32). Розвиток технологій з виробництва «зеленого» водню відкриває нові можливості для створення стійкої енергетичної системи майбутнього.



Мал. 32. Вітряні та сонячні електростанції — основа успішного виробництва «зеленого» водню

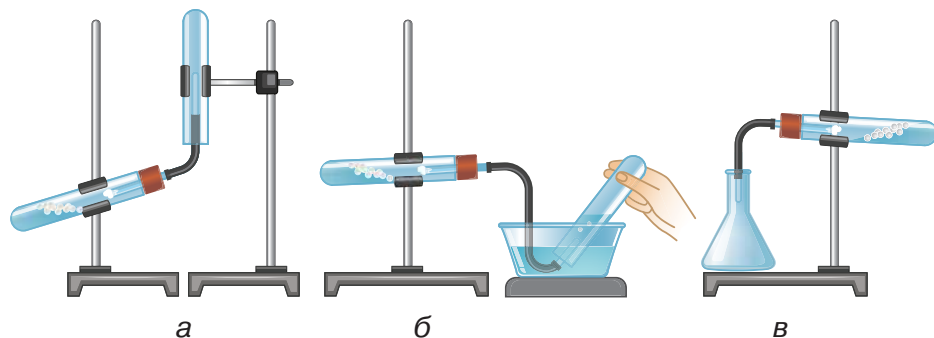
Лідери аерокосмічної галузі вважають «зелений» водень перспективним екопаливом для літаків, супутників та космічних кораблів.

Якщо ти вирішиш долучитися до розвитку водневої енергетики на Землі й навіть у космосі, то вивчення хімії та технічне конструювання стануть у пригоді. Обравши ці галузі своєю майбутньою професією, ти зможеш розв'язувати важливі проблеми прийдешнього завдяки своїм відкриттям і винаходам.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Доведи або спростуй твердження: «Гідроген — найпоширеніший хімічний елемент у Всесвіті».
2. Запиши формули речовин у послідовності зменшення масової частки Гідрогену: CH_4 , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, NH_3 .
3. Вибери малюнки правильного способу добування та збирання водню. Обґрунтуй свій вибір.



4. Водень — легкий горючий газ. Як перевірити це твердження?
5. Які об'єми водню і кисню (н. у.) взаємодіють з утворенням води масою 27 г?
6. Запиши хімічне рівняння взаємодії заліза із хлоридною кислотою, якщо один із продуктів реакції — ферум(II) хлорид. Скориставшись записаним рівнянням, склади умову задачі на обчислення з використанням кількісних співвідношень речовин у цій хімічній реакції та розв'яжи задачу.
7. Близько ста років тому водень використовували для наповнення повітряних куль. Однак сучасні повітряні кулі наповнюють іншим газом — гелієм. На якій властивості водню ґрунтувалося його використання в наведеному прикладі? Які ризики, пов'язані з використанням водню для повітряних мандрівок, спонукали до його заміни гелієм?

8. Переглянь відео про використання водню за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/sae95> або QR-кодом.

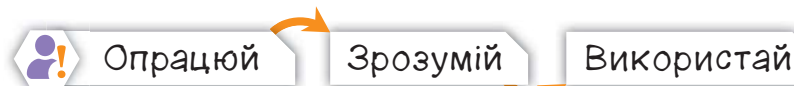
Схарактеризуй фізичні та хімічні властивості водню, які роблять його перспективним паливом. Чому водень вважається екологічно чистим джерелом енергії?



§23

ВУГЛЕКИСЛИЙ І ЧАДНИЙ ГАЗИ

- Запиши формули карбон(IV) оксиду (вуглекислого газу) і карбон(II) оксиду (чадного газу). У якій речовині масова частка Карбону більша?
- Якими можуть бути наслідки тривалого перебування великої кількості людей у маленькому приміщенні з поганою вентиляцією?
- Що таке екосистема?



ВУГЛЕКИСЛИЙ ГАЗ У ПРИРОДІ ТА ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ.

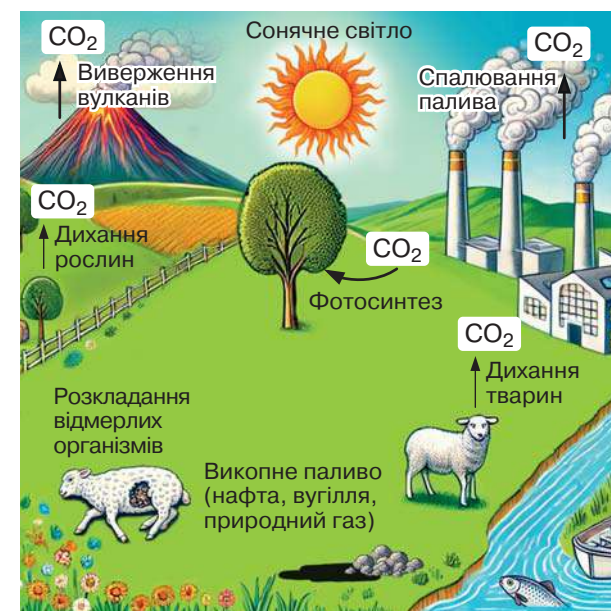
Близько 0,03 % повітря становить карбон(IV) оксид CO_2 — **вуглекислий газ**. Він потрапляє в атмосферу в результаті природних процесів: виверження вулканів, великих лісових пожеж, виділення з мінералізованих джерел, дихання організмів, розкладання органічних решток. У великій кількості CO_2 утворюється внаслідок спалювання твердого (1), газового (2) та рідкого (3) палива.

1. Горіння вугілля: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$.
2. Горіння метану (складника природного газу): $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
3. Горіння октану (складника бензину): $2\text{C}_8\text{H}_{18} + 25\text{O}_2 = 16\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O}$.



Завдання. Скористайтеся набутими знаннями і доступними джерелами інформації та складіть опис колообігу Карбону за наведеною схемою. Опис доповніть рівняннями реакцій.

КОЛООБІГ КАРБОНУ



Вуглекислий газ — не лише обов'язковий реагент фотосинтезу в біосфері Землі, але й важлива для різних галузей економіки речовина (мал. 33).



Мал. 33. Приклади застосування вуглекислого газу



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

ДОБУВАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ

Мета дослідження: добути карбон(IV) оксид і дослідити його властивості.

Обладнання і речовини: штатив із пробірками, колба, прилад для добування газів, скіпка; сірники, шматочки мармуру або крейди, розбавлена хлоридна кислота, вапняна вода.

Крок 1. Виріши, яким способом будеш збирати вуглекислий газ у пробірку.

Крок 2. Здійсни перевірку приладу на герметичність.

Крок 3. Добудь вуглекислий газ із мармуру чи крейди та розбавленої хлоридної кислоти.

Використай для цього кілька невеликих шматочків одного з мінералів, головним складником яких є кальцій карбонат CaCO_3 і 2–3 мл розбавленої хлоридної кислоти HCl .

Спостерігай за змінами у приладі для добування газів.

Ти спостерігатимеш за хімічним явищем, що відбувається за схемою:



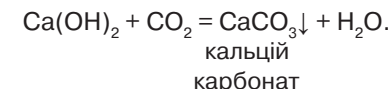
Перетвори схему на хімічне рівняння та обчисли, який об'єм вуглекислого газу можна добути із 5 г кальцій карбонату.

Крок 4. Наповни вуглекислим газом пробірку і піднеси до її отвору запалений сірник. Чи продовжить сірник горіти? Чим це можна пояснити?

Крок 5. У пробірку, наповнену завчасно (перед початком добування вуглекислого газу) 3 мл вапняної води, опусти кінець газовідвідної трубки і спостерігай за змінами, що відбуватимуться у пробірці.

Вапняна вода — це розчин кальцій гідроксиду (пригадай, що в реакції кальцій оксиду з водою утворюється кальцій гідроксид).

Припини пропускання вуглекислого газу, як тільки вапняна вода помутніє. Спостережуване хімічне явище відображає рівняння реакції:



За допомогою вапняної води розпізнають / доводять наявність вуглекислого газу. Внаслідок реакції утворюється нерозчинний кальцій карбонат, що зумовлює помутніння вмісту пробірки.

Крок 6. Сформулюй **висновок**, у якому дай відповіді на запитання:

- 1) Як можна добути та виявити вуглекислий газ?
- 2) Чи підтримує вуглекислий газ горіння?
- 3) Де та як застосовують вуглекислий газ?



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Вуглекислий газ не вважається отруйною речовиною. Та якщо в повітрі високий вміст CO_2 і низький вміст O_2 , то наслідки для здоров'я доволі небезпечні. Зокрема, людина відчуває головний біль, напади запаморочення, погіршення пам'яті, у неї втрачається здатність концентрувати увагу, виникають труднощі зі сном.

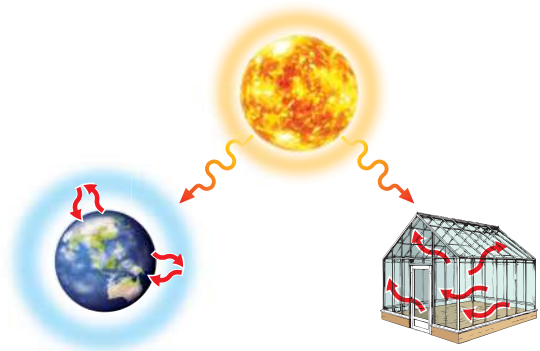
В умовах російсько-української війни українці змушені тривалий час проводити в бомбосховищах, підземних гаражах, метро. Під час перебування великої кількості людей у замкнених приміщеннях вміст CO_2 в повітрі зростає, а вміст O_2 — зменшується. Тому важливо, щоб такі приміщення були оснащені вентиляцією і належною системою життєзабезпечення.

Завдання 1. Вислови судження, наскільки важливо провітрювати на перервах хімічні кабінети, класні кімнати.

CO_2 ЯК ПАРНИКОВИЙ ГАЗ. Вуглекислий газ є одним із так званих парникових газів, які спричиняють зміни клімату та виникнення парникового ефекту.

Парниковий ефект — це природне явище, яке забезпечує збереження тепла в атмосфері Землі. Сонячне світло проходить через атмосферу і нагріває поверхню Землі. Земля у свою чергу випромінює тепло (інфрачервоне випромінювання) назад у космос. Однак частина цього тепла затримується в атмосфері так званими парниковими газами, до яких належить і вуглекислий газ CO_2 .

Парникові гази виконують ту саму функцію, що й скло в парнику чи теплиці: вони дають змогу сонячному світлу проникати до поверхні нашої планети, але перешкоджають поверненню частини тепла назад у космос (мал. 34).



Мал. 34. Схематичне зображення парникового ефекту

Помірний парниковий ефект створює сприятливі температурні умови для життя на нашій планеті, перешкоджає її переохолодженню. Збільшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері посилює парниковий ефект. Чим більше цієї речовини накопичується, тим більше тепла затримується в атмосфері. Це призводить до підвищення температури на планеті, спричиняючи глобальне потепління. До його наслідків належать танення льодовиків і підвищення рівня Світового океану, частіші екстремальні погодні явища (урагани, посухи, повені), зміни кліматичних зон, що негативно позначається на екосистемах.

Щоб зменшити негативний вплив вуглекислого газу на клімат, важливо скоротити його викиди. Для цього необхідно використовувати відновлювані джерела енергії (сонце, вітер), зберігати й насаджувати ліси, а також економно споживати енергію у виробництві, транспорті та побуті.

Завдання 2. Як фотосинтез допомагає зменшити вміст вуглекислого газу в атмосфері? Чому вирубування лісів негативно впливає на клімат?



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

У харчовій промисловості застосовують твердий карбон(IV) оксид — сухий лід. На відміну від льоду, який тане і перетворюється на рідку воду, сухий лід переходить з твердого агрегатного стану відразу в газоподібний. Цей процес називають **сублімацією**.

Отримують сухий лід в результаті охолодження та стиснення вуглекислого газу.

Сухий лід використовують для охолодження харчових продуктів при їх транспортуванні та зберіганні без використання холодильних установок, для транспортування медичних препаратів та біологічних зразків, для запобігання таненню крижаних скульптур тощо.

Використовуючи сухий лід, варто пам'ятати про безпеку: ця речовина може спричинити обмороження, якщо тримати його у руках без захисних рукавичок.

ЧАДНИЙ ГАЗ: УТВОРЕННЯ, НЕБЕЗПЕКА, ПРОФІЛАКТИКА ТА ПЕРША ДОПОМОГА ПРИ ОТРУЄННІ.

Карбон(II) оксид CO , або **чадний газ** утворюється замість вуглекислого газу, коли паливо горить в умовах недостатньої кількості кисню. Це може відбуватись у каміні, печі, газовій колонці, плиті, автомобільному двигуні, бензиновому генераторі тощо. Високим є вміст чадного газу у вихлопних газах автотранспорту. Особлива небезпека від чадного газу виникає для людини і домашніх тварин під час пожежі всередині будівлі, коли погіршується повітрообмін.

Чадний газ — безбарвний газ без запаху, погано розчиняється у воді, дуже отруйний. Потрапляючи в організм, він сполучається з гемоглобіном крові і позбавляє його здатності транспортувати кисень. Виникає дефіцит кисню в крові і тканинах, що загрожує отруєнням організму і навіть загибеллю. Ознаки отруєння чадним газом: головний біль, запаморочення, слабкість і нудота, втрата свідомості.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

З потенційними джерелами чадного газу в приватному будинку знайомить **колаж**.



Експерти з безпеки рекомендують обладнати будинки з печами і камінами, а також квартири з газовими плитами або колонками електронними датчиками диму і чадного газу. Ці прилади звуковими сигналами вчасно попереджають про небезпечну кількість чадного газу в приміщенні.

Ознайомся з пам'яткою «Чадний газ: як запобігти отруєнню», розробленою Міністерством енергетики України.

Міністерство енергетики України

ПОДБАЙ ПРО БЕЗПЕКУ

ЧАДНИЙ ГАЗ: ЯК ЗАПОБІГТИ ОТРУЄННЮ

ЩО ТРЕБА ЗНАТИ:

ЧАДНИЙ ГАЗ НЕ МАЄ СМАКУ, КОЛЬОРУ, ЗАПАХУ, ЙОГО НЕМОЖЛИВО ВІДЧУТИ;
НЕБЕЗПЕЧНИЙ НАВІТЬ В НЕЗНАЧНИЙ КОНЦЕНТРАЦІЇ, МОЖЕ ПРИЗВЕСТИ ДО СМЕРТІ

ЧАДНИЙ ГАЗ НАКОПИЧУЄТЬСЯ ВІД РОБОТИ:

ДРОВ'ЯНИХ, ГАЗОВИХ АБО ВУГЛЬНИХ ПЕЧЕЙ;
ПОРТАТИВНИХ БЕНЗИНОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ;
КАМІНІВ;
ГАЗОВИХ ВОДОНАГРІВАЧІВ ТА ГАСОВИХ ОБІГРІВАЧІВ

ЯК ПОДБАТИ ПРО БЕЗПЕКУ:

- ВСТАНОВІТЬ ДАТЧИК КОНЦЕНТРАЦІЇ ЧАДНОГО ГАЗУ
- РЕГУЛЯРНО ПЕРЕВІРЯЙТЕ газові прилади, вентиляційні канали та димоходи на справність
- ЗАВЖДИ ВІДЧИНЯЙТЕ заслінку в пічці чи каміні
- ПРОВІТРЮЙТЕ ПРИМІЩЕННЯ
- не використовуйте генератор на відстані менше 6 МЕТРІВ від вікон, дверей чи вентиляційних отворів;
- КОРИСТУЙТЕСЯ ПОДОВЖУВАЧЕМ, щоби тримати Генератор на безпечній відстані

Розташуй перелічені запобіжні заходи в порядку від найбільш поширених у твоєму оточенні до найменш використовуваних. Наскільки твої дії та поведінка людей із твого оточення запобігають отруєнню чадним газом?

Подбай про свою безпеку та безпеку інших: ці прості правила допоможуть запобігти отруєнню чадним газом, зберегти здоров'я та життя.

Мережа шляхів сполучення є джерелом забруднення атмосфери різними речовинами, зокрема чадним і вуглекислим газами. Для зменшення забруднення повітря в нашій країні вживають різні заходи, зокрема:

- надання переваги електричним видам транспорту;
- використання екологічно чистих видів палива;
- розвиток велосипедної інфраструктури;
- створення зелених екранів міста (озеленення);
- створення зон, вільних від автомобільного транспорту.

Завдання 1. Оцініть кожний захід з позиції збереження здоров'я людей та економічної доцільності. Який захід вважаєте найбільш ефективним для вашої місцевості?

Завдання 2. Запропонуйте власний захід та презентуйте його іншим групам.

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ПРИРОДИ І СУСПІЛЬСТВА — це розвиток країн і регіонів, за якого економічне зростання, матеріальне виробництво та споживання продукції відбуваються в межах, визначених здатністю екосистем до самовідновлення. Сутність сталого розвитку полягає в тому, щоб сучасні люди задовольняли свої потреби в ресурсах (паливо, питна вода, корисні копалини та інші), не піддаючи загрозі довкілля й ресурси, а зберігаючи їх для майбутніх поколінь.

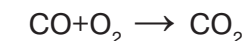
Для сталого розвитку важливо скоротити викиди вуглекислого газу, які спричиняють парниковий ефект та зміну клімату Землі. Одним зі шляхів цього є **декарбонізація** — процес переходу на відновлювальні джерела енергії з метою зменшення викидів парникових газів.

Сталий розвиток пов'язаний зі збереженням природи для майбутніх поколінь.

Декарбонізація — комплекс заходів, які дають змогу зменшити кількість CO₂ в атмосфері завдяки заміні викопного палива екологічно чистими джерелами енергії.

ТОБІ ДО СНАГИ

- Обміркуй твердження: «Без вуглекислого газу життя людей не можливе». Вислови свою думку щодо цього твердження, підкріпи її прикладами.
- Окиснення карбон(II) оксиду до карбон(IV) оксиду відбувається за схемою реакції:



Який об'єм чадного газу (н. у.) знадобиться для добування вуглекислого газу масою 440 г?

- На повне згорання вугілля витратили 112 л кисню (н. у.). В якому об'ємі повітря міститься така сама кількість кисню? Який об'єм вуглекислого газу утворився?
- Як діяльність людини впливає на вміст карбон(IV) оксиду в атмосфері? Спрогнозуй можливі наслідки такого впливу на стан повітря. Що необхідно зробити для зменшення викидів карбон(IV) оксиду?
- Чому спостерігається парниковий ефект, спричинений зростанням вмісту карбон(IV) оксиду в атмосфері, якщо у процесі фотосинтезу він поглинається, а кисень — виділяється?
- Де більше молекул: у 880 г вуглекислого газу чи у 224 л чадного газу (н. у.)?
- Чому чадний газ небезпечний для людини? Дай три практичні поради, які допоможуть уникнути отруєння чадним газом у побуті.
- Поясни прислів'я з погляду хімії, етики і принципів сталого розвитку: «Як дбаєш, так і маєш», «Не рубай гілку, на якій сидиш».



§24

МЕТАН CH_4 ЯК ПАЛИВО, БІОГАЗ ТА ПАРНИКОВИЙ ГАЗ

- Газувату речовину — метан збирають у пробірку, розміщену догори дном, а також витісненням води. Про які властивості метану це свідчить?
- Між учнями виникла дискусія щодо наявності в метану запаху. Одні стверджували, що він має специфічний запах, який людина відразу відчуває, якщо трапляється його витікання через незакритий кран газової плити. Інші відстоювали думку, що речовина не має запаху. А що з цього приводу можеш сказати ти?
- Що називають корисними копалинами? Наведи приклади поширених в Україні корисних копалин.
- Що тобі відомо про види палива, які використовує людина та з якою метою?

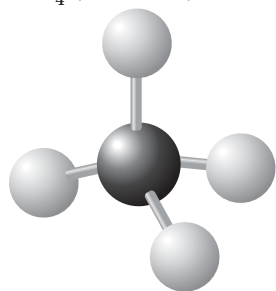


Опрацюй

Зрозумій

Використай

Надра Землі містять різні корисні копалини, зокрема й природний газ. Він є сумішшю речовин. Масова частка основного її складника — метану CH_4 (мал. 35) — в деяких родовищах становить 90–98 %.



● Гідроген ● Карбон

Мал. 35. Модель молекули метану

У 1948 році було завершено будівництво газогону Дашава–Київ, яким природний газ Дашавського родовища, що на Львівщині, почав транспортуватись у столицю України та інші міста, а з 1951 року забезпечував природним газом не лише нашу країну, а й інші європейські держави. Газогін залишався найбільшим у Європі протягом тридцяти років!



Медіапошук

Наша країна багата покладами природного газу. З доступних тобі джерел інформації з'ясуй, в яких областях знаходяться його найбільші родовища. Підготуй розповідь про одне з родовищ природного газу, що знаходиться найближче до твого регіону.

Завдання 1. До відновлювальних чи до невідновлювальних природних ресурсів належить природний газ?



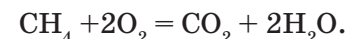
Завдання

Складіть опис метану, застосовуючи попередньо набуті знання та вміння. Доповніть його іншими, відомими вам характеристиками.

- Молекулярна формула.
- Валентність Карбону в метані.
- Відносна молекулярна маса.
- Молярна маса.
- Відносна густина за повітрям.
- Відносна густина за воднем.
- Молярний об'єм за нормальних умов.
- Кількість молекул та атомів в 1 моль.
- Масові частки Карбону й Гідрогену.

ДЕЯКІ ФІЗИЧНІ І ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАНУ. Метан — газувата, без кольору й запаху, малорозчинна у воді речовина. Для переведення метану в рідкий або твердий агрегатний стан його потрібно охолоджувати.

Важливою хімічною властивістю метану, що широко використовується, є горіння в кисні / повітрі:



Завдання 2. За законом об'ємних відношень газів визнач об'єм кисню, що прореагував, та об'єм вуглекислого газу, що утворився внаслідок спалювання 50 л метану (н. у.).

Горіння метану в кисні супроводжується тепловими й світловими явищами (мал. 36).



Мал. 36. Горіння метану

Для одержання теплової енергії природний газ спалюють у газових котлах, кухонних газових плитах, двигунах різних транспортних засобів (на автомобільних заправках можна побачити резервуари з цим паливом).

Повернемось до продуктів горіння метану. Вода і вуглекислий газ, як тобі стало відомо з попереднього параграфа, належать до парникових газів. Тож спалювання метану посилює парниковий ефект. До того ж метан також є парниковим газом.

У болотистих місцевостях зі стоячих водойм виділяється газова суміш, що зветься болотним газом. Він утворюється від гниття решток рослинного і тваринного походження, його основний складник — метан.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Люди цінують природний газ як джерело тепла. Проте витікання природного газу вкрай небезпечно. З повітрям він утворює вибухонебезпечну суміш. Підступність суміші повітря з природним газом полягає в тому, що за допомогою нюху її не можна виявити, оскільки вона не має запаху. Суміш вибухає від запаленого сірника і навіть від іскри в освітлювальних пристроях під час їх вмикання. Щоб убезпечити людей від такого неконтрольованого хімічного явища, перед розподілом природного газу, призначеного для споживачів, до нього додають речовини з різким неприємним запахом. Тож насправді запах поширюється не від метану (він без запаху), а від газуватих домішок речовин із сильним неприємним запахом. Відчувши цей запах, кожен має розуміти, що в приміщенні є природний газ і в жодному разі до повного провітрювання не можна запалювати сірника і навіть не можна вмикати світло, щоб не стався вибух.

БІОГАЗ ТА ЙОГО ВИРОБНИЦТВО. Погіршення стану довкілля через спалювання величезних обсягів пального, зокрема метану, накопичення різних відходів, зокрема й органічного походження, поставили людство перед необхідністю пошуку альтернативних джерел енергії, ефективних способів утилізації відходів органічного походження.

Науковці працюють над поліпшенням екологічного благополуччя на планеті, задоволенням сировинних потреб сучасного суспільства, не ставлячи під загрозу життя та діяльність майбутніх поколінь. Один із шляхів розв'язання цієї проблеми — виробництво біогазу.



Біогаз — загальна назва суміші горючих газів, що утворюються в результаті розкладання різних органічних речовин. Основний складник біогазу — метан

Використовують біогаз здебільшого для виробництва теплової та електричної енергії. Отримують біогаз із:

- рослинної сировини (трава, сіно, кукурудзяний силос, бурякова гичка);
- відходів м'ясопереробної і рибної промисловості;
- гною великої рогатої худоби, птишиного посліду тощо;

- відходів фруктів під час виробництва соків, цукрових буряків під час виробництва цукру;
 - твердих органічних відходів сміттєвих полігонів тощо.
- Як бачиш, сировинна база досить різноманітна.

Завдання 3. Поміркуй, як змінюється санітарна обстановка у громадах, де перелічені відходи накопичились.

Під впливом діяльності метанових бактерій із переліченої біомаси утворюється біогаз. У природі метанові бактерії живуть у ґрунті, стоячих водоймах, оселяються в організмах людини, птахів, тварин. На біогазових станціях створюють та підтримують умови для життєдіяльності цих мікроорганізмів. Унаслідок їхньої діяльності метанове бродіння триває від кількох днів до кількох місяців, тоді як у природі — в рази повільніше.

Утворений біогаз є сумішшю метану (приблизно 55–75 %), вуглекислого газу (приблизно 25–45 %), незначних домішок водню, гідроген сульфід, азоту та деяких інших речовин.



В основу виробництва біогазу покладено ідею перетворення біомаси на біопаливо внаслідок життєдіяльності метанових бактерій.

Біогазові станції (мал. 37) будують поблизу, а то й на території, де продукується сировина для виробництва біогазу.



Мал. 37. Біогазова станція

Виробленим біогазом опалюються птахофабрики, на ньому працюють двигуни деяких автобусів, помешкання людей забезпечуються світлом, теплом, гарячою водою.

ПЕРСПЕКТИВИ ОДЕРЖАННЯ БІОГАЗУ В УКРАЇНІ. Багато країн Європейського Союзу та світу виробляють біогаз у великих кількостях. Він є суттєвою складовою їхнього енергобалансу. Наша держава має значні сировинні ресурси для вироблення біогазу, оскільки агропромисловий сектор продукує чимало органічних відходів. Порівняно недавно (із 2013 року) біогазові установки почали зводити в Україні. Налагоджується співпраця України та ЄС у біометановому секторі енергетики, тому що наша держава зацікавлена як у виробництві біогазу, так і в поліпшенні стану довкілля. Темпи введення нових біогазових установок поступово нарощуються.

ТОБІ ДО СНАГИ

1. Схарактеризуй роль метану та продуктів його згорання у виникненні парникового ефекту.
2. Обчисли викиди (м^3) вуглекислого газу в атмосферу від спалювання 200 м^3 метану. Якщо у твоїй квартирі є лічильник природного газу, візьми показники за будь-який місяць та обчисли те саме на основі них. Для проведення обчислень вважай, що у складі природного газу 100 % метану та всі виміри зроблено за однакових умов.
3. Назви сировину для виробництва біогазу. Поясни, як виробництво з неї біогазу позначається на довкіллі.
4. За хмаринкою слів склади обґрунтування екологічної доцільності виробництва біогазу. Підготуйся до її оприлюднення у класі.



5. З 1 т свіжоскошеної зеленої трави отримують до 250 м^3 газу з умістом метану 70 %. На скільки місяців вистачить цього газу домогосподарству, котре в літню пору в середньому споживає 50 м^3 природного газу?
6. Спрогнозуй соціально-екологічний ефект для громади від будівництва на її території станцій із виробництва біогазу.

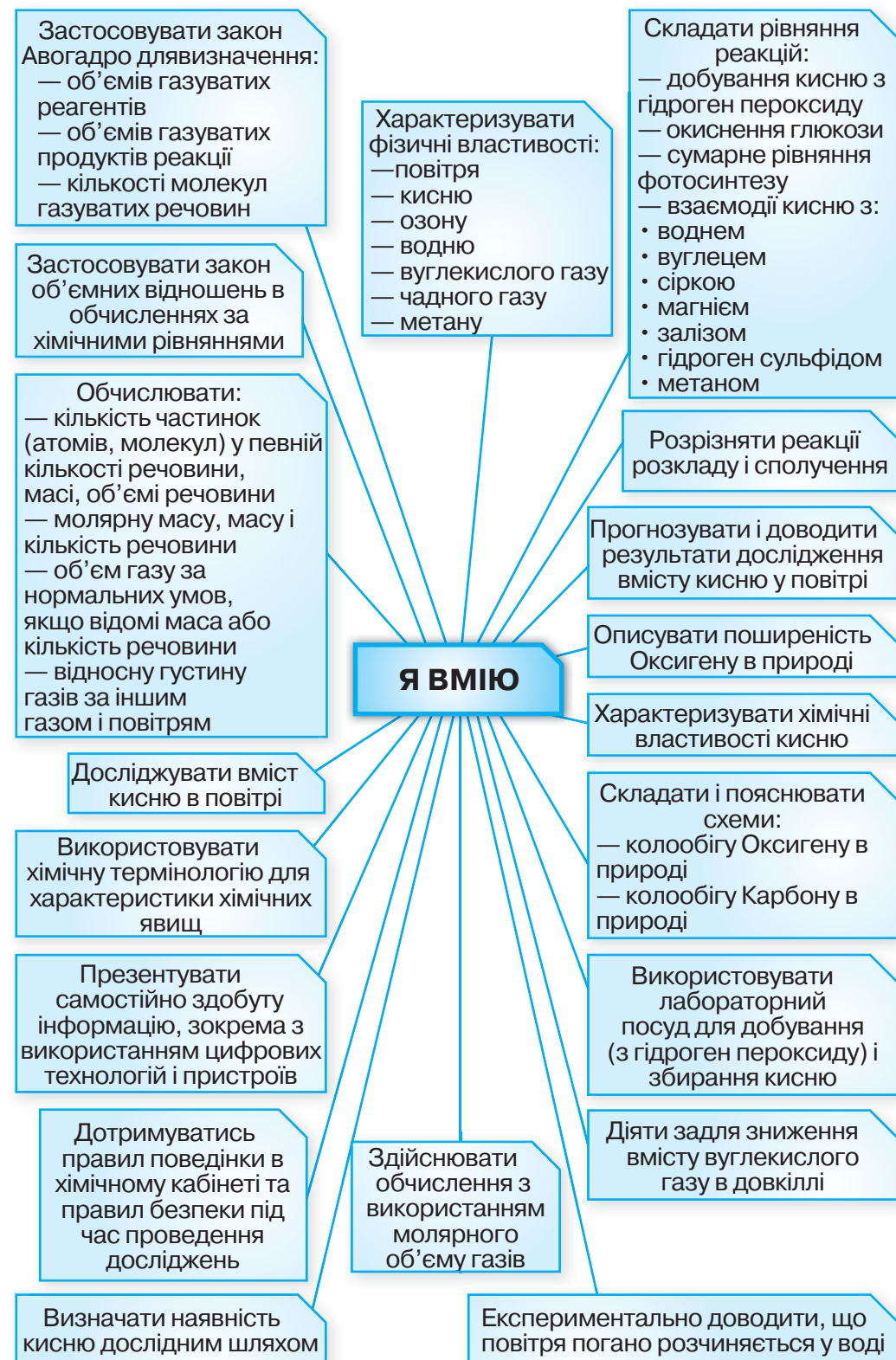
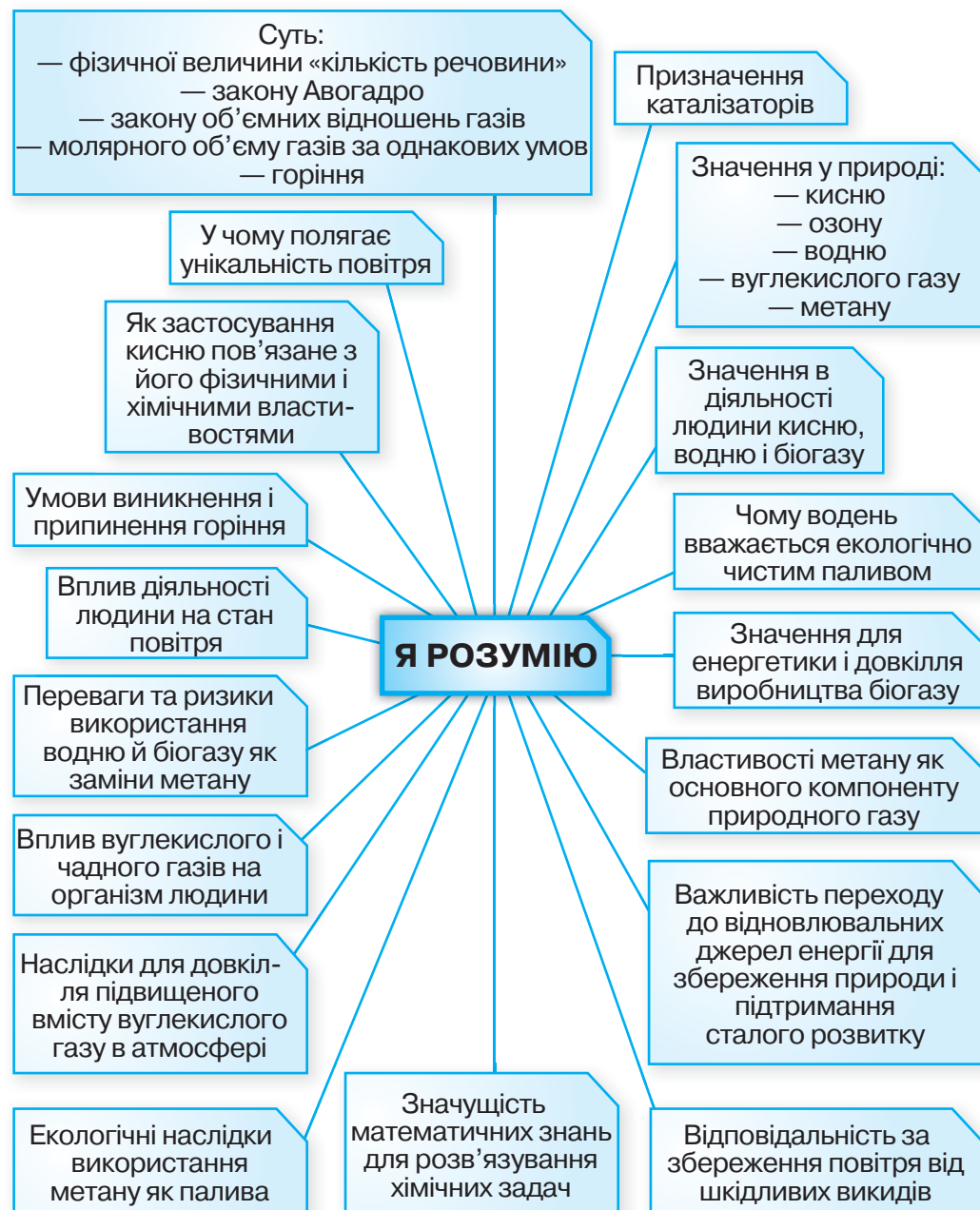
Завдання 1. Перейди за QR-кодом або покликанням і ознайомся із шаблоном для виконання всіх завдань цього параграфа. Якщо є така можливість, то роздрукуй цей шаблон.



<https://qr.orioncentr.com.ua/W612v>

Завдання 2. Якщо у тебе немає можливості роздрукувати шаблон із завдання 1, то створи його самостійно у зошиті. Для цього проаналізуй схеми на с. 123, 124, 125 і на їх основі накресли таблицю із трьома варіантами оцінки: «Так», «Частково», «Ні».





Завдання 3. Оціни свої досягнення в пізнанні хімії. Для цього у створеній тобою таблиці вибери один із трьох варіантів оцінки.

Завдання 4. Для оцінки своєї роботи в групі на основі схеми створи у зошиті ще одну таблицю із трьома варіантами оцінки: «Завжди», «Часто», «Інколи».



Завдання 5. Запиши в зошиті відповідь на запитання: «Наскільки корисною була для тебе співпраця в групі? Чим саме?».

Завдання 6. Запиши в зошиті, що цікавого й корисного ти дізнався / дізналася, опрацювавши цю тему. Де і з якою метою ти зможеш використати набуті знання? Порівняй свої відповіді з відповідями однокласників / однокласниць.

Завдання 7. Пригадай і запиши в зошиті своє найбільше досягнення під час вивчення теми «Досліджуємо гази довкілля».

Завдання 8. Запиши в зошиті власні пропозиції щодо змін у темі «Досліджуємо гази довкілля», які, на твою думку, покращать сприйняття й засвоєння матеріалу.



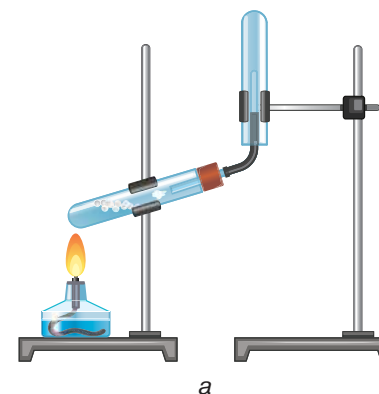
§ 26

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 2 «ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ»

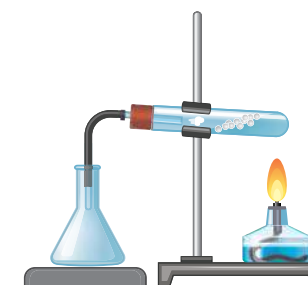
Матеріал параграфа дасть тобі змогу повторити та узагальнити вивчені в темі 2 кількісні поняття хімії на прикладах газів довкілля і діагностувати результати навчання під час виконання вправ та онлайн-тесту.

Виконай вправи

1. Напиши формули речовин за їхніми назвами: карбон(II) оксид, карбон(IV) оксид, озон, метан, водень. Класифікуй речовини на прості і складні.
2. Поясни, у якого з газів — хлору, водню чи кисню — відносна густина за повітрям найбільша. Як правильно тримати пробірки, наповнюючи їх кожним із цих газів?
3. Відносна густина газу за амоніаком NH_3 дорівнює 2. Обчисли відносну густина цього газу за воднем.
4. У відповідні зображені способи збирання газів із наведеними газами:
1) кисень, 2) вуглекислий газ, 3) водень, 4) чадний газ, 5) метан. Обґрунтуй свій вибір



а



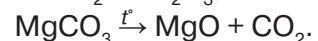
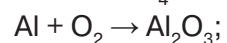
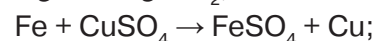
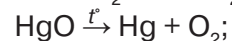
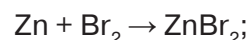
б

5. Обчисли масу вугілля, для спалювання якого використали 100 л кисню (н. у.).
6. Скопіюй таблицю 19 (с. 128) у зошит та доповни її належною інформацією. Сформулюй визначення кожного типу реакцій на основі запропонованої ознаки класифікації.

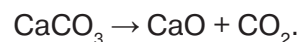
Таблиця 19

Тип хімічної реакції	Ознаки класифікації: склад, кількість речовин	
	реактанти	продукти реакції
	Дві і більше простих або складних речовини	Одна складна речовина
	Дві речовини: проста й складна	

7. Перетвори схеми на хімічні рівняння, класифікуй за типами реакцій:



8. Склади від трьох і більше запитань на основі схеми рівняння реакції:



9. Знайди і виправ помилки в наведених твердженнях:

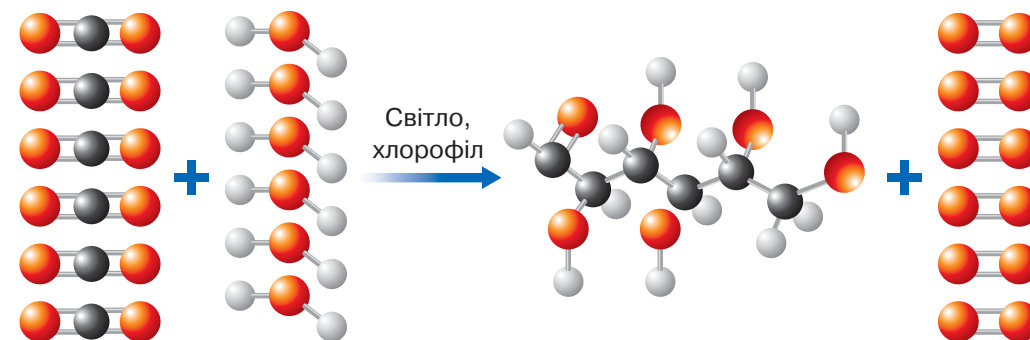
- до складу молекул вуглекислого газу входять атоми кисню;
- кисень легший за повітря;
- кисень добре розчинний у воді;
- у складі води міститься 88,89 % Оксигену;
- кисень — один із продуктів фотосинтезу.

10. Проаналізуй твердження та обери те, що вважаєш правильним.

Твердження 1. Гелій He та кисень масою 40 г кожен містять однакову кількість молекул.

Твердження 2. Гелій He та кисень об'ємом 44,8 л (н. у.) кожен містять однакову кількість молекул.

- Обчисли масу кисню, що прореагував із міддю з утворенням 4 г купрум(II) оксиду.
- У якому оксиді масова частка Оксигену найбільша: CO_2 , CO, CaO?
- На наступній сторінці зображено 3D-модель хімічної реакції.



● Гідроген ● Оксиген ● Карбон

- За моделлю ідентифікуй формули реактантів і продуктів реакції. Як називається процес, що ілюструє реакція? Розкажи про його значення для Землі.
- Скільки атомів Оксигену містять продукти реакції?
- Склади рівняння змодельованої реакції та обчисли:
 - масу вуглекислого газу, необхідну для виділення 30 моль кисню;
 - кількість молекул води, що реагують із 220 г вуглекислого газу.
- Одну кульку наповнили киснем, а другу — повітрям. Як довести наявність кисню і повітря в цих кульках?
- Укажи фізичні властивості кисню.
 - рідина
 - газ
 - добре розчинний у воді
 - малорозчинний у воді
 - без смаку і запаху
 - без смаку, з характерним запахом
- Склади рівняння реакцій кисню з речовинами: а) Mg; б) H_2 , якщо в результаті реакції утворюються бінарні сполуки.
- Склади рівняння реакцій речовин із воднем H_2 , якщо в результаті реакції утворюються вода і чистий метал: а) Na_2O ; б) FeO; в) Al_2O_3 .
- Аргентум(I) оксид розкладається з виділенням кисню. Напиши рівняння реакції, зазнач її тип. Обчисли масову частку Оксигену в аргентум(I) оксиді.
- Неповне згорання вугілля, яке відбувається при недостатній кількості кисню, спричинює утворення чадного газу. Це може статися, якщо заслінка в димоході закрита зарано. Запиши хімічне рівняння утворення чадного газу. Чим він небезпечний для людини?

- 20.** Установлено: якщо вміст вуглекислого газу в повітрі перевищує 10 %, у живої істоти настає втрата свідомості й навіть смерть. В Італії є печера, яку названо «Собача печера». До неї не рекомендують заходити із собакою. А все тому, що печера майже на половину людського зросту заповнена вуглекислим газом. Поміркуй і поясни, чому людина деякий час може безпечно перебувати в цій печері, тоді як для собаки перебування в ній від самого початку є небезпечним.
- 21.** Поясни, яким чином насадження й вирубування лісів позначаються на парниковому ефекті.
- 22.** Чим парниковий ефект загрожує нашій планеті? Запропонуй заходи, які має вживати людство з метою зменшення його негативного впливу на природу.
- 23.** Атмосфера Венери на 96 % складається з вуглекислого газу, на 3 % — з азоту і на 1 % — з інших газів. Якби атмосфера нашої планети мала подібний склад, то вищою чи нижчою стала б середня температура поверхні Землі?

Виконай онлайн-тест.

Для цього перейди за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/TsGc6> або скористайся смартфоном — зчитай QR-код. Якщо результат виконання тесту тебе не задовольнить, можеш його покращити. Знайди можливість самостійно виправити помилки, яких припустився / припустилась, щоб уникнути їх у майбутньому.



Бажаємо успіху та високого результату!

ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА



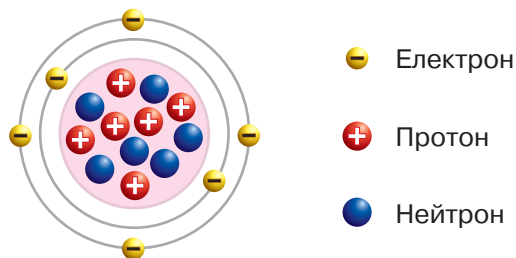
- ▶ Субатомні частинки: протони, нейтрони, електрони
- ▶ Протонне, нейтронне, нуклонне / масове числа
- ▶ Внесок видатного українця Дмитра Іваненка у дослідження будови атома
- ▶ Будова ядра й електронної оболонки атома
- ▶ Поняття про атомну орбіталь, енергетичний рівень і підрівень
- ▶ Електронна формула атома та її запис
- ▶ Взаємозв'язок властивостей елементів і будови електронної оболонки атома
- ▶ Фізичний зміст і значення періодичного закону
- ▶ Періодична система хімічних елементів і будова атомів
- ▶ Довга і коротка форми періодичної таблиці
- ▶ Характеристика хімічного елемента за місцем у періодичній системі та будовою атома
- ▶ Діагностування й самооцінювання власних результатів навчання



§ 27

СУБАТОМНІ ЧАСТИНКИ

- Опиши будову атома Карбону за моделлю (мал. 38).



Мал. 38. Модель атома Карбону

- У ядрі атома є 16 протонів. Як дізнатися, який це хімічний елемент? Скільки електронів у електронній оболонці його атома?

Опрацюй Зрозумій Використай

Слово «атом» перекладається українською як «неподільний». Тривалий час його вважали неподільною структурною частинкою речовини. Чи дійсно це так? Експериментальні дослідження, здійснені вченими на початку ХХІ століття, спростували цю думку. Доведено, що атом складається з протонів, електронів і нейтронів, що називають **субатомними частинками**.

У 1897 році англійський учений Джозеф Джон Томсон (1856–1940) відкрив **електрон**. Абсолютна маса електрона в тисячі разів менша, ніж маса найлегшого атома Гідрогену. З наведеної інформації стає зрозумілим походження назви «субатомні» — менші за атом (префікс «суб-» походить із латинської мови та означає «нижче», «менше»).

Завдання 1. Наведи власні пояснення слів *субмолекулярний*, *субтропічний*. Порівняй їх з означеннями в довідниках чи словниках термінів.

Електрон — негативно заряджена субатомна частинка, заряд якої найменший з усіх відомих зарядів. Умовно його прийнято за -1 .

У 1919 році Ернест Резерфорд відкрив **протон** — позитивно заряджену субатомну частинку в складі ядра атома. Чисельне значення заряду протона виявилось таким самим, як у електрона, відтак заряд протона умовно дорівнює $+1$.

У 1932 році наявність **нейтронів** у ядрі атома експериментально довів англійський фізик Джеймс Чедвік (1891–1974). Цього ж року видатний фізик з України Дмитро Дмитрович Іваненко першим запропонував протонно-нейтронну модель атомного ядра. За розробленою ним моделлю ці субатомні частинки заряду не мають, а їх маса приблизно однакова з масою протона.

Для кожної субатомної частинки використовують певні позначення: протон — p або 1_1p , нейтрон — n або 1_0n , електрон — e або ${}^0_{-1}e$. Субатомні частинки мають надзвичайно малу масу: маса протона приблизно дорівнює масі нейтрона, маса електрона в 1836 разів менша від маси протона. В науці масу протона і масу нейтрона прийнято за 1, маса електрона дорівнює $1/1836$. Ядро має позитивний заряд і дуже малі розміри порівняно з атомом. В ядрі зосереджена основна маса атома. Електронна оболонка атома складається з негативно заряджених електронів. Числові значення заряду ядра й електронної оболонки атома однакові.

Завдання 2. Використовуючи наведену в таблиці 20 інформацію, склади схему «Будова атома».

Таблиця 20

Субатомна частинка	Розміщення в атомі	Заряд (в одиницях елементарного заряду)	Маса	
			відносна (а. о. м.)	абсолютна (кг)
Протон, 1_1p	ядро	$+1$	1	$1,627 \cdot 10^{-27}$
Нейтрон, 1_0n	ядро	0	1	$1,625 \cdot 10^{-27}$
Електрон, ${}^0_{-1}e$	електронна оболонка	-1	$1/1836$	$9,109 \cdot 10^{-31}$

Електрони, протони, нейтрони — субатомні частинки. Електрони мають негативний заряд, протони — позитивний, нейтрони — незаряджені частинки. В атомі кількість позитивно заряджених протонів дорівнює кількості негативно заряджених електронів, тому атом електронейтральний.



Завдання 1. Скористайтеся доступними джерелами інформації і дослідіть ключові історичні події, пов'язані з відкриттям будови атома.

Завдання 2. Створіть стрічку часу, яка включатиме важливі події у з'ясуванні будови атома. Для кожної події вкажіть:

- ✓ дату або період часу;
- ✓ ім'я дослідника;
- ✓ короткий опис події (відкриття, експерименту);
- ✓ внесок події у розуміння будови атома.

Зверніть увагу, що всі події мають бути представлені у хронологічному порядку.

Завдання 3. Додайте зображення або ілюстрації, наприклад портрети вчених, схеми моделей атома чи цікаві факти про науковців.

Завдання 4. Сформулюйте **висновок**, як і під впливом чого змінювались уявлення про будову атома.

ПРОТОННЕ, НЕЙТРОННЕ, НУКЛОННЕ / МАСОВЕ ЧИСЛА.

Протонним числом (Z) називають кількість протонів у ядрі атома. Воно збігається з порядковим номером хімічного елемента у періодичній таблиці.

Нейтронне число (N) — кількість нейтронів у ядрі атома.

Нуклонне, або масове число (A) — сума протонного і нейтронного чисел: $A = Z + N$.

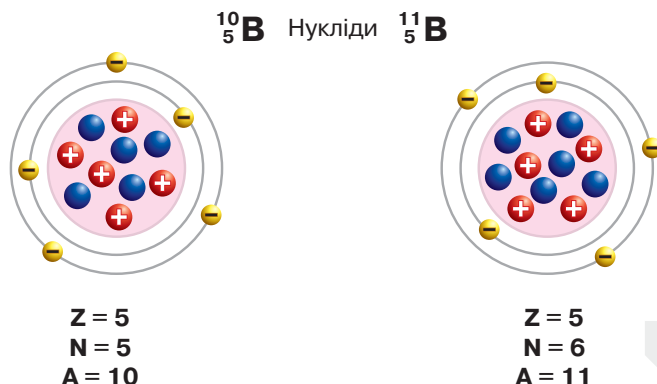
Для обчислення нейтронного числа необхідно від нуклонного числа відняти протонне: $N = A - Z$.

Завдання 3. Скористайся періодичною таблицею як довідковою і визнач протонне, нейтронне й нуклонне / масове числа Алюмінію та Аргону.

Ядра атомів одного й того самого хімічного елемента мають однакові протонні числа, проте можуть відрізнятися нейтронними числами. Наприклад, у природі існують два різновиди атомів Бору — з нуклонними числами 10 і 11, проте заряд ядра в обох однаковий і дорівнює +5. В ядрі атома з нуклонним числом 10 міститься 5 нейтронів ($10 - 5 = 5$), нейтронне число (N) дорівнює 5, а в ядрі атома з нуклонним числом 11 міститься 6 нейтронів ($11 - 5 = 6$), тобто нейтронне число (N) дорівнює 6 (мал. 39).

Щоб відрізнити атоми одного хімічного елемента з різними нуклонними числами, у науковий обіг введено поняття **нуклід** (у перекладі з латинської мови *nucleus* означає «ядро»). Так називають різновид атомів з певним нуклонним і протонним числом.

Нукліди — це атоми одного й того самого хімічного елемента з однаковою кількістю протонів і різною кількістю нейтронів, а отже, з різними нуклонними / масовими числами.



Мал. 39. Моделі нуклідів Бору

Розглянутий вище приклад ілюструє існування двох нуклідів Бору. Для їх позначення застосовують символи нуклідів: $^{10}_5\text{B}$ і $^{11}_5\text{B}$.

Можуть також використовуватися записи без зазначення протонного числа: ^{10}B і ^{11}B або B-10, B-11.

Аналогічно записують нукліди інших хімічних елементів.

Завдання 4. Обчисли, скільки нейтронів містить кожен нуклід Оксигену з нуклонними числами 32, 33 і 34. Запиши символи нуклідів Оксигену.

Нукліди одного хімічного елемента називають **ізотопами**. Вони мають однакову кількість протонів і різну кількість нейтронів, а тому відрізняються масовими / нуклонними числами.

Ізотопи поділяють на природні і штучні. А ще ізотопи бувають стабільні та нестабільні (радіоактивні).

Завдання 5. Поміркуй, що можуть означати ці терміни. За потреби звернись до додаткових інформаційних джерел. Прикладом природних стабільних ізотопів Карбону є нукліди ^{12}C і ^{13}C (або C-12 і C-13). У природі в невеликих кількостях існує нестабільний (радіоактивний) нуклід Карбону ^{14}C , його одержують також штучно.

Ізотоп у перекладі з грецької означає «однакове місце». Таким місцем є клітинка періодичної таблиці. Наприклад, для десяти природних ізотопів Стануму Sn — це клітинка під номером 50. У клітинках періодичної таблиці для кожного елемента вказано середнє значення відносної атомної маси всіх його природних ізотопів. Тому, на відміну від нуклонних / масових чисел, вона виражена дробовим, а не цілим числом.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ



Дмитро Дмитрович Іваненко (1904–1994) — український фізик, який зробив вагомий внесок у розвиток ядерної фізики, теорії поля та теорії гравітації. Присвятивши життя науці, вже у 27 років молодий учений став професором.

Світове визнання Д. Д. Іваненко здобув тим, що запропонував протонно-нейтронну модель атомного ядра: на основі експериментальних даних він висловив ідею, що ядро складається з протонів і нейтронів.

Наукова спадщина Дмитра Дмитровича Іваненка налічує понад 400 робіт у різних сферах: математична фізика, біологія, філософія, геологія, історія науки.



Медіапошук

Скористайся доступними джерелами інформації та напиши есе на тему: «Оцінка лауреатами Нобелівської премії наукового внеску Дмитра Дмитровича Іваненка». У своєму есе зазнач, які досягнення Іваненка отримали найбільше визнання та які відгуки на його роботу залишили лауреати Нобелівської премії. Зверни увагу, що праці видатного українця вплинули на відкриття інших фізиків, що здобули міжнародне визнання, як-от Лев Ландау, Енріко Фермі.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Які частинки називають субатомними? Наведи приклади заряджених субатомних частинок.
2. Чому атом не має заряду?
3. Запиши протонне і нейтронне числа для нуклідів Сульфуру з нуклонними числами 32 і 34.
4. Обери правильні твердження і виправ помилки у неправильних:
 - а) нейтрон має позитивний заряд;
 - б) заряд електрона дорівнює -1 ;
 - в) величина заряду ядра атома дорівнює сумі протонів і нейтронів;
 - г) кількість електронів у атомі дорівнює кількості протонів у ядрі.
5. Скільки протонів й електронів мають нукліди Феруму $^{54}_{26}\text{Fe}$, $^{56}_{26}\text{Fe}$, $^{58}_{26}\text{Fe}$?
6. Знана українська дитяча письменниця Оксана Дмитрівна Іваненко (1906–1997) є сестрою Дмитра Дмитровича Іваненка — дослідника субатомних частинок.



Фото з юнацьких років Оксани і Дмитра Іваненків

Оксана Дмитрівна відома своїми казками і прозовими творами, зокрема романами «Тарас Шевченко» і «Марія» (про Марка Вовчка).

Чи відомі тобі твори Оксани Іваненко? Дізнайся більше про доробок письменниці і, спираючись на її творчий підхід, спробуй написати казку чи оповідання, героями яких будуть хімічні елементи або субатомні частинки. Презентуй свій твір у самостійно дібраний спосіб учнівству класу.



§ 28

ЕЛЕКТРОННА ОБОЛОНКА АТОМІВ

- Наведи означення Сонячної системи.
- Що в періодичній таблиці називають періодом, скільки в ній періодів?

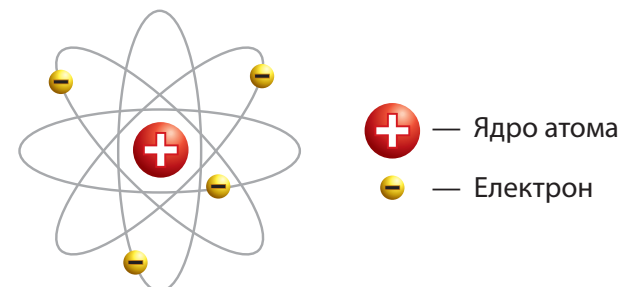


Опрацюй

Зрозумій

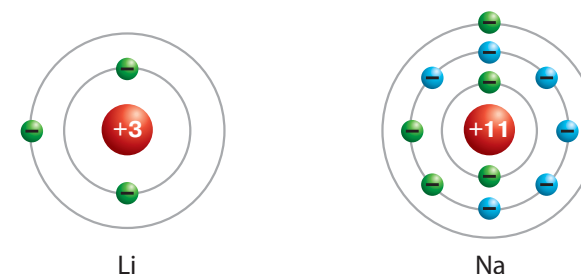
Використай

Після відкриття складної будови атома Ернест Резерфорд запропонував планетарну модель атома (мал. 40). За цією моделлю, в центрі атома міститься крихітне позитивно заряджене ядро, в якому зосереджена майже вся маса атома, а навколо нього певними орбітами рухаються електрони, наче планети навколо Сонця.



Мал. 40. Планетарна модель будови атома, запропонована Резерфордом

Також використовують інші зображення моделей атомів, створені на основі моделі Резерфорда (мал. 41).



Мал. 41. Моделі атомів Літію і Натрію

Модель Резерфорда відіграла важливу роль у розвитку природознавства, проте не пояснювала стан електронів у атомному просторі, що називали **електронною оболонкою атома**.

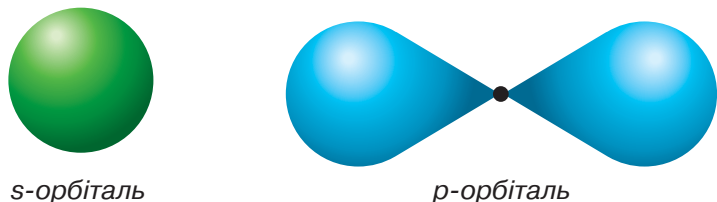
За законами фізики, електрони, обертаючись навколо ядра, мали б втрачати енергію та врешті-решт упасти на нього, чого в дійсності не відбувається. Це спонукало вчених до нових досліджень електронів і подальшої роботи над моделлю атома. Отримані нові результати досліджень засвідчили, що електрон має властивості і мікрочастинки, і хвилі.

Через це неможливо простежити траєкторію руху електрона в атомі, можна лише передбачити ймовірність його перебування в тій чи іншій точці атомного простору. Ймовірність перебування електрона в ядрі нульова.

ПОНЯТТЯ АТОМНОЇ ОРБІТАЛІ. Оскільки неможливо точно обмежити ділянку атомного простору, в якій перебуває електрон, то розглядають ділянку з найбільшою ймовірністю його розміщення. Для характеристики цієї ділянки введено поняття **атомна орбіталь**. Атомні орбіталі бувають різних форм.

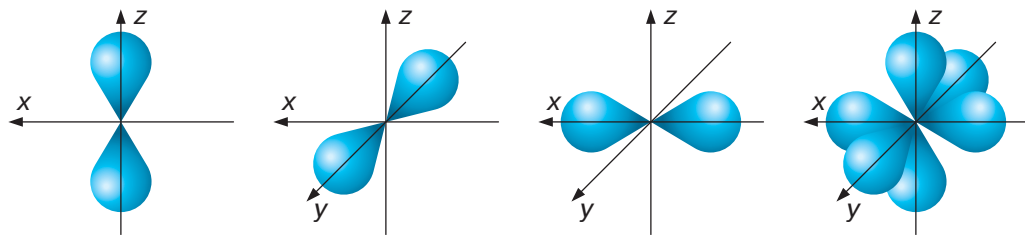
Атомну орбіталь сферичної форми (мал. 42) називають **s-орбіталь** (вимовляється в однині «ес-орбіталь»). Наявність у назві літери s — це використання першої літери англійського слова *sphere* — сфера.

Атомну орбіталь гантелеподібної форми (мал. 42) називають **p-орбіталь** (вимовляється «пе-орбіталь»). Електрони з такою орбіталлю більшу частину часу перебувають по різні боки від ядра, яке на малюнку позначено крапкою у звуженій частині «гантелі». Назва p-орбіталь походить від англійського слова *perpendicular* — перпендикуляр.



Мал. 42. Схематичне зображення s- і p-орбіталей атома

Можливу орієнтацію p-орбіталей у просторі та взаємоперпендикулярне розташування трьох орбіталей ілюструє малюнок 43.



Мал. 43. Можлива орієнтація p-орбіталей у просторі

Завдання 1. Чим відрізняються s-орбіталі від p-орбіталей?

Існують також d- та f-орбіталі (вимовляються в однині «де-орбіталь» і «еф-орбіталь») атома зі складнішою конфігурацією порівняно із s- та p-орбіталами.

Об'єм простору навколо ядра, в якому ймовірність перебування електрона найбільша, називають атомною орбіталлю. Залежно від форми розрізняють s-, p-, d-, f-орбіталі.

ЕНЕРГЕТИЧНІ РІВНІ. Електрони, будучи зарядженими частинками, наділені певним запасом енергії. Описуючи будову електронної оболонки атома, електрони з однаковим чи приблизно однаковим запасом енергії об'єднують в один **енергетичний рівень**, або **електронний шар**. Кількість енергетичних рівнів (електронних шарів) збігається з номером періоду, в якому розміщено хімічний елемент. Оскільки періодична таблиця має сім періодів, то енергетичних рівнів може бути від одного до семи. Їх позначають арабськими цифрами 1–7 або великими літерами латинського алфавіту: K, L, M, N, O, P, Q. Ми будемо використовувати цифрове позначення.

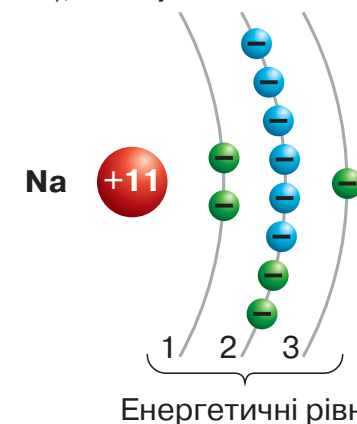
Електрони певного енергетичного рівня наділені більшим запасом енергії за попередній рівень, але меншим — за наступний.

Кількість електронів в електронній оболонці атома дорівнює порядковому / атомному номеру, а кількість енергетичних рівнів, на яких вони перебувають, — номеру періоду періодичної таблиці, в якому хімічний елемент розміщений.

Завдання 2. Розташуй елементи N, Ba, He, Si, Ca в послідовності збільшення кількості енергетичних рівнів. Атом якого з наведених елементів має найбільшу кількість електронів?

Найбільш віддалений від ядра енергетичний рівень називають **зовнішнім**, а найближчий до нього — **внутрішнім**.

Завдання 3. Застосуй здобуті знання для відповіді на запитання, що стосуються моделі атома Натрію (мал. 44), та з'ясуй:



Мал. 44. Модель атома Натрію

- кількість електронів в електронній оболонці атома Натрію. Як довідатись про це, користуючись періодичною таблицею?
- кількість енергетичних рівнів в електронній оболонці атома Натрію. Чи збігається вона з номером періоду, в якому розміщений Натрій?
- кількість електронів на зовнішньому і внутрішньому енергетичних рівнях атома Натрію.

БУДОВА ЕНЕРГЕТИЧНИХ РІВНІВ.

На одному енергетичному рівні можуть перебувати електрони з різними формами атомних орбіталей, але на одній атомній орбіталі не буває більше двох електронів. Для характеристики електронів одного енергетичного рівня, що мають однакову форму атомної орбіталі, введено поняття **енергетичний підрівень**. Усього існує чотири енергетичні підрівні. Називають і позначають їх відповідно до форми орбіталі: *s*-підрівень, *p*-підрівень, *d*-підрівень, *f*-підрівень (читаються аналогічно назвам орбіталей).

У межах енергетичного рівня електрони з однаковою формою атомної орбіталі утворюють один енергетичний підрівень. Розрізняють *s*-підрівень, *p*-підрівень, *d*-підрівень, *f*-підрівень.

Максимально можлива кількість електронів на кожному підрівні різна: 2 електрони — на *s*-підрівні, 6 електронів — на *p*-підрівні, 10 електронів — на *d*-підрівні, 14 електронів — на *f*-підрівні.

Перший енергетичний рівень складається лише із *s*-підрівня. Другий енергетичний рівень складається із *s*- і *p*-підрівнів. Третій енергетичний рівень складається із *s*-, *p*- і *d*-підрівнів.

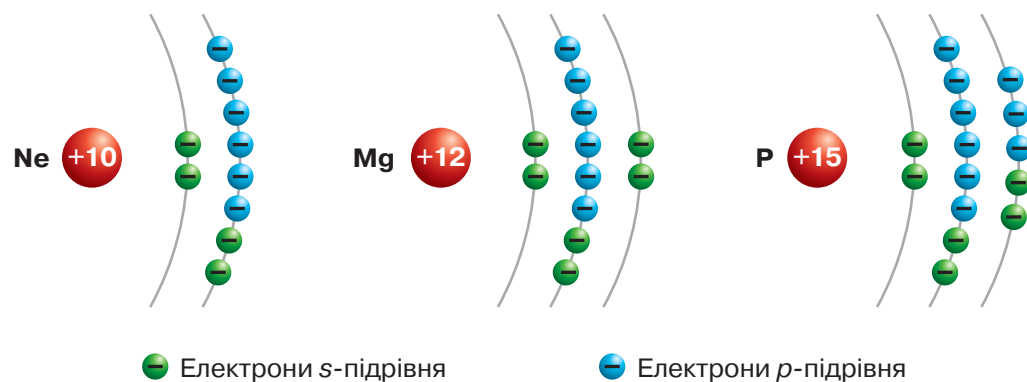


НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

КІЛЬКІСТЬ ЕЛЕКТРОНІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНИХ РІВНЯХ І ПІДРІВНЯХ У РІЗНИХ АТОМАХ

Завдання 1.

Розглянь малюнок 45. Зі скількох енергетичних рівнів складається електронна оболонка атома кожного хімічного елемента?



Мал. 45. Моделі атомів Неону, Магнію, Фосфору

Завдання 2.

За моделями (мал. 45) досліди кількість електронів на енергетичних рівнях і підрівнях в атомах Неону, Магнію і Фосфору та сформулюй відповіді на дослідницькі запитання, наведені в таблиці 21.

Таблиця 21

Результати дослідження кількості електронів на енергетичних рівнях і підрівнях в атомах Неону, Магнію, Фосфору (заповнюється в зошиті)

Дослідницьке запитання	Відповідь			
	Хімічний елемент	1 рівень	2 рівень	3 рівень
1. З'ясуй, скільки електронів є на кожному енергетичному рівні електронної оболонки досліджуваного атома	Неон			
	Магній			
	Фосфор			
2. Визнач, по скільки електронів перебуває на кожному енергетичному підрівні в межах існуючих у атома рівнів	Хімічний елемент	1 рівень	2 рівень	3 рівень
	Неон			
	Магній			
3. З'ясуй, що спільного та чим відрізняється будова електронних оболонок атомів Неону, Магнію, Фосфору	Спільне			
	Відмінне			
4. Запиши номери енергетичних рівнів з максимально можливою кількістю електронів	У Неону —			
	У Магнію —			
	У Фосфору —			

Узагальнити набуті знання та уміння про будову електронної оболонки атомів дасть тобі змогу виконання завдань у групі.



Завдання 1.

Заповніть таблицю 22 необхідною науковою інформацією.

Таблиця 22

Характеристика енергетичних підрівнів і рівнів

Характеристика	Підрівні			
Позначення підрівня				
Максимальна кількість електронів на підрівні				
Можливі підрівні на енергетичному рівні (поставити у відповідній клітинці / клітинках знак «+»)				
Енергетичний рівень 1				

Характеристика	Підрівні			
Енергетичний рівень 2				
Енергетичний рівень 3				

Завдання 2. На підставі занесених у таблицю даних з'ясуйте й запишіть, яка максимальна кількість електронів може бути на кожному із перших трьох енергетичних рівнів.

ТОБІ ДО СНАГИ

1. Яка максимальна кількість енергетичних рівнів може бути в електронній оболонці атома?
2. Поясни причиново-наслідкові зв'язки між будовою електронної оболонки атома і номером періоду, в якому хімічний елемент розташований у періодичній таблиці.
3. Увідповідни енергетичний підрівень і максимальну кількість електронів на ньому.

Позначення енергетичного підрівня	Максимальна кількість електронів
1 s	А 18
2 p	Б 14
3 d	В 10
4 f	Г 8
	Д 2

4. Скільки енергетичних рівнів в електронній оболонці атомів Сульфуру й Аргону? Звідки ти здобув / здобула цю інформацію?
5. Однакова чи різна кількість енергетичних рівнів / електронних шарів у атомах елементів із атомними номерами 7 і 15? Запиши схеми будови енергетичних рівнів атомів цих елементів.
6. Розмісти елементи Гелій, Калій, Літій за збільшенням кількості енергетичних рівнів в електронній оболонці атома.
7. Проаналізуй твердження та обери те, що вважаєш правильним.

Твердження 1. Спільним у будові електронних оболонок атомів із протонними числами 11 і 18 є наявність трьох енергетичних рівнів.

Твердження 2. Нукліди Карбону $^{12}_6\text{C}$ і $^{13}_6\text{C}$ мають різну кількість енергетичних рівнів.

8. Розроби запитання вікторини і запропонуй класу провести змагання на кращого знавця будови електронної оболонки атома.



§ 29 РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРОНІВ ЗА ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РІВНЯМИ

- Назви енергетичні підрівні та максимально можливу кількість електронів на кожному з них.
- Які орбіталі є у складі 1–3-го енергетичних рівнів?
- Чи може бути на s-підрівні: а) 1 електрон; б) 2 електрони; в) 6 електронів?
- Чи може бути на p-підрівні: а) 1 електрон; б) 6 електронів; в) 8 електронів?

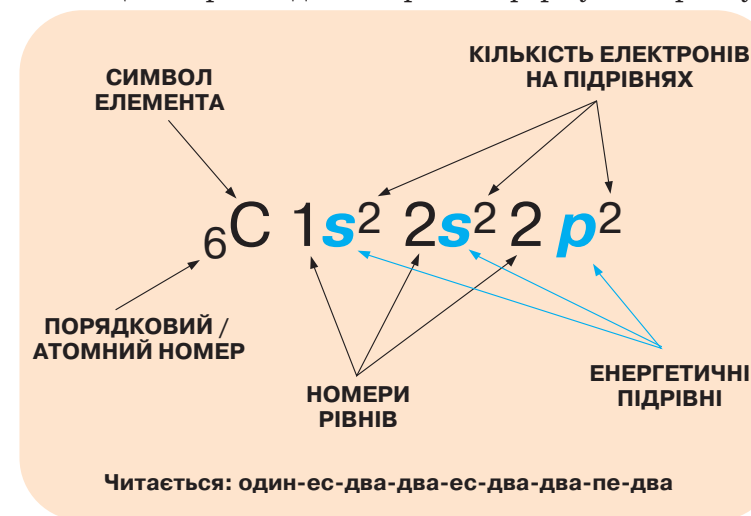
Опрацюй Зрозумій Використай

Існують певні правила розподілу електронів в атомі за енергетичними рівнями та підрівнями. Дотримуючись цих правил, записують електронні формули атомів (електронні конфігурації атомів).

ПОНЯТТЯ ПРО ЕЛЕКТРОННУ ФОРМУЛУ / КОНФІГУРАЦІЮ АТОМА. Характеризувати розподіл електронів в електронній оболонці атома за енергетичними рівнями та підрівнями зручно й нескладно за допомогою електронної формули атома (інша назва — електронна конфігурація атома).

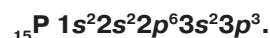
Електронна формула / електронна конфігурація атома — це запис розподілу електронів в електронній оболонці атома за допомогою арабських чисел 1–7 (ними позначають енергетичні рівні), малих англійських літер s, p, d, f (енергетичні підрівні) та верхніх індексів після них (кількість електронів на підрівні).

Розглянемо це на прикладі електронної формули Карбону.



Порядковий номер 6 (протонне число, атомний номер) свідчить про наявність в електронній оболонці атома Карбону шести електронів. Якщо ми обчислимо суму верхніх індексів, що відповідають кількості електронів на підрівнях, то отримаємо 6. Арабські цифри 1 і 2 вказують на наявність двох енергетичних рівнів. Запис $1s^2$ означає, що на 1-му енергетичному рівні є 2 електрони, розміщені на підрівні s . Запис $2s^2 2p^2$ інформує про існування на 2-му енергетичному рівні 4 електронів, розміщених на двох підрівнях, та кількість електронів на кожному з них.

Завдання. За зразком наведеної наукової інформації про розподіл електронів в електронній оболонці атома Карбону прочитай електронну формулу і прокоментуй розподіл електронів за рівнями і підрівнями в атомі Фосфору:



ПРАВИЛА ЗАПОВНЕННЯ ЕЛЕКТРОНАМИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РІВНІВ ТА ПІДРІВНІВ. Час навчитись самим писати електронні формули атомів перших 20 хімічних елементів періодичної таблиці. Для цього варто дотримуватись зазначених нижче правил.

1. Кількість електронів в електронній оболонці атома дорівнює порядковому / атомному номеру хімічного елемента.
2. Кількість енергетичних рівнів / електронних шарів в електронній оболонці атома відповідає номеру періоду, в якому хімічний елемент розміщений у періодичній таблиці.
3. У кожного атома заповнення енергетичних рівнів електронами починається з 1-го енергетичного рівня. Він має лише один s -підрівень, на якому не може бути більше 2 електронів.
4. Після заповнення 1-го енергетичного рівня електрони заповнюють 2-й енергетичний рівень. Спочатку двома електронами заповнюється s -підрівень другого енергетичного рівня, після чого електронами заповнюється p -підрівень, на якому можуть перебувати від 1 до 6 електронів.
5. Максимальна кількість електронів на другому енергетичному рівні — вісім.
6. За розглянутими вище правилами розпочинається заповнення електронами третього енергетичного рівня електронної оболонки атомів хімічних елементів 3-го періоду. У хімічних елементів 3-го періоду його d -підрівень лишається незаповненим електронами.

Пригадай, що на d -підрівні можуть перебувати від 1 до 10 електронів. Його заповнення починається у Скандію Sc (порядковий номер 21) і закінчується у Цинку Zn (порядковий номер 30). Усе це елементи 4-го періоду, будову атомів яких ти вивчатимеш у профільній школі.



Завдання. Потренуйтеся складати електронні формули атомів і застосовувати їх для характеристики будови електронної оболонки атома.

1. Дотримуючись розглянутих загальних правил, напишіть і прочитайте електронні формули Гідрогену, Гелію, Літію, Нітрогену, Оксигену, Натрію, Сульфору й Аргону.
2. Назвіть, які з них мають однакову кількість енергетичних рівнів.
3. Назвіть елементи з однаковою кількістю електронів на p -підрівнях.
4. Назвіть кількість електронів на внутрішньому енергетичному рівні кожного атома. Чи відрізняються розглянуті елементи за їх кількістю?
5. Сформулюйте висновок про те, якою є кількість електронів на 1-му енергетичному рівні.
6. Проаналізуйте електронні формули та зазначте, в атомах яких елементів 2-й енергетичний рівень максимально заповнений.
7. З'ясуйте, у якого з досліджуваних елементів p -підрівень усіх енергетичних рівнів максимально заповнений електронами.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРОНІВ ЗА ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РІВНЯМИ

Завдання 1. Перевір правильність відповідей учнів на завдання, наведені в таблиці 23. Порівняй їх зі своїми відповідями.

Таблиця 23

Номер	Запитання й завдання	Відповідь гіпотетичного учня/учениці	Твоя відповідь
1	Як, користуючись періодичною таблицею, визначити кількість енергетичних рівнів в електронній оболонці атома?	Потрібно подивитись, у якій групі періодичної таблиці розташований елемент	
2	Як дізнатись про кількість електронів в електронній оболонці атома?	Потрібно подивитись, який порядковий номер хімічного елемента у періодичній таблиці	
3	На якому енергетичному рівні перебувають електрони з більшим запасом енергії — на другому чи на третьому?	Електрони з більшим запасом енергії перебувають на другому енергетичному рівні	
4	Скільки електронів на p -орбіталях в атома Фосфору?	Дев'ять	
5	Напиши електронну формулу атома Магнію	$_{12}\text{Mg } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	

Завдання 2. Доведи відповідями на запитання, що вмієш характеризувати розподіл електронів в атомах перших 20 хімічних елементів періодичної таблиці. Відповіді супроводжуй записом відповідних електронних формул.

- 2.1. У Літію чи Натрію всі електрони розташовані лише на s-підрівнях?
- 2.2. Атом Гідрогену чи Нітрогену має один енергетичний рівень?
- 2.3. Однакову чи різну кількість енергетичних рівнів мають Оксиген і Неон?
- 2.4. Електронна конфігурація якого хімічного елемента має закінчення ...3s²3p⁴?

ТОБІ ДО СНАГИ

1. Сформулюй визначення понять: атомна орбіталь, енергетичний рівень, енергетичний підрівень, електронна формула.
2. Яку інформацію про будову електронної оболонки атома можна отримати з електронної формули атома?
3. В електронній оболонці атома три енергетичні рівні. На зовнішньому енергетичному рівні знаходиться 8 електронів. Назви хімічний елемент, напиши його електронну формулу.
4. В електронній конфігурації атома 6 електронів розміщені на s-орбіталях і 8 на p-орбіталях. За цією інформацією віднови і запиши електронну формулу атома. Назви хімічний елемент.
5. Електронна формула має закінчення ...4s¹ у атома з порядковим номером...
 - А 4
 - Б 9
 - В 11
 - Г 19
6. Укажи якомога більше ознак, за якими укладено перелік хімічних елементів: Нітроген, Оксиген, Флуор.
7. За зразком завдань рубрики «Нумо досліджувати» склади 3–4 умови завдань і презентуй їх класу в самостійно обраний спосіб для виконання.



§ 30

ЕЛЕКТРОННІ ОБОЛОНКИ АТОМІВ І ВЛАСТИВОСТІ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

- З переліку формул випиши окремо формули простих речовин, розподіли їх на метали і неметали:
NH₃, HCl, CuO, Cu, Cl₂, S, H₂S, K, H₂, Ca, H₂O, Fe.
- Які властивості металів тобі відомі? Наведи приклади.
- Сформулюй означення основ і наведи приклади.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Із 7 класу тобі відомо, що горизонтальні рядки хімічних елементів періодичної таблиці називають періодами, а вертикальні стовпці — групами. А чи замислювався / замислювалася ти, за якими характеристиками здійснено розподіл хімічних елементів на періоди та групи? Випадковість це чи закономірність?



Формулюємо навчальну проблему та розв'язуємо її

Чим зумовлене розміщення елементів в одному періоді, одній групі?

Гіпотеза: розміщення елементів в одному періоді, одній групі зумовлене схожою будовою електронних оболонок атомів.

Перевірку гіпотези розпочніть із виконання завдання групової роботи.



Завдання. Заповнить таблицю 24 відповідною науковою інформацією про хімічні елементи, якими починаються періоди періодичної таблиці, проаналізуйте її та сформулюйте відповіді на запитання після таблиці.

Таблиця 24

Відомості про хімічні елементи 2-го періоду

Хімічний елемент (назва і символ)	Заряд ядра	Електронна формула	Кількість		
			електронів в атомі	енергетичних рівнів	електронів на зовнішньому енергетичному рівні

1. Як змінюється заряд ядра атома у хімічних елементів другого періоду із збільшенням протонного числа?
2. Що спільного й відмінного в будові електронної оболонки атомів елементів другого періоду?
3. В якого хімічного елемента другого періоду найменше електронів на зовнішньому енергетичному рівні, а в якого найбільше?

ПРОСТІ РЕЧОВИНИ, УТВОРЕНІ ХІМІЧНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ДРУГОГО ПЕРІОДУ. Отже, як ти з'ясував / з'ясувала, до другого періоду належать такі хімічні елементи: Літій Li, Берилій Be, Бор В, Карбон С, Нітроген N, Оксиген О, Флуор F, Неон Ne. Їхні атоми мають *два енергетичні рівні*, внутрішній енергетичний рівень заповнений в атомах усіх цих хімічних елементів. Зміни відбуваються в зовнішньому енергетичному рівні — кожний наступний хімічний елемент у структурі атома має на 1 електрон більше, ніж попередній.

Завдання 1. Сформулюй висновок, чи змінюються властивості простих речовин, утворених атомами елементів другого періоду, опрацювавши наведену далі інформацію.

Хімічні елементи Літій Li і Берилій Be утворюють метали літій і берилій (мал. 46). Вони мають металічний блиск, тепло- й електропровідні, пластичні. Решта елементів другого періоду існують у вигляді простих речовин неметалів (бор В, вуглець С (графіт, алмаз), азот N₂, кисень O₂ та озон O₃, фтор F₂, неон Ne) (мал. 46).



Літій



Берилій



Бор



Графіт



Азот (рідкий)



Фтор



Кисень, озон, неон

Мал. 46. Прості речовини, утворені хімічними елементами другого періоду

У хімічних реакціях літій — активніший метал, ніж берилій. Серед неметалів цього періоду й загалом серед усіх неметалів найактивніший фтор. Отже, зі збільшенням кількості електронів на зовнішньому енергетичному рівні атома металічні властивості хімічних елементів друго-

го періоду послаблюються, а неметалічні посилюються. Виявлена зміна металічних і неметалічних властивостей простих речовин, утворених елементами одного періоду, справджується для хімічних елементів інших періодів. Але є виняток, він стосується неметалічних елементів, якими закінчуються періоди.

ІНЕРТНІ ХІМІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ. У періодичній таблиці періоди закінчуються такими елементами: Гелій He, Неон Ne, Аргон Ar, Криптон Kr, Ксенон Xe, Радон Rn. Знайди їх у періодичній таблиці й переконайся, що це так і що вони утворюють один вертикальний стовпчик — групу хімічних елементів, назва якої — **інертні хімічні елементи**. Слово «інертний» українською означає «неактивний».

Завдання 2. Відшукай синоніми до слова «інертний».

Завдання 3. Визнач номер групи інертних хімічних елементів у довгій та короткій формах періодичної таблиці.

Завдання 4. Напиши електронні формули Гелію, Неону, Аргону і знайди спільне в будові зовнішніх енергетичних рівнів атомів цих хімічних елементів.

Наявність на зовнішньому енергетичному рівні восьми електронів властива всім інертним елементам (виняток — Гелій). Це дає підстави записати електронну формулу зовнішнього енергетичного рівня інертних хімічних елементів у загальному вигляді так:

$$\dots ns^2 np^6$$

(n — номер енергетичного рівня)

Зовнішній енергетичний рівень із 8 електронів називають **завершеним енергетичним рівнем**. Елементом із таким зовнішнім енергетичним рівнем немає потреби його завершувати, як це відбувається з іншими хімічними елементами під час хімічних реакцій.

Завершений зовнішній енергетичний рівень зумовлює хімічну пасивність простих речовин, утворених інертними хімічними елементами. З цієї причини вченим тривалий час не вдавалося добути сполуки, у складі яких є їхні атоми.

Інертні хімічні елементи утворюють прості речовини: гелій He, неон Ne, аргон Ar, криптон Kr, ксенон Xe, радон Rn, які мають одноатомний склад молекул. Це безбарвні гази, без запаху і кольору, малорозчинні у воді, хімічно інертні.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

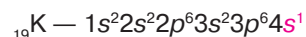
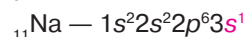
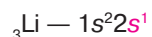
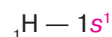
БУДОВУ АТОМІВ ТА ВЛАС-
ТИВОСТІ ПРОСТИХ РЕЧО-
ВИН, УТВОРЕНИХ АТОМАМИ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ЯКИМИ
РОЗПОЧИНАЮТЬСЯ ПЕРІОДИ

Завдання 1. Уклади перелік із назв і символів елементів, розташованих першими у періодах. (Усі символи, крім Гідрогену, вимовляються, як назви хімічних елементів.)

Завдання 2. З'ясуй номер групи, в якій розміщені хімічні елементи зі складеного тобою переліку, у періодичній таблиці довгої і короткої форми.

Завдання 3. З'ясуй, як розміщення неметалічного елемента Гідрогену та металічних елементів Літію, Натрію, Калію, Рубідію, Цезію, Францію на початку періоду і в одній групі пов'язане з будовою електронної оболонки їхніх атомів.

Гіпотеза: розміщення хімічних елементів в одній групі періодичної таблиці зумовлене наявністю спільних характеристик у будові електронної оболонки їхніх атомів. Для перевірки гіпотези проаналізуй наведені нижче електронні формули Гідрогену, Літію, Натрію, Калію і порівняй будову їхніх електронних оболонок.



Що спільного в будові атомів досліджених хімічних елементів?

Завдання 4. За результатами порівняння сформулюй **ВИСНОВОК** про причиново-наслідковий зв'язок між будовою цих атомів та їхнім місцем у періодичній таблиці.

Однакову будову зовнішнього енергетичного рівня елементів першої групи можна передати таким записом:



(n — номер енергетичного рівня)

Отже, досліджені елементи об'єднано у групу під номером один не випадково, а на підставі однакової будови зовнішнього енергетичного рівня (наявності на ньому одного електрона).

Встановлена тобою закономірність стосується всіх металічних хімічних елементів першої групи. Їх називають **лужними хімічними елементами**, а утворені ними прості речовини — **лужними металами**. Термін походить від слова «луги» — таку загальну назву мають розчинні у воді основи. Саме вони утворюються під час взаємодії лужних металів або їхніх оксидів з водою.

Окрім однакової будови зовнішнього енергетичного рівня, утворені хімічними елементами першої групи прості речовини — літій, натрій, калій, цезій, стронцій і радій — схожі за фізичними властивостями.

Це легкі метали сріблясто-білого (цезій — золотисто-жовтого) кольору з яскраво вираженим металічним блиском, легкоплавкі, з високою теплопровідністю й електропровідністю. Вони настільки м'які, що легко ріжуться ножом (мал. 47).



Мал. 47. Натрій — м'який метал



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

Лужні метали — надзвичайно активні прості речовини. За звичайних умов вони легко взаємодіють з водою, киснем, багатьма іншими неметалами (мал. 48).



а



б

Мал. 48. Хімічні властивості лужних металів: а — реакція натрію з киснем, б — горіння натрію в сірці

Через високу хімічну активність вони не можуть зберігатися на повітрі, бо відразу вступають у хімічні реакції з киснем або водяною паром, що містяться в повітрі. Тому лужні метали зберігають під шаром гасу або олії (мал. 49), із суворим дотриманням правил протипожежної безпеки.

У жодному разі лужні метали не можна брати руками без рукавичок.

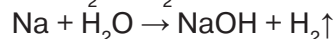
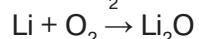
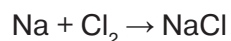


Мал. 49. Зберігання натрію під шаром гасу



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Назви характеристики, за якою хімічні елементи об'єднують в один період.
2. Що спільного в будові атомів Натрію і Хлору?
3. Назви характеристики, за якою хімічні елементи об'єднують в одну групу.
4. Що спільного в будові атомів Гідрогену і Натрію?
5. Які хімічні елементи називають інертними, а які — лужними? Наведи приклади.
6. Напиши рівняння хімічних реакцій лужних металів з неметалами та водою за наведеними схемами.



7. Наведи якомога більше спільних характеристик хімічних елементів Літію, Натрію, Калію.



8. Склади опис хімічних елементів, розташованих передостанніми у періодах. Ці елементи мають загальну назву — **галогени**. Галоген означає «солеутворювач», оскільки утворені ними прості речовини взаємодіють з металами з утворенням солей, наприклад відомої тобі кухонної солі (натрій хлориду NaCl).

В описі зазнач:

- 1) назви і символи галогенів;
- 2) електронні конфігурації атомів Флуору і Хлору;
- 3) спільні та відмінні риси в будові електронних оболонок Флуору і Хлору;
- 4) номер групи у періодичній таблиці, в яких розташовані Флуор, Хлор та інші галогени;
- 5) запиши назви і формули простих речовин, утворених галогенами;
- 6) відшукай інформацію про фізичні властивості галогенів, зроби колаж і презентуй його учнівству свого класу;
- 7) сформулюй **ВИСНОВОК**, чи поширюється на галогени закономірність, виявлена для лужних хімічних елементів щодо залежності будови електронної оболонки атома від місця хімічного елемента у періодичній таблиці.



§ 31

ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН, ЙОГО ЗНАЧЕННЯ

- Пригадай і сформулюй закон збереження маси в хімічних реакціях.
- Назви відомі властивості лужних та інертних хімічних елементів.
- Що означає: класифікувати об'єкти? Наведи приклади відомих тобі класифікацій у природничих науках.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Кожна наука має свої закони. Тобі вже відомий закон збереження маси в хімічних реакціях, без дотримання якого не можна правильно написати / скласти хімічні рівняння. У цьому параграфі йтиметься про **періодичний закон**, який пояснює існування періодичної залежності між зарядом ядра атомів і властивостями хімічних елементів. До відкриття цього закону дослідників спонукали: розвиток хімії; результати досліджень будови атома; відкриття нових хімічних елементів; потреба в науковій класифікації відомих та передбаченні існування й відкриття нових хімічних елементів.

СУЧАСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОГО ЗАКОНУ



Періодичний закон: властивості хімічних елементів перебувають у періодичній залежності від заряду атомних ядер.

З'ясуємо, що означає термін «періодична залежність». За словниковим тлумаченням *період* — це проміжок, протягом якого повторюється якийсь процес. У періодичній таблиці хімічних елементів такі проміжки існують, їх також називають *періодами*. Кожен з них починається лужним елементом (винятком є перший період, який починається Гідрогеном), а закінчується інертним хімічним елементом. Процес, який повторюється у кожному періоді, — це поступове зменшення металічних і збільшення неметалічних властивостей хімічних елементів.

Зміна властивостей елементів у межах одного періоду триває доти, доки не з'являється елемент, що має завершений зовнішній енергетичний рівень. До таких належать інертні хімічні елементи. Так, перший період закінчується інертним хімічним елементом Гелієм. Зовнішній енергетичний рівень його атома містить 2 електрони і є завершеним. Наступним після нього елементом — Літієм починається другий період. У розташованого в кінці цього періоду інертного хімічного елемента — Неону на зовнішньому енергетичному рівні міститься 8 електронів. Наступний після Неону хімічний елемент — Натрій розпочинає новий період періодичної таблиці.

ПРИКЛАДИ ПРОЯВУ ПЕРІОДИЧНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. Розглянемо прояв періодичної залежності властивостей елементів від зарядів атомних ядер на прикладі лужних хімічних елементів. Літій (Li) має порядковий / атомний номер 3, заряд ядра +3 і розміщений у першій групі другого періоду. Наступний лужний хімічний елемент — Натрій (Na) — має порядковий / атомний номер 11, заряд ядра +11, також розміщений у першій групі, але третього періоду. Спільні з ними властивості має хімічний елемент під номером 19 — Калій (K) (заряд ядра +19). Як бачимо, схожий за властивостями лужний хімічний елемент з'являється через 8 елементів. Якби ми продовжили розглядати решту лужних хімічних елементів, то виявили б, що спільні з Літієм, Натрієм і Калієм властивості через більші проміжки періодично повторюють Рубідій (Rb), Цезій (Cs), Францій (Fr).



Завдання. З'ясуйте, як періодична зміна властивостей хімічних елементів пов'язана з будовою електронної оболонки атома. Для цього пригадайте, напишіть і порівняйте електронні формули трьох лужних хімічних елементів. Що спільного в будові електронної оболонки їхніх атомів?

У хімічних елементів, розміщених за зростанням зарядів атомних ядер, періодичне повторення подібних властивостей настає тоді, коли з'являється елемент, зовнішній енергетичний рівень якого має однакову електронну конфігурацію з елементом попереднього періоду.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

ПЕРІОДИЧНІСТЬ ПОВТОРЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІНЕРТНИХ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Завдання 1. З'ясуй, з якою періодичністю в таблиці з'являються інертні хімічні елементи і відбувається періодичне повторення характерних для них властивостей.

Завдання 2. На основі будови зовнішнього енергетичного рівня електронної оболонки атомів інертних хімічних елементів поясни причину періодичного повторення їхніх властивостей.

Завдання 3. Поміркуй, чи може періодична залежність порушитись. На чому ґрунтується твоя відповідь?

Завдання 4. Сформулюй **ВИСНОВОК** про те, чим зумовлена схожість властивостей інертних хімічних елементів.

УНІВЕРСАЛЬНІСТЬ СУЧАСНОГО ФОРМУЛЮВАННЯ ПЕРІОДИЧНОГО ЗАКОНУ. Для більшості хімічних елементів, розташованих у періодичній таблиці за збільшенням порядкового / атомного номера, кожний наступний елемент має більшу відносну атомну масу. Проте існують винятки.

Завдання 1. На прикладі хімічних елементів другого періоду проаналізуй, як у них змінюється відносна атомна маса зі збільшенням заряду атомних ядер.

До відкриття будови атома періодичність зміни властивостей хімічних елементів пов'язували зі збільшенням відносної атомної маси, яка на той час була єдиною відомою постійною характеристикою хімічних елементів. Проте відносна атомна маса Аргону більша, ніж Калію, але він розташований у періодичній таблиці попереду Калію, а не навпаки (мал. 50).

Ar 18 39,948 Аргон	K 19 39,098 Калій	27 Co 58,933 Кобальт	28 Ni 58,69 Нікел
Te 52 127,60 Телур	I 53 126,904 Йод	90 Th 232,038 Торій	91 Pa 231,036 Протактиній

Мал. 50. Приклади хімічних елементів, розташованих у періодичній таблиці не за збільшенням атомної маси

Якщо Калій розташувати вісімнадцятим, а Аргон дев'ятнадцятим, то інертний хімічний елемент Аргон опиниться у групі хімічно активних лужних елементів, тоді як металічний елемент Натрій потрапить у групу неметалічних хімічних елементів. Щоб не порушувалась періодичність властивостей елементів, подібні перестановки було зроблено в періодичній таблиці для деяких інших елементів (мал. 50).

Завдяки дослідженням англійського фізика Генрі Мозлі (1887–1915) встановлено, що всі хімічні елементи без жодного винятку розміщені в періодичній системі за зростанням позитивного заряду ядер їхніх атомів. Тобто було доведено, що порядковий / атомний номер елемента в періодичній таблиці збігається з числовим значенням позитивного заряду ядра атома (протонним числом).

ЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОГО ЗАКОНУ. Періодичний закон — один з основних законів природи, що має значення для багатьох галузей знань та практики. Завдяки відкриттю закону було встановлено взаємозв'язок між поняттями хімічний елемент і проста речовина, науково пояснено факти подібності властивостей хімічних елементів однієї групи, стало реальним наукове прогнозування існування і відкриття нових хімічних елементів. Завдяки періодичному закону з'явився напрямок досліджень, що дає змогу науковцям створювати нові хімічні елементи, яких немає в природі. Відносна атомна маса штучно створених елементів наведена у періодичній таблиці у квадратних дужках. Штучні елементи синтезують у лабораторіях за допомогою ядерних реакцій. Цим займаються дослідники з ядерної фізики.

**IUPAC**INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

та прикладної хімії (IUPAC), створений у 1919 році з метою сприяння розвитку хімії як науки. Він бере до розгляду запропоновані відкривачами елемента назву і символ, організовує їх публічне обговорення, ухвалює остаточне рішення щодо назви та символу відкритого / штучно добутого хімічного елемента.

**Медіапошук**

Поринь у світ відкриття хімічних елементів. Для цього в різних інформаційних джерелах відшукай відомості про відкриття існуючих у природі та штучно добутих хімічних елементів. У самостійно обраний спосіб презентуй віднайдені тобою відомості учнівству.

Періодичний закон підтверджує загальні закони розвитку природи, наприклад закон єдності і боротьби протилежностей. У фізиці прикладом дії цього закону є рух і спокій, притягування і відштовхування різноимених зарядів, у хімії — існування в електронейтральному атомі позитивно зарядженого ядра та негативно заряджених електронів.

Закон переходу кількісних змін у якісні також є одним із законів природи. Його суть полягає в тому, що будь-який процес розвитку відбувається зі збільшенням до певної межі кількісних змін, після чого обов'язково настають якісні зміни. Приклад дії цього закону ілюструють зміни будови атомів, що зумовлюють існування елементів зі схожими властивостями.

Завдання 2. Поміркуй і на прикладі періодичної залежності властивостей хімічних елементів від зарядів атомних ядер наведи підтвердження прояву закону переходу кількісних змін у якісні.

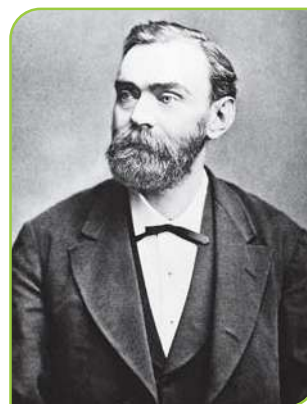
Нині сфера дії періодичного закону — увесь Всесвіт. Як показали дослідження Космосу, на інших небесних тілах існують одні й ті самі хімічні елементи, що й на Землі.

У періодичного закону на відміну від багатьох природничих законів відсутнє кількісне вираження у вигляді математичної формули чи рівняння. Натомість він відображений у вигляді періодичної таблиці хімічних елементів, яка дає змогу ученим планувати і здійснювати науково-природничі дослідження, є незамінним наочним посібником для всіх, хто здобуває хімічну освіту. Якщо у майбутньому ти працюватимеш з використанням природничих знань, періодичний закон і періодична таблиця знадобляться тобі неодноразово.

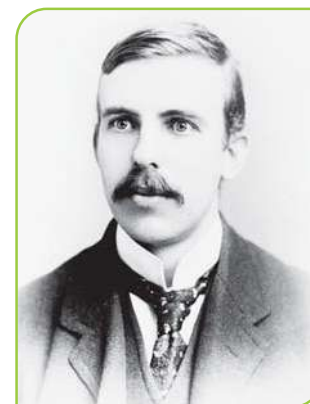
**ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ**

Найвищою нагородою за наукові досягнення є Нобелівська премія. Її заснував винахідник вибухових речовин і власник багатьох заводів з їх виробництва, шведський хімік і бізнесмен Альфред Нобель (1833–1896). Свій капітал у 9 мільйонів доларів він заповів людству. У складеному заповіті було зазначено, що відсотки з його капіталу щорічно мають використовуватися на преміювання людей, котрі впродовж попереднього року принесли найбільшу користь людству своїми видатними відкриттями у фізиці, хімії, фізіології та медицині, літературі, встановленні миру. Особливим бажанням Альфреда Нобеля було те, щоб враховували досягнення і не зважали на національність кандидатів на премію.

Одними з перших лауреатами Нобелівської премії стали відкривачі будови атома Ернест Резерфорд (1908 р.) і Марія Склодовська-Кюрі, яка отримала Нобелівську премію двічі — у 1903 р. з фізики і в 1911 р. — з хімії. Марія Склодовська-Кюрі, яка відкрила хімічні елементи Радій і Полоній, була першою в світі жінкою-професоркою.



Альфред Нобель



Ернест Резерфорд



Марія Склодовська-Кюрі



Дороті Ходжкін

Нобелівською лауреаткою з хімії у 1964 році стала британська дослідниця Дороті Ходжкін (1910–1994) «за визначення за допомогою рентгенівських променів структур біологічно активних речовин» — інсуліну і вітаміну В12. Результати її досліджень мали величезний вплив на біохімію та медицину.

Завдання. З доступних інформаційних джерел дізнайся про життєвий шлях Марії Склодовської-Кюрі і підготуй стисле повідомлення для учнівства класу.



ТОБІ ДО СПАГИ

1. Сформулюй періодичний закон. Наведи приклади прояву хімічними елементами періодичної залежності властивостей, поясни, як вона узгоджується з будовою електронної оболонки атомів.
2. Що сприяло відкриттю періодичного закону?
3. Наведи приклад хімічного елемента, що має властивості: а) схожі з Натрієм; б) схожі з Хлором.
4. Доведи, що збільшення кількості електронів на зовнішньому енергетичному рівні електронної оболонки атомів приводить до якісних змін у властивостях хімічних елементів.
5. Яке значення періодичного закону для сучасного природознавства, в чому проявляється прогностична функція закону?
6. Підготуй цікаву і доступну для сприйняття молодшими за тебе учнями інформацію про відкриття та назви хімічних елементів. В обраний тобою спосіб ознайом з нею молодше учнівство.



§ 32

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ЇЇ ГРАФІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ

- Пригадай із 7 класу, які відомості про хімічний елемент можна отримати з періодичної таблиці? Відповідь побудуй на прикладі конкретного хімічного елемента.
- Назви відомі тобі із 7 класу складники періодичної таблиці, наведи приклади.
- Що спільного в будові електронних оболонок атомів хімічних елементів: а) другого періоду; б) першої групи?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ ПРО ПЕРІОДИЧНУ СИСТЕМУ. Системою в науці називають єдине ціле, утворене з окремих, взаємопов'язаних складників / елементів. Підсистемою називають складову частину системи, яка теж є системою.

Одиничними / елементарними складниками періодичної системи є 118 хімічних елементів, а підсистемами — періоди і групи.



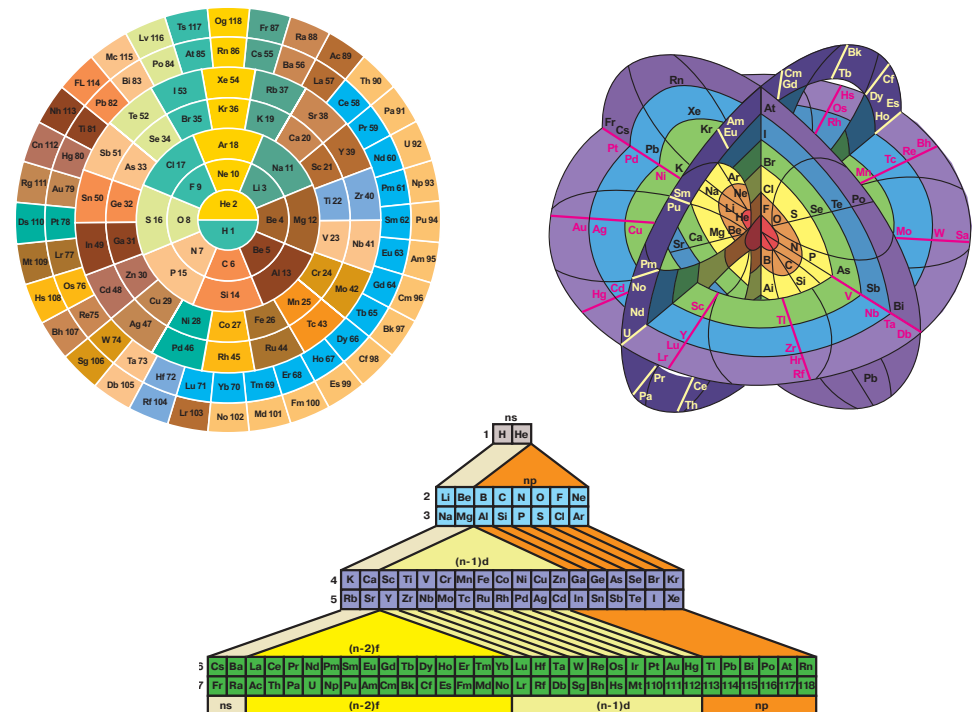
Періодична система — це сукупність хімічних елементів, розташованих за зростанням зарядів атомних ядер. Цілісність періодичної системи зумовлена стійкими зв'язками між елементами в межах підсистем (періодів і груп), у яких вони розташовані.

Закономірна пов'язаність хімічних елементів як складників періодичної системи простежується між:

- будовою атома і місцем елемента в системі;
- кількістю енергетичних рівнів в електронній оболонці атома і періодом;
- кількістю електронів на зовнішньому енергетичному рівні й групою;
- місцем елемента у періодичній системі та його властивостями.

Усі складники періодичної системи є невід'ємними її частинами. Якщо вилучити один з них, системність порушиться.

ГРАФІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. Вчені пропонували різне графічне представлення періодичної системи — у вигляді геометричних фігур, спіралі (мал. 51).



Мал. 51. Деякі форми періодичної таблиці

Найчастіше використовують дві табличні форми — коротку (див. перший форзац) і довгу (див. другий форзац). ІЮПАК рекомендує використовувати довгу форму. У навчальних закладах України часто користуються короткою формою.

Періодична таблиця — графічне представлення періодичної системи хімічних елементів у формі таблиці.

У періодичній таблиці довгої і короткої форм розподіл елементів здійснено за *періодами* і *групами*.

Період — горизонтальний ряд елементів, який розпочинається лужним металічним елементом і закінчується інертним елементом (мал. 52). Виняток становить перший період (починається неметалічним елементом Гідрогеном).

2	2	Li Літій 6,941	3	Be Берилій 9,012	4	B Бор 10,81	5	C Карбон 12,011	6	N Нітроген 14,0067	7	O Оксиген 15,999	8	F Флуор 18,998	9	Ne Неон 20,180	10
---	---	----------------------	---	------------------------	---	-------------------	---	-----------------------	---	--------------------------	---	------------------------	---	----------------------	---	----------------------	----

Мал. 52. Другий період короткої форми періодичної таблиці

Група — це вертикальний стовпець елементів, подібних за властивостями та формою їхніх сполук (мал. 53).

16		
16,0 O Оксиген 8	32,1 S Супльфу 16	79,0 Se Селен 34
52,0 Cr Хром 24	95,9 Mo Молібден 42	127,6 Te Телур 52
183,9 W Вольфрам 74	(209) Po Полоній 84	(293) Lv Лівермерій 116

Мал. 53. VI група короткої і 6-та й 16-та групи довгої форм періодичної таблиці

ПЕРІОДИ ЯК ПІДСИСТЕМИ ПЕРІОДИЧНИХ ТАБЛИЦЬ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. Тобі відомо, що у довгій формі періодичної таблиці є сім періодів, позначених арабськими цифрами 1–7. Така сама кількість та однакові позначення періодів наявні у короткій формі періодичної таблиці.

У довгій формі періодичної таблиці хімічних елементів кожному періоду відведено один рядок. Тому в ній поділу періодів на ряди немає.

Перші три періоди короткої форми періодичної таблиці хімічних елементів складаються з одного ряду, решта — з двох. Їх, як і періоди, позначають арабськими цифрами від 1 до 11. Номер ряду записано відразу після номера періоду. Перші три періоди називають малими, і в них номери періоду та ряду збігаються. Періоди 4–7 називають великими.

Завдання 1. Застосуй набуту інформацію про періоди і заповни в зошиті таблицю 25.

Таблиця 25

Номер періоду	Елементи, яким починається і яким завершується період у періодичній таблиці		Кількість елементів у періоді	
	Довга форма	Коротка форма	Довга форма	Коротка форма
1				
2				
3				
4				

ГРУПИ ЯК ПІДСИСТЕМИ ПЕРІОДИЧНИХ ТАБЛИЦЬ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. У довгій формі періодичної таблиці вісімнадцять груп. Вони пронумеровані арабськими цифрами від 1 до 18. У короткій формі періодичної таблиці вісім груп, їх пронумеровано римськими цифрами від I до VIII і поділено на **підгрупи** — **головну** та **побічну**, які розміщені окремими стовпцями. Наприклад: Гідроген і всі чітко під ним розміщені елементи утворюють головну підгрупу, а Купрум Cu і розміщені чітко під ним Аргентум Ag, Аурум Au, Рентгеній Rg — побічну. Зверни увагу, що у складі головних підгруп короткої форми таблиці є елементи і малих, і великих періодів, тоді як у побічних підгрупах розташовані хімічні елементи виключно великих періодів. У довгій формі періодичної таблиці з тих самих елементів, що й головні підгрупи короткої форми таблиці, складаються групи 1, 2, 13–18. Елементи побічних підгруп (коротка форма таблиці) розташовані у групах 3–12 довгої форми періодичної таблиці.

Завдання 2. Відшукай у короткій формі періодичної таблиці другу групу та випиши назви і символи елементів: а) головної підгрупи; б) побічної підгрупи. Знайди, в яких групах довгої форми періодичної таблиці вони розташовані.

Побічна підгрупа VIII групи короткої форми періодичної таблиці особлива тим, що в кожному періоді її представляє не один, а три хімічних елементи, як, наприклад, ${}_{26}\text{Fe}$, ${}_{27}\text{Co}$, ${}_{28}\text{Ni}$ у 4-му періоді.

ЛАНТАНОЇДИ Й АКТИНОЇДИ

Завдання 3. Знайди в періодичних таблицях довгої і короткої форм елемент із порядковим номером 57. Запам'ятай назву і символ елемента.

Лантан La розташований у шостому періоді, групі 3 довгої і побічній підгрупі групи III короткої форми періодичної таблиці. Зверни увагу, що наступний після нього елемент — Гафній має атомний номер 72, а не 58. Це тому, що чотирнадцять хімічних елементів з порядковими номерами 58–71 винесено за межі періодичної таблиці в рядок із назвою «Лантаноїди» (мал. 54). Під ним розміщений ще один рядок елементів із загальною назвою «Актиноїди». У ньому також чотирнадцять елементів з атомними номерами 90–103, яким передують Актиній з атомним номером 89 (мал. 54).

* Лантаноїди	140,1 Ce Церій 58	140,9 Pr Празеодим 59	144,2 Nd Неодим 60	(147) Pm Прометій 61	150,4 Sm Самарій 62	152,0 Eu Європій 63	157,3 Gd Гадоліній 64	158,9 Tb Тербій 65	162,5 Dy Диспрозій 66	164,9 Ho Гольмій 67	167,3 Er Ербій 68	168,9 Tm Тулій 69	173,0 Yb Ітербій 70	175,0 Lu Лютецій 71
** Актиноїди	232,0 Th Торій 90	(231) Pa Протактиній 91	238 U Уран 92	(237) Np Нептуній 93	(244) Pu Плутоній 94	(243) Am Америцій 95	(247) Cm Кюріцій 96	(247) Bk Берклій 97	(249) Cf Каліфорній 98	(252) Es Ейнштейній 99	(257) Fm Фермій 100	(258) Md Менделєвій 101	(259) No Нобелій 102	(260) Lr Лоуренсій 103

Мал. 54. Лантаноїди й актиноїди

Таке розташування 28 хімічних елементів не порушує періодичної залежності і є цілком закономірним, оскільки лантаноїди мають однакову з Лантаном будову зовнішнього енергетичного рівня, а в актиноїдів однакова будова зовнішнього енергетичного рівня з Актинієм.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

БУДОВУ КОРОТКОЇ
І ДОВГОЇ ФОРМ
ПЕРІОДИЧНОЇ ТАБЛИЦІ

Завдання 1. Порівняй довгу і коротку форми періодичної таблиці. Спільні характеристики та відмінності ілюструй конкретними прикладами. Презентуй результати дослідження в зошиті у формі таблиці 26. Можеш користуватися позначеннями + і –, або короткими словами «так», «ні», де це доцільно.

Таблиця 26

Порівняння структури довгої і короткої форм періодичної таблиці

№	Ознаки порівняння	Форма періодичної таблиці	
		Довга	Коротка
1	Усього хімічних елементів		
2	Розташування хімічних елементів за збільшенням зарядів атомних ядер		

№	Ознаки порівняння	Форма періодичної таблиці	
		Довга	Коротка
3	Інформація про хімічний елемент		
4	Наявність періодів		
5	Кількість періодів		
6	Наявність груп		
7	Кількість груп, їх нумерація		
8	Поділ груп елементів на підгрупи, їх назви		

Завдання 2. За результатами порівняння сформулюй **висновок**, що спільного у структурі обох форм періодичної таблиці; які особливості має її коротка форма.



Медіапошук

Із доступних джерел дізнайся про історію відкриття інертних хімічних елементів та визначення їхнього місця у довгій і короткій формах періодичної таблиці. У самостійно обраний спосіб презентуй учнівству результати пошуку.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Що називають періодичною системою? З яких підсистем вона складається?
2. Що спільного та чим відрізняються структури короткої і довгої форм періодичної таблиці?
3. Поясни розташування за межами основної структури періодичної таблиці лантаноїдів та актиноїдів.
4. У яких групах довгої форми періодичної таблиці розташовані хімічні елементи IV групи короткої форми?
5. Чим особливі побічні підгрупи восьмої групи короткої форми періодичної таблиці? У яких групах вони розташовані у довгій формі періодичної таблиці?
6. Назви період і групу, в яких розташовані у довгій і короткій формах періодичної таблиці хімічні елементи: Гідроген, Карбон, Ферум, Йод, Оксиген, Фосфор, Цинк.
7. Знайди у короткій формі періодичної таблиці елементи головної підгрупи шостої групи, назви їх. У якій групі довгої періодичної таблиці вони розташовані?
8. Поясни поділ груп на підгрупи на прикладі сьомої групи короткої форми періодичної таблиці.
9. Сформулюй запитання вікторини на кращого знавця періодичного закону і періодичної таблиці. Стань ініціатором її проведення.





§ 33

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ БУДОВИ АТОМА

- Відшукай у короткій і довгій формах періодичної таблиці хімічний елемент з атомним номером 14. Назви період, групу та підгрупу, в яких він розташований.
- У короткій формі періодичної таблиці знайди і назви елементи п'ятого періоду VIII групи побічної підгрупи. Де вони розташовані у довгій формі періодичної таблиці?
- Поясни, чому Магній розташований у періодичній таблиці перед Натрієм, а не навпаки.

 **Опрацюй**  **Зрозумій**  **Використай**

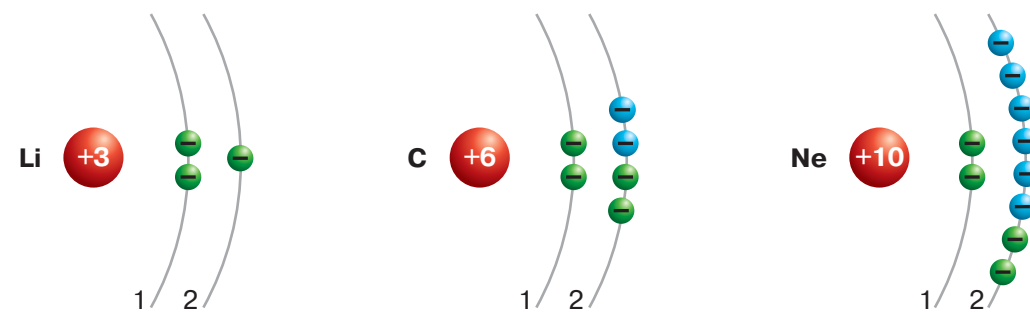
У попередніх параграфах цієї теми неодноразово зверталась увага на зв'язок положення елементів у періодичній системі з будовою атома. Зв'язки дійсно існують, а набутих тобою знань цілком достатньо, щоб цілісно осягнути їх.

ЗВ'ЯЗОК ПОРЯДКОВОГО / АТОМНОГО НОМЕРА ЕЛЕМЕНТА З БУДОВОЮ АТОМА. Порядковий / атомний номер має однакове числове значення із протонним числом. Отже, порядковий номер хімічного елемента збігається з кількістю протонів у ядрі атома й числовим значенням позитивного заряду ядра. Атомному номеру дорівнюють кількість електронів в електронній оболонці атома та числове значення її негативного заряду.

З позиції будови атома порядковий / атомний номер хімічного елемента дорівнює кількості протонів і кількості електронів в атомі, є числовим значенням позитивного заряду ядра й негативно зарядженої електронної оболонки атома.

Завдання 1. На прикладі Нітрогену розкрий зв'язки між порядковим / атомним номером хімічного елемента і будовою атома.

ЗВ'ЯЗОК НОМЕРА ПЕРІОДУ ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ З БУДОВОЮ АТОМА. Кількість енергетичних рівнів / електронних шарів в електронній оболонці атома збігається з номером періоду, в якому розміщений хімічний елемент. Отже, незалежно від кількості електронів в атомі, елементи одного періоду мають однакову кількість енергетичних рівнів. Підтвердження цьому знайди на малюнку 55.



Мал. 55. Моделі атомів хімічних елементів другого періоду

З позиції будови атома номер періоду дорівнює кількості енергетичних рівнів (електронних шарів) в електронній оболонці атома.

Завдання 2. Дай відповідь на запитання і виконай тестове завдання.

- Чи існують елементи з такою кількістю енергетичних рівнів: 1, 4, 8?
- У якого елемента — Феруму, Аргентуму чи Алюмінію — електронна оболонка атома має найменшу кількість енергетичних рівнів?
- Укажи хімічні елементи, атоми яких мають однакову кількість енергетичних рівнів.

- А** Гідроген і Літій
Б Неон і Карбон
В Натрій і Калій
Г Неон і Магній

ЗВ'ЯЗОК НОМЕРА ГРУПИ ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ З БУДОВОЮ АТОМА. У довгій формі періодичної таблиці у групах 1, 2, 13–18 та в головних підгрупах усіх груп короткої форми розміщені елементи, в яких електронами заповнюється зовнішній енергетичний рівень. У межах одного періоду в елементів групи 1 (довга форма таблиці) він містить один електрон, а в елементів групи 18 досягає завершеної 8-електронної будови (винятком є Гелій). Таке саме послідовне заповнення зовнішнього енергетичного рівня електронами спостерігається в межах одного періоду в елементів головних підгруп короткої форми періодичної таблиці.

До складу головних підгруп усіх груп короткої форми та груп 1, 2, 13–18 довгої форми періодичної таблиці входять елементи 1–7 періодів. У них електронами заповнюється зовнішній енергетичний рівень електронної оболонки атомів.

Особливістю елементів, розташованих у головних підгрупах короткої форми таблиці, є те, що в них кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні дорівнює номеру групи.

Побічні підгрупи кожної із восьми груп короткої форми та 3–12 груп довгої форми періодичної таблиці складаються лише з елементів 4–7 періодів. Спільна особливість будови атомів цих елементів полягає в тому, що електронами заповнюється не зовнішній енергетичний рівень (на ньому перебуває не більше 1–3 електронів, є винятки), а один із попередніх рівнів.

Завдання 3. Дай відповідь на запитання.

1. У якій групі й підгрупі короткої форми періодичної таблиці розташовані елементи, що утворюють 17-ту групу довгої форми? Що спільного у будові атомів цих елементів?
2. Як без запису електронної формули атома визначити кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні хімічного елемента головної підгрупи?
3. Як без запису електронної формули атома дізнатись, однакову чи різну будову має зовнішній енергетичний рівень Хлору і Марганцю?
4. Скільки електронів на зовнішньому енергетичному рівні у Карбону, Флуору, Аргону?

ЯК ТЕОРІЯ БУДОВИ АТОМА ПОЯСНЮЄ РОЗТАШУВАННЯ В ПЕРІОДИЧНІЙ ТАБЛИЦІ ЛАНТАНОЇДІВ ТА АКТИНОЇДІВ? Атомний номер Лантану і номер періоду, в якому цей елемент розміщений, вказують, що 57 електронів його атома розміщені на шести енергетичних рівнях. На зовнішньому енергетичному рівні електронної оболонки Лантану міститься три електрони. Не вдаючись до написання всієї електронної конфігурації атома Лантану, запишемо лише її закінчення — $6s^26p^1$. У винесених за межі періодичної таблиці лантаноїдів така сама будова зовнішнього енергетичного рівня, і схожі з Лантаном властивості. Ось чому в клітинці таблиці з атомним номером 57 зірочкою помічено і їхнє «право» на це місце. У них зберігається однакова з Лантаном будова зовнішнього енергетичного рівня, електронами заповнюється $4f$ -підрівень.

Подібно до Лантану і лантаноїдів, актиноїди мають однакову з Активієм будову зовнішнього енергетичного рівня — $7s^27p^1$, а електронами заповнюється $5f$ -підрівень.

Розкрита у параграфі наукова інформація переконливо свідчить, що випадковостей у розташуванні хімічних елементів у періодичній таблиці не існує, як не існує й відступів від періодичності зміни властивостей хімічних елементів, розташованих у ній за збільшенням заряду ядра.

Місце хімічного елемента в періодичній таблиці дає змогу вичерпно характеризувати будову його атома.

Завдання 4. Дай відповідь на запитання.

1. Чому елементи з атомними номерами від 58 до 71 називали лантаноїдами, а елементи з атомними номерами від 90 до 103 — актиноїдами?
2. Як теорія будови атома трактує заповнення електронами енергетичних рівнів лантаноїдів та актиноїдів?

ХАРАКТЕРИСТИКА ХІМІЧНОГО ЕЛЕМЕНТА ЗА МІСЦЕМ У ПЕРІОДИЧНІЙ ТАБЛИЦІ Й БУДОВОЮ АТОМА. Хімічні елементи легко характеризувати, знаючи й розуміючи, що місце хімічного елемента у періодичній системі зумовлене будовою його атома. Переконайся в цьому, виконавши завдання у групі.



Завдання. Складіть за наведеним у таблиці 27 планом характеристики Нітрогену, Магнію, Неону.

Таблиця 27

Характеристика хімічного елемента за місцем у періодичній системі та будовою атома

План характеристики хімічного елемента	Елемент		
	Нітроген	Магній	Неон
Місце елемента у періодичній системі			
1. Порядковий / атомний номер			
2. Відносна атомна маса			
3. Період: а) період і ряд короткої форми періодичної таблиці б) період довгої форми періодичної таблиці			
4. Група: а) група, підгрупа короткої форми таблиці б) група довгої форми таблиці			
Будова атома			
5. Кількість протонів, нейтронів у ядрі			
6. Заряд ядра			
7. Кількість електронів в електронній оболонці атома, їхній сумарний негативний заряд			

План характеристики хімічного елемента	Елемент		
	Нітроген	Магній	Неон
8. Кількість енергетичних рівнів в електронній оболонці атома			
9. Електронна формула атома			
10. Кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні			
11. Завершений чи незавершений зовнішній енергетичний рівень електронної оболонки атома? Скільки електронів не вистачає до його завершення?			

Завдання 5. Виконай завдання і дай відповідь на запитання.

1. Напиши електронні формули атомів елементів 1, 2, 13–18 груп третього періоду. З'ясуй, як змінюється кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні зі збільшенням атомного номера. Зазнач групи і підгрупи короткої форми періодичної таблиці, в яких розміщені ці елементи.
2. Порівняй будову зовнішнього енергетичного рівня:
 - Гідрогену й Гелію;
 - Гідрогену й Літію.
 Скільки електронів не вистачає до завершення зовнішнього енергетичного рівня кожному атому?



Медіапошук

Здійсни віртуальну екскурсію до музею Марії Склодовської-Кюрі у Парижі, скориставшись покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/tKVuU> чи QR-кодом.



ТОБІ ДО СПАГИ

1. Поясни, чи може бути в атомі:
 - ✓ більше електронів, ніж протонів;
 - ✓ більше нейтронів, ніж протонів.
2. Розташуй хімічні елементи за збільшенням кількості енергетичних рівнів в електронній оболонці атома.

А Ферум
Б Алюміній
В Гідроген
Г Оксиген

3. У відповідь на хімічний елемент і заряд ядра його атома.

Хімічний елемент

Заряд ядра

1 Бор	А +80
2 Кальцій	Б +54
3 Бром	В +35
4 Ксенон	Г +20
	Д +5

4. Поясни, що означає порядковий / атомний номер хімічного елемента з позиції будови атома.
5. Перевір правильність наведеного тексту: «У короткій формі періодичної таблиці Аргон розміщений у восьмому періоді, третій групі, побічній підгрупі». Якщо виявиш помилку, виправ її.
6. Запиши період і групу довгої форми періодичної таблиці, в яких розташовані: Флуор, Калій, Купрум.
7. Склади характеристику Карбону за місцем у періодичній системі і будовою атома.
8. Разом з іншими представниками / представницями твоєї навчальної групи підготуй завдання для проведення групового турніру «Періодична система з позиції будови атома».



§ 34 САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 3 «ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА»

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



<https://qr.orioncentr.com.ua/mPWB9>

Завдання 2. Якщо у тебе немає можливості роздрукувати шаблон із завдання 1, то створи його самостійно у зошиті. Для цього проаналізуй схеми на с. 170, 171, 172 і на їх основі намалюй таблицю із трьома варіантами оцінки: «Так», «Частково», «Ні».





Завдання 3. Оціни свої досягнення в пізнанні хімії. Для цього у створеній тобою таблиці вибери один із трьох варіантів оцінки.

Завдання 4. Для оцінки своєї роботи в групі на основі схеми створи у зошиті ще одну таблицю із трьома варіантами оцінки: «Завжди», «Часто», «Інколи».



Завдання 4. Запиши в зошиті відповідь на запитання: «Наскільки корисною була для тебе співпраця в групі? Чим саме?».

Завдання 5. Запиши в зошиті, що цікавого й корисного ти дізнався / дізналася, опрацювавши цю тему. Де і з якою метою ти зможеш використати набуті знання? Порівняй свої відповіді з відповідями однокласників / однокласниць.

Завдання 6. Пригадай і запиши в зошиті своє найбільше досягнення під час вивчення теми «Досліджуємо будову атома».

Завдання 7. Запиши в зошиті власні пропозиції щодо змін у темі «Досліджуємо будову атома», які, на твою думку, покращать сприйняття й засвоєння матеріалу.



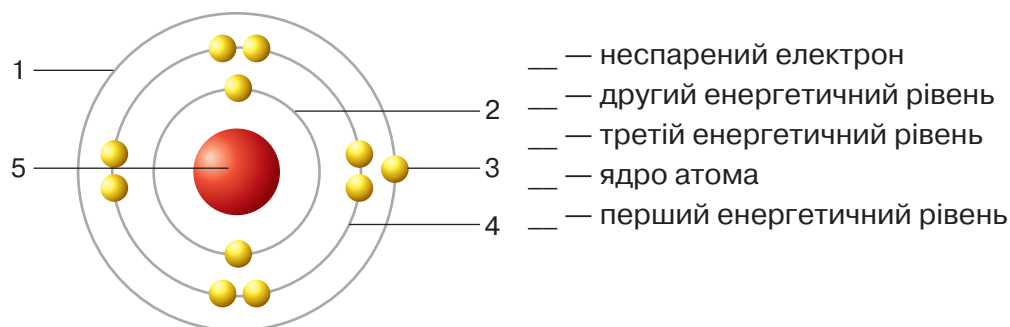
§ 35

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВІВЧЕННЯ ТЕМИ 3 «ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА»

Матеріал параграфа дасть тобі змогу повторити та узагальнити вивчені в темі 3 будову атома й періодичний закон, діагностувати результати навчання під час виконання вправ та онлайн-тесту.

Виконай вправи

1. Поясни, що означає термін «субатомні частинки». Наведи приклади.
2. Як дізнатися про кількість субатомних частинок в атомі? Пояснення ілюструй на прикладі атома Алюмінію.
3. Порівняй за масою і зарядом: а) протон та електрон; б) протон і нейтрон.
4. Що розуміють під протонним числом, нуклонним / масовим числом?
5. Чи можуть ядра атомів, які мають однакове нуклонне / масове число, належати різним елементам? Поясни свою відповідь.
6. Увідповідни цифрові позначення на малюнку й підписи.



7. Атом має 12 протонів і 12 нейтронів. Обчисли масове число атома. Який це хімічний елемент?
8. Порівняй кількість субатомних частинок у нуклідах $^{27}_{13}\text{Al}$ і $^{29}_{13}\text{Al}$.
9. Проаналізуй дані таблиці й укажи нукліди одного хімічного елемента.

Атом (умовне позначення)	Кількість протонів	Кількість електронів	Кількість нейтронів
А	8	8	8
Б	6	6	6
В	8	8	9

Поясни свою відповідь.

10. Нуклід Брому має масове число 80 і містить 35 електронів. Скільки протонів і нейтронів у нукліда Брому та який заряд його ядра?
11. Поясни зміст понять «електронна орбіталь», «енергетичний рівень», «енергетичний підрівень».
12. Для атома елемента, який має 13 протонів, визнач кількість електронів і нейтронів, якщо масове число елемента 27. На яких енергетичних рівнях цього атома розташовані електрони?
13. Розташуй елементи в послідовності зменшення кількості електронів в атомі: Se, I, K, Fe, Cl, Li, S. Укажи елементи з однаковою кількістю енергетичних рівнів в електронній оболонці.
14. Заповни в зошиті таблицю.

Енергетичний рівень	Максимальна кількість електронів на рівні	Форми атомних орбіталей
1		
2		
3		

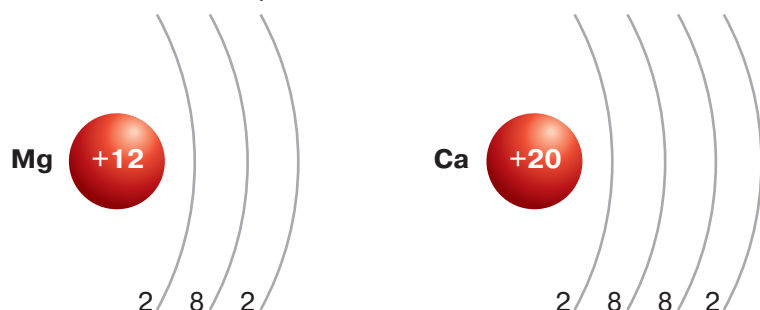
15. За схемою електронної оболонки атома



визнач хімічний елемент, напиши електронну формулу атома й укажи:

- заряд ядра;
- кількість енергетичних рівнів;
- номер періоду, в якому розміщений елемент;
- номер групи у довгій формі періодичної таблиці;
- номер групи і підгрупу в короткій формі періодичної таблиці;
- кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні;
- завершеним чи незавершеним є зовнішній енергетичний рівень.

16. Чому Натрій розміщений у третьому періоді, а Нітроген — у другому?
17. Користуючись схемою і науковою термінологією, порівняй будову атомів Магнію і Кальцію.



18. Що про будову атома можна дізнатись за його електронною оболонкою? Поясни на прикладі будь-якого елемента з 1–3 періодів.
19. У відповідни схему електронної оболонки атома і період, в якому розміщений хімічний елемент.

Електронна структура	Період
1 	A 1
2 	Б 3
3 	В 2
	Г 1

20. Визнач хімічний елемент, зовнішня електронна оболонка якого має будову $\dots 2s^2 2p^3$. Для цього елемента:
- схарактеризуй місце в періодичній таблиці (короткій і довгій формах);
 - сформулюй висновок щодо зв'язку будови атома й місця елемента в періодичній таблиці;
 - назв'яй відомі тобі речовини, до складу яких входить цей елемент, і галузі їх застосування.

Виконай онлайн-тест.

Для цього перейди за покликанням
<https://qr.orioncentr.com.ua/EWWr1>
 або скористайся смартфоном — зчитай QR-код.



Якщо результат виконання тесту тебе не задовольнить, можеш його покращити. Знайди можливість самостійно виправити помилки, яких припустився / припустилась, щоб уникнути їх у майбутньому.

Бажаємо успіху та високого результату!

ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ

- ▶ Хімічний зв'язок та його електронна природа
- ▶ Різновиди хімічного зв'язку
- ▶ Відмінність між ковалентним полярним і неполярним зв'язками
- ▶ Особливість йонного хімічного зв'язку
- ▶ Кристалічні й аморфні речовини
- ▶ Будова кристалічних ґраток речовин
- ▶ Способи утворення завершеного зовнішнього енергетичного рівня атома
- ▶ Моделювання вивчених різновидів хімічного зв'язку
- ▶ Фізичні властивості йонних, молекулярних, атомних кристалів
- ▶ Дослідження речовин з різними кристалічними ґратками
- ▶ Поняття про ступінь окиснення хімічних елементів
- ▶ Складання формул бінарних сполук за ступенями окиснення хімічних елементів
- ▶ Діагностування й самооцінювання власних результатів навчання



§ 36 ПОНЯТТЯ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ

- Наведи по одному прикладу й напиши електронні формули атомів хімічних елементів із:
 - завершеним зовнішнім енергетичним рівнем;
 - одним електроном на зовнішньому енергетичному рівні.
- Скільки хімічних елементів відомо в науці?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Існує понад 100 мільйонів речовин, утворених менше, ніж 100 видами атомів (хімічними елементами). Яким чином з невеликої кількості видів атомів утворюється величезна кількість різноманітних речовин? На поставлене запитання ти отримаєш відповідь, вивчаючи тему «Досліджуємо будову речовини».

ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК ТА ЙОГО ЕЛЕКТРОННА ПРИРОДА. Структурні частинки речовини можуть бути утворені з різної кількості атомів. Наприклад, молекула кисню складається з двох атомів Оксигену, молекула сахарози $C_{12}H_{22}O_{11}$ — з 45 атомів трьох хімічних елементів. Такий самий склад, а отже, й хімічна формула, у лактози, але послідовність з'єднання атомів інший.

Питання, чому атоми хімічних елементів здатні сполучатися між собою у різній кількості й послідовності та утворювати величезну різноманітність речовин, цікавило вчених давно. Відповідь на нього було одержано після з'ясування будови атома, що дало змогу ввести у науковий обіг поняття про хімічний зв'язок.



Хімічний зв'язок є результатом взаємодії атомів, унаслідок якої утворюються речовини із чітко визначеним складом.

Завдяки утворенню хімічного зв'язку зовнішні енергетичні рівні електронних оболонок атомів набувають завершеної будови.

Американському фізику і хіміку Гілберту Льюїсу та німецькому фізику Вальтеру Косселю належить ідея, що атоми утворюють хімічний зв'язок задля доповнення електронних оболонок до певної «магічної» кількості електронів. За Льюїсом, завершений зовнішній електронний шар атома складається із восьми електронів. Відтоді в теорії хімічного зв'язку діє правило октету (латинською мовою окто — «вісім»), за яким під час утворення хімічного зв'язку атоми набувають 8-електронної будови зовнішнього енергетичного рівня (є винятки). Як ти вже знаєш, зовнішній енергетичний рівень з восьми електронів (для Гідрогену та Гелію — із двох) називають завершеним. Його утворення може відбуватися шляхом:

- віддачі електронів зовнішнього енергетичного рівня іншому / іншим атому / атомам;
- приєднання атомом електронів, відданих іншим атомом / атомами;
- утворення двома атомами спільної електронної пари.

Щоб мати завершений зовнішній енергетичний рівень, атоми можуть приєднувати чи віддавати електрони або ж утворювати спільні електронні пари.

Залежно від способу набуття атомами завершеного зовнішнього енергетичного рівня розрізняють види хімічного зв'язку. У 8 класі ти вивчатимеш ковалентний та йонний хімічні зв'язки.

ГРАФІЧНА ЕЛЕКТРОННА ФОРМУЛА АТОМА. Крім електронної формули будову електронної оболонки атома відображають за допомогою його **графічної електронної формули**. Від електронної її відрізняє наявність інформації про атомні орбіталі та кількість електронів на кожній з них. Пригадай (у разі потреби звернись до параграфа 28), що на одній орбіталі може перебувати не більше двох електронів.

Два електрони, що перебувають на одній орбіталі, називають спареними електронами. Описуючи будову атома за допомогою графічної електронної формули, спарені електрони однієї орбіталі прийнято записувати у квадратику (енергетичній комірці) у вигляді протилежно спрямованих стрілок: .

З урахуванням зазначеного робимо висновок, що на енергетичному підрівні енергетичних комірок удвічі менше, ніж електронів. Тобто, щоб розмістити два електрони s-підрівня, знадобиться 1 комірка. Для шести електронів p-підрівня потрібно 3 енергетичні комірки.

Завдання. Скористайся наведеною науковою інформацією і заповни в робочому зошиті таблицю 28 за зразком першого рядка.

Таблиця 28

Підрівень	Максимальна кількість електронів на підрівні	Кількість енергетичних комірок і максимальне заповнення їх електронами
s-підрівень	2	
p-підрівень		
d-підрівень		
f-підрівень		

Якщо на основі електронної формули / конфігурації атома позначити енергетичні комірки з наявними в них електронами, то одержимо запис **графічної електронної формули атома**.

Відображення розподілу електронів за енергетичними комірками має назву **графічна електронна формула**.

Приклад 1. Електронна й графічна формули атома Неону:

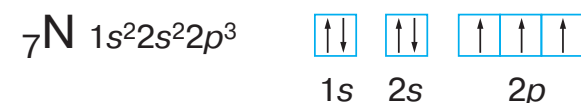


Проаналізуємо графічну електронну формулу атома Неону й пересвідчимось, що 10 електронів електронної оболонки його атома заповнили п'ять енергетичних комірок. Кожна з них уміщує 2 електрони (одну пару). Отже, в атома Неону всі електрони спарені й вільних місць в енергетичних комірках немає, а наявність на зовнішньому енергетичному рівні 8 електронів свідчить про його завершеність.

Тобі самій / самому до снаги записати чи скласти графічні електронні формули атомів, лишень потрібно знати і дотримуватись такого правила:

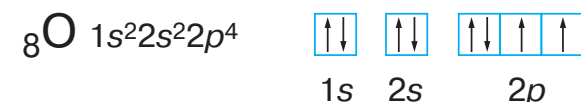
Електрони одного енергетичного підрівня спочатку записують по одному в кожен енергетичну комірку (). Після того, як вільних комірок не залишиться, у комірки з одним електроном починають додавати ще один у вигляді стрілки, протилежно спрямованої до позначення першого електрона .

Приклад 2. Електронна й графічна формули атома Нітрогену:



Як бачиш, атом Нітрогену має на p-підрівні другого енергетичного рівня три *неспарені електрони*, кожний із них розміщений в окремій енергетичній комірці. Окрім них є ще чотири спарені s-електрони — по одній парі на першому і другому енергетичних рівнях.

Приклад 3. Електронна і графічна електронна формули атома Оксигену:



Як бачиш, в Оксигену така сама кількість енергетичних комірок, що й у Нітрогену, але електронів на 1 більше. Вільних комірок не залишилось, тому цей електрон вписують другим у першу енергетичну комірку.

ку p -підрівня другого енергетичного рівня. Як видно з графічної електронної формули, атом Оксигену має два неспарені електрони і шість спарених (три електронні пари).



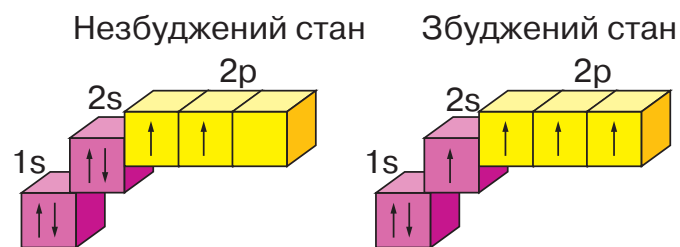
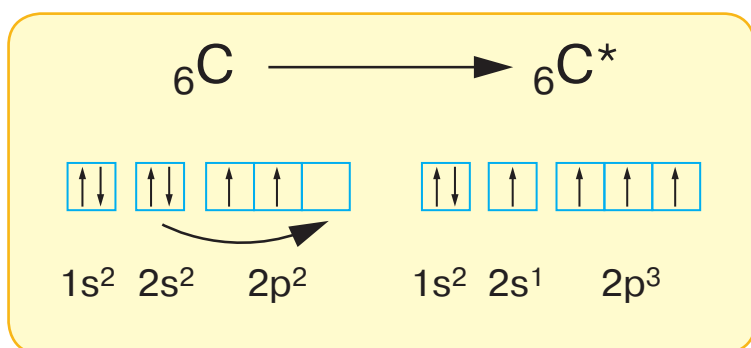
Завдання 1. Складіть графічні електронні формули атомів елементів третього періоду.

Завдання 2. Порівняйте графічні електронні формули атомів хімічних елементів із протонними числами: а) 3 і 11; б) 7 і 15; в) 8 і 16. Що спільного в графічних електронних формулах атомів кожної пари хімічних елементів?



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

За наявності в електронній оболонці атома вільних енергетичних комірок електрони можуть з нижчих енергетичних рівнів чи підрівнів переміститися на вищі і заповнити вільну комірку / комірки неспареними електронами. Відбувається це за рахунок поглинання додаткової енергії, й атом з *незбудженого* стану переходить у *збуджений*. Перехід у збуджений стан розглянемо на прикладі Карбону (мал. 56). Зверни увагу, що збуджений стан атома позначають «зірочкою»: C^* , Cl^* .

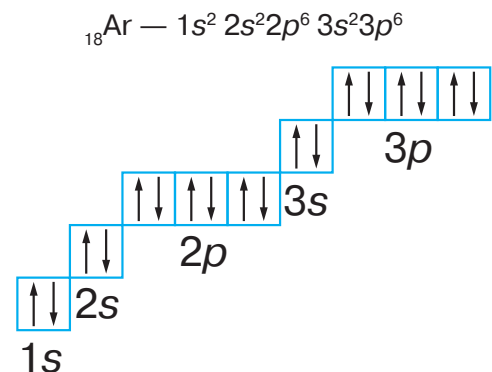


Мал.56. Зміни в електронній оболонці атома Карбону під час переходу у збуджений стан

Графічні електронні формули свідчать, що в атома Карбону в основному (незбудженому) стані два неспарених електрони, тоді як у збудженому стані — чотири. Це тому, що після отримання додатко-

вої енергії один електрон другого енергетичного рівня переходить із s -підрівня на p -підрівень цього самого рівня, і неспарених електронів стає на два більше, тобто 4.

Що далі від ядра розміщений енергетичний рівень, то більшим запасом енергії наділені його електрони. Щоб підкреслити це, комірки іноді розташовують не лінійно, а на зразок сходинок. Покажемо це на прикладі Аргону.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Що спільного та чим відрізняються електронна і графічна електронна формули атома?
2. Яка кількість енергетичних комірок на підрівні s , а яка — на підрівні p ?
3. Скільки енергетичних комірок необхідно для розміщення максимально можливої кількості електронів:
 - а) першого енергетичного рівня;
 - б) другого енергетичного рівня;
 - в) третього енергетичного рівня?
4. Установи назву хімічного елемента, електронна формула якого має 6 s -електронів та 6 p -електронів.
5. Установи хімічний елемент, електронна формула якого закінчується $\dots 2s^2 2p^5$. Скільки неспарених електронів має його атом?
6. В електронній оболонці атома якого хімічного елемента — Фосфору чи Неону — всі енергетичні комірки повністю заповнені електронами?
7. Розташуй хімічні елементи за збільшенням кількості енергетичних комірок зі спареними електронами.

А Флуор	В Нітроген
Б Магній	Г Оксиген
8. Склади графічну електронну формулу атома Хлору. Скільки в ній:
 - а) спарених електронів; б) неспарених електронів;
 - в) електронів на s -підрівнях; г) електронів на p -підрівнях?



§ 37

ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК І БУДОВА
ЕЛЕКТРОННИХ ОБОЛОНОК АТОМІВ

- Який енергетичний рівень називають завершеним?
- Скільки електронів не вистачає атому Оксигену до завершення зовнішнього енергетичного рівня?
- Наведи приклади металічних та неметалічних елементів.



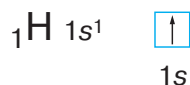
Опрацюй

Зрозумій

Використай

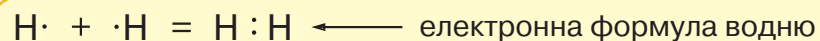
Із попереднього параграфа тобі стало відомо, що під час утворення хімічного зв'язку атоми набувають завершеного зовнішнього енергетичного рівня різними способами. Розглянемо їх.

СПОСІБ ЗАВЕРШЕННЯ ЗОВНІШНЬОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РІВНЯ ЗА РАХУНОК УТВОРЕННЯ СПІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПАР. У найлегшого і найпоширенішого в космосі газу — водню H_2 — атоми Гідрогену досягають завершеної будови зовнішнього енергетичного рівня за рахунок утворення спільної електронної пари з іншим атомом. З електронної та графічної електронної формул атома Гідрогену видно, що на єдиному енергетичному рівні знаходиться 1 електрон:



Зважаючи на те, що перший енергетичний рівень атомів усіх хімічних елементів має максимум 2 електрони, робимо висновок, що в атома Гідрогену він заповнений наполовину. Щоб досягти його завершеності, атом утворює спільну електронну пару з іншим атомом.

Свого часу Гілберт Льюїс запропонував у записах електронних формул речовин позначати електрони зовнішнього енергетичного рівня кожного хімічного елемента крапками. Позначивши електрон крапкою, відобразимо схематично утворення спільної електронної пари в молекулі водню:



Отже, у молекулі водню кожен атом Гідрогену має по 2 електрони, що відповідає складу завершеного першого енергетичного рівня.

Розглянутий приклад доводить, що під час утворення хімічного зв'язку відбуваються зміни в електронній оболонці атома. Загалом же хімічні зв'язки є результатом взаємодії електронів та ядер атомів.

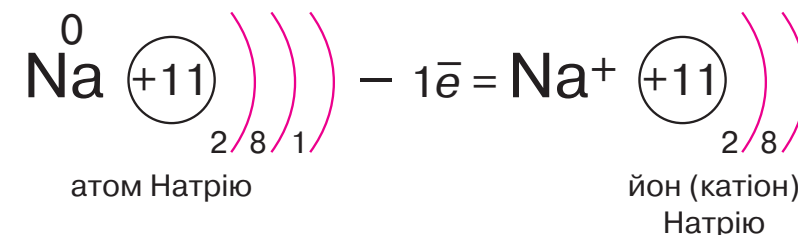
СПОСІБ ЗАВЕРШЕННЯ ЗОВНІШНЬОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РІВНЯ ЗА РАХУНОК ВІДДАВАННЯ ЕЛЕКТРОНІВ. Для його розуміння попрацюй з таблицею 29 і заповни потрібною інформацією останні 2 стовпці.

Будова електронних оболонок атомів деяких металічних елементів

Хімічний елемент	Електронна формула	Графічна електронна формула	Зовнішній енергетичний рівень	
			всього електронів	не вистачає електронів до завершення
Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$			
Mg	$1s^2 2s^2 2p_6 3s^2$			
Al	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$			

Атоми металічних хімічних елементів, як і атоми розглянутих Натрію, Магнію, Алюмінію, на зовнішньому енергетичному рівні мають менше половини електронів порівняно із завершеним 8-електронним зовнішнім енергетичним рівнем. Є лише окремі винятки, наприклад металічні елементи Станум ${}_{50}Sn$, Стибій ${}_{51}Sb$, Плюмбум ${}_{82}Pb$, Вісмут ${}_{83}Bi$. У них кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні більша чотирьох і збігається із номером групи, в якій вони розташовані у короткій формі періодичної таблиці.

Атомам металів, щоб мати завершений зовнішній енергетичний рівень, енергетично менш затратно віддати невелику кількість електронів, ніж приєднувати більшу недостачу. При цьому в утвореній структурній частинки — катіону — зовнішнім стає передостанній енергетичний рівень атома, а він завершений. Розглянемо приклад з Натрієм.



Катіон — позитивно заряджена частинка, на яку під час утворення хімічного зв'язку перетворюється атом, віддаючи електрон / електрони. Назва «катіон» походить від назви негативно зарядженого електрода (катода), до якого в електричному полі рухаються позитивно заряджені йони.

Завдання. Порівняй будову атома й катіону Натрію і знайди відповідь на запитання:

1. Чи змінився заряд ядра в утвореному йоні?
2. Як змінилася кількість електронів в електронній оболонці катіону Натрію порівняно з атомом Натрію?
3. Якого заряду набув катіон Натрію і чому саме такого?

Як було тобою з'ясовано, електронейтральний атом Натрію і позитивно заряджена частинка (катіон) цього елемента мають однакову будову ядра, але різну будову електронної оболонки атома. Так, атом Натрію має три енергетичні рівні, у катіона їх два. Зміни в будові електронної оболонки вплинули на рівновагу позитивного заряду ядра й негативного заряду електронної оболонки атома. За рахунок віддачі електрона зменшився негативний заряд електронної оболонки, але незмінним залишився заряд ядра. Тому утворена частинка набуває позитивного заряду, величину якого визначила кількість відданих електронів (1 електрон).

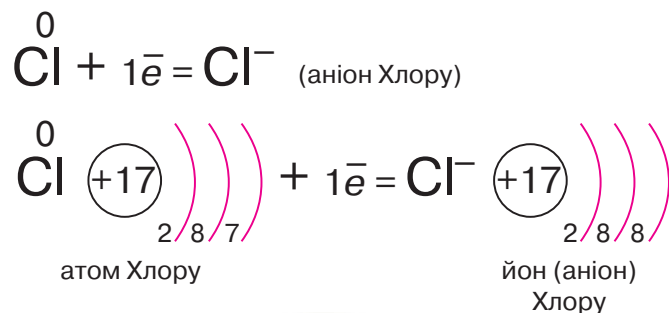
СПОСІБ ЗАВЕРШЕННЯ ЗОВНІШНЬОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РІВНЯ ЗА РАХУНОК ПРИЄДНАННЯ ЕЛЕКТРОНІВ. Атоми неметалічних хімічних елементів на зовнішньому енергетичному рівні мають 4 і більше електронів (є винятки). Тому під час утворення хімічних зв'язків з атомами металічних елементів їм енергетично вигідно приєднувати електрони, які віддають металічні елементи. У такий спосіб неметалічні елементи досягають завершеного зовнішнього енергетичного рівня.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

СПОСІБ ЗАВЕРШЕННЯ ЗОВНІШНЬОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РІВНЯ ЕЛЕКТРОННОЇ ОБОЛОНКИ АТОМА ХЛОРУ ЗА РАХУНОК ПРИЄДНАННЯ ЕЛЕКТРОНІВ

Завдання. З'ясуй, які зміни відбуваються в електронній оболонці атома Хлору внаслідок приєднання електрона.



Крок 1. Скориставшись науковою інформацією цього параграфа, дай відповіді на запитання.

- 1.1. Скільки електронів має атом неметалічного елемента Хлору на зовнішньому енергетичному рівні?
- 1.2. Що енергетично вигідніше атому Хлору — віддавати чи приєднувати електрони під час утворення хімічного зв'язку з металічним елементом? Поясни, чому.



Приєднуючи електрон / електрони, нейтральний атом перетворюється на негативно заряджену частинку, що зветься аніон. Назва походить від назви позитивно зарядженого електрода (анода), до якого в електричному полі рухаються негативно заряджені аніони.

- 1.3. Як називається частинка, на яку перетворився атом Хлору, приєднавши електрон? Чи змінився заряд ядра в ній порівняно із зарядом ядра атома Хлору?

Крок 2. Порівняй склад електронної оболонки атома й утвореного йону і дай відповіді на запитання:

- 2.1. Яких змін зазнала електронна оболонка атома?
- 2.2. Якого заряду набула утворена частинка Хлору і чому саме такого?

Крок 3. Сформулюй **ВИСНОВОК**, чому для завершення зовнішнього енергетичного рівня Хлор приєднав 1 електрон.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Сформулюй визначення понять: йон, катіон, аніон.
2. Поясни, звідки з'явився заряд у катіона Натрію і чому його не було в атома Натрію.
3. За наведеними у тексті параграфа зразками склади схеми перетворення атомів Магнію й Алюмінію на катіони, визнач та обґрунтуй знак і величину заряду кожного йона.
4. Склади схему перетворення атома Сульфуру на аніон, визнач та обґрунтуй знак і величину заряду йона.
5. Використай слова «позитивний», «негативний», «катода», «анода» для заповнення пропусків у реченні:
Катіони мають _____ заряд і в електричному полі рухаються до _____. Аніони мають _____ заряд і в електричному полі рухаються до _____.
6. Застосуй теорію хімічного зв'язку для пояснення кількісного складу молекули води.



§ 38

МОДЕЛІ КОВАЛЕНТНОГО ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ

- Наведи приклади неметалічних хімічних елементів.
- Пригадай формули двоатомних молекул простих речовин.
- Запиши графічні електронні формули атомів Карбону, Нітрогену, Оксигену, Флуору та Неону. Вияви тенденцію у заповненні електронами зовнішнього енергетичного рівня цих атомів.



Опрацюй

Зрозумій

Використай

Розглянуті в попередньому параграфі способи утворення завершеного зовнішнього енергетичного рівня електронної оболонки атома забезпечують існування того чи іншого виду хімічного зв'язку. Розпочнемо їх вивчення з **ковалентного зв'язку**. Для з'ясування його суті важливе значення має така фізична характеристика атома, як **електронегативність**.

ЕЛЕКТРОНЕГАТИВНІСТЬ. Згідно з електронною теорією хімічного зв'язку в його утворенні головну роль відіграють електростатичні сили притягання, що діють між електронами та ядрами атомів. Для характеристики здатності атома притягувати до себе електрони інших атомів науковці ввели поняття **електронегативності**.

Електронегативність хімічного елемента — це властивість його атома притягувати електрони від інших атомів.

З урахуванням електронегативності укладено **ряд електронегативності хімічних елементів**, в якому кожний наступний хімічний елемент характеризується меншою електронегативністю за попередній:

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

електронегативність елементів зменшується

Отже, Флуор — «абсолютний чемпіон» з електронегативності. Друге місце посідає Оксиген, третє — Хлор, четверте — Нітроген. Загалом неметалічні елементи мають значно більшу електронегативність, ніж металічні.

Завдання 1. За допомогою ряду електронегативності визнач, до якого елемента сильніше притягуються валентні електрони (так називають електрони, що беруть участь в утворенні хімічного зв'язку) в молекулах такого складу: HCl, CS₂, NH₃.

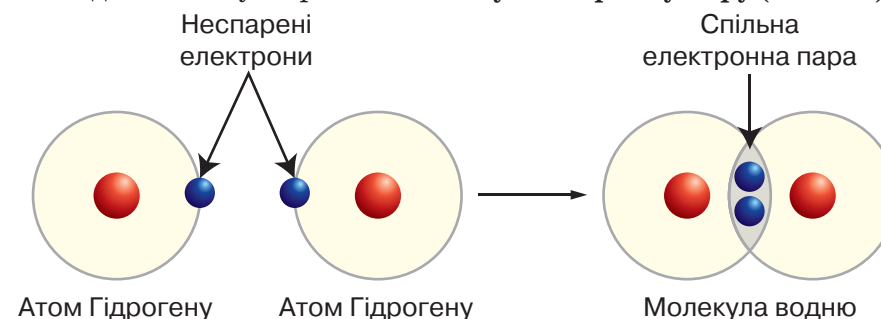
Завдання 2. Вислови свої припущення щодо зміщення валентних електронів у двоатомних молекулах кисню й азоту. Відшукай у тексті параграфа інформацію, що підтверджує або спростовує твої припущення.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

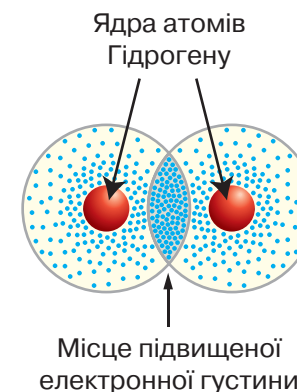
Періодична залежність властивостей хімічних елементів проявляється і в електронегативності атомів. У періодах електронегативність атомів зі збільшенням заряду ядра атома зростає, а в головних підгрупах (коротка форма періодичної таблиці) — спадає. Це є ще одним підтвердженням універсальності періодичного закону.

ПОНЯТТЯ КОВАЛЕНТНОГО ЗВ'ЯЗКУ. В його утворенні беруть участь неспарені електрони. За рахунок перекривання їхніх атомних орбіталей два атоми утворюють **спільну електронну пару** (мал. 57).



Мал. 57. Модель утворення ковалентного зв'язку в молекулі водню

Місце перекривання електронних орбіталей має підвищену електронну густину, до якої притягуються позитивно заряджені ядра двох атомів. Приклад перекривання s-орбіталей ілюструє малюнок 58.



Мал. 58. Прекривання s-орбіталей з утворенням спільної електронної пари в молекулі водню

Хімічний зв'язок, що утворений за рахунок спільних електронних пар, називається ковалентним.

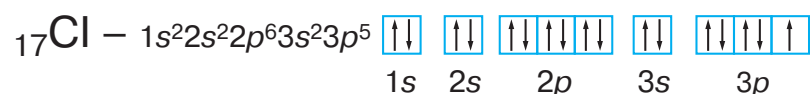
Ковалентний зв'язок існує між атомами неметалічних елементів. Важливо пам'ятати, що утворення спільних електронних пар відбувається лише з неспарених електронів. Кількість таких електронів, а отже, й утворених ними електронних пар, легко визначити за графічною електронною формулою атома. Перехід атома у збуджений стан збільшує кількість неспарених електронів, а отже, й хімічних зв'язків. Саме тому більшість хімічних елементів мають змінну валентність.

Утворена спільна електронна пара може бути рівно- чи різновіддалена від ядер зв'язаних з нею атомів. Від чого це залежить та який різновид ковалентного зв'язку утворюється у кожному випадку, розглянемо на конкретних прикладах.

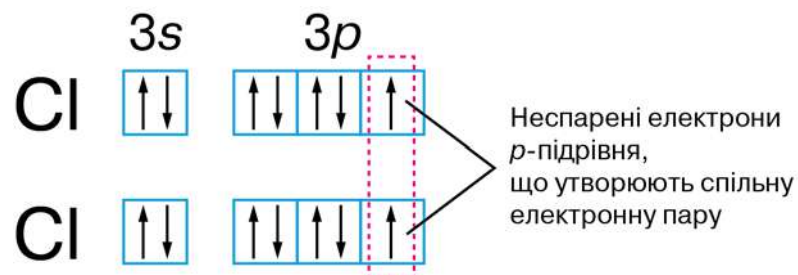
МОДЕЛЬ КОВАЛЕНТНОГО НЕПОЛЯРНОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ПРИКЛАДІ МОЛЕКУЛИ ХЛОРУ. Ковалентний зв'язок атомів з однаковою електронегативністю утворюється без зміщення електронних пар до одного з них, тому має назву **ковалентний неполярний зв'язок**.

Ковалентний неполярний зв'язок — це зв'язок, що утворений за рахунок спільних електронних пар, які рівновіддалені від ядер обох атомів.

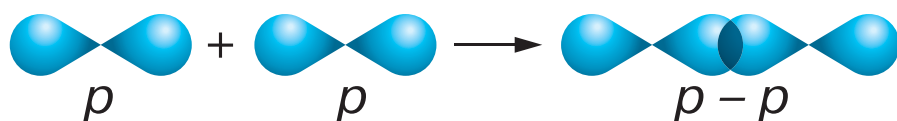
Молекула хлору утворена двома атомами Хлору, електронна й графічна електронна формули яких —



Як свідчить графічна електронна формула, атом Хлору має лише один неспарений електрон. Отже, незважаючи на наявність семи електронів на зовнішньому енергетичному рівні, атом Хлору може утворити лише одну спільну електронну пару:

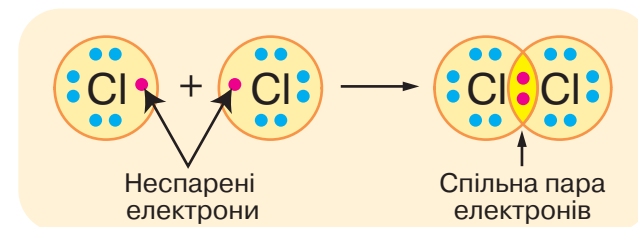


На малюнку 59 показано перекривання *p*-орбіталей з утворенням спільної електронної пари в молекулі хлору.



Мал. 59. Схема перекривання *p*-орбіталей

Утворення хімічного зв'язку в молекулі хлору можна змодельювати за допомогою символу хімічного елемента Хлору та крапок, що позначають електрони зовнішнього енергетичного рівня його атома (мал. 60).

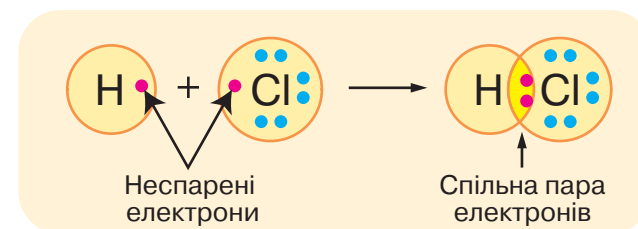


Мал. 60. Модель утворення ковалентного неполярного зв'язку в молекулі хлору

Модель ілюструє утворення атомами Хлору **спільної** електронної пари, яка рівновіддалена від ядер обох атомів. За рахунок цієї пари стає завершеним третій (зовнішній) енергетичний рівень кожного атома. Таку саму будову він має в інертного хімічного елемента Аргону. Це не збіг і не випадковість.

У молекулах з ковалентним зв'язком електронна оболонка кожного з атомів досягає будови інертного хімічного елемента, який розташований з ним в одному періоді.

МОДЕЛЬ КОВАЛЕНТНОГО ПОЛЯРНОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ПРИКЛАДІ МОЛЕКУЛИ ГІДРОГЕН ХЛОРИДУ HCl. У молекулі гідроген хлориду хімічний зв'язок утворюється між атомами різних неметалічних елементів — Гідрогену й Хлору. Атоми кожного з них мають по одному неспареному електрону. За рахунок утворення ними спільної електронної пари зовнішній енергетичний рівень і Гідрогену, і Хлору стає завершеним (мал. 61).



Мал. 61. Модель утворення ковалентного полярного зв'язку в молекулі гідроген хлориду

Зверни увагу, що спільна електронна пара зміщена до атома Хлору.

Завдання 3. Чому в молекулі гідроген хлориду спільна електронна пара зміщується до Хлору? Скористайся рядом електронегативності для надання відповіді.

Хімічний зв'язок за допомогою спільних електронних пар, які зміщені до більш електронегативного атома, називається *ковалентним полярним*.



Завдання 1. Напишіть молекулярні та електронні формули кисню, азоту, метану, води. Складіть схеми утворення молекул кожної речовини з атомів.

Завдання 2. Змодельуйте утворення цих молекул.

Для цього вам знадобиться набір для створення моделей молекул, а за його відсутності — пластилінові кульки і дерев'яні палички (одна паличка моделюватиме спільну електронну пару).

Завдання 3. Розгляньте моделі й з'ясуйте:

3.1. У молекулі якої речовини найбільше ковалентних зв'язків.

3.2. Молекули яких речовин мають однакову кількість ковалентних зв'язків та в чому полягає їх відмінність.



Медіапошук

Ознайомся з механізмом утворення ковалентного зв'язку в молекулах гідроген хлориду (у відео використано тривіальну назву HCl — хлороводень) і хлору за покликанням

<https://qr.orioncentr.com.ua/D5lva>.

Запропонуй власні ідеї моделювання утворення ковалентного зв'язку в молекулах фтору і гідроген фториду.



ТОБІ ДО СНАГИ

- Яку властивість хімічних елементів називають електронегативністю?
- Розташуй хімічні елементи за зростанням електронегативності
 - Алюміній
 - Сульфур
 - Карбон
 - Гідроген
- Сформулуй визначення ковалентного зв'язку та поясни, чим полярний ковалентний зв'язок відрізняється від неполярного.
- У якій із молекул: а) кисню; б) води; в) водню; г) гідроген броміду — спільні електронні пари зміщені до одного з атомів і чому?
- Підготуй завдання з теми цього параграфа і запропонуй однокласникам / однокласницям виконати його.
- Розмісти формули речовин за збільшенням кількості спільних електронних пар у молекулі.

А H_2O Б CH_4 В HF Г NH_3

- Доведи або спростуй твердження: «Ковалентний зв'язок може утворитись між однаковими або різними атомами».
- Назви якомога більше відомих тобі спільних характеристик речовин: водню, фтору, хлору.



§ 39

МОДЕЛЬ ЙОННОГО ЗВ'ЯЗКУ. ЙОННІ КРИСТАЛИ

- Поясни на прикладі конкретного металічного елемента, як змінюється будова електронної оболонки атома після втрати / віддачі електронів. Яка заряджена частинка утворюється при цьому?
- Поясни на прикладі конкретного неметалічного елемента, як змінюється будова електронної оболонки атома після приєднання / одержання електронів. На яку заряджену частинку перетворюється при цьому атом?
- В яких агрегатних станах можуть перебувати речовини?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ОСОБЛИВОСТІ ЙОННОГО ЗВ'ЯЗКУ. Неметалічні елементи утворюють хімічний зв'язок також з металічними елементами, назва якого — **йонний**. З відомих тобі речовин за допомогою йонного зв'язку утворені натрій хлорид (кухонна сіль), кальцій оксид (негашене вапно) та інші. Загалом сполук із йонним зв'язком існує менше, ніж з ковалентним.

Під час утворення йонного зв'язку електрони зміщуються від металічного елемента до неметалічного настільки сильно, що перший їх віддає / втрачає, а другий — приєднує. Віддаючи валентні електрони, атом металічного елемента перетворюється на позитивно заряджений йон — **катіон**. Приєднуючи електрони, яких не вистачало до 8-електронної конфігурації зовнішнього енергетичного рівня, атом неметалічного елемента перетворюється на негативно заряджений йон — **аніон**. Катіони й аніони притягуються один до одного, утворюючи йонну сполуку — речовину з йонним хімічним зв'язком.



Йонний хімічний зв'язок — це зв'язок між протилежно зарядженими йонами (катіонами й аніонами), зумовлений дією електростатичних сил.

Завдання 1. До простих чи складних речовин належать речовини з йонним зв'язком? Відповідь обґрунтуй.

Натрій хлорид — продукт реакції металу натрію з неметалом хлором, яка супроводжується виділенням світла і тепла (*колаж*).



Na



Cl_2



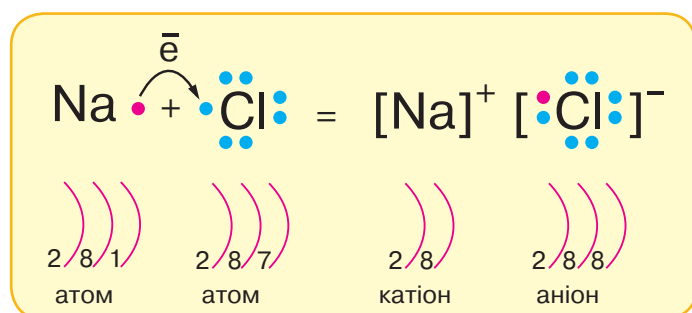
NaCl



Горіння натрію у хлорі

Продукт цієї реакції тобі добре відомий. Натрій хлорид — тверда, тугоплавка, добре розчинна у воді, солоний на смак речовина, її кристали прозорі (у подрібненому стані набувають білого кольору). Натрій — легкий, м'який, сріблясто-білий метал, хлор — отруйний, важчий за повітря газ жовто-зеленого кольору. Натрій активно реагує з водою з виділенням водню, тоді як кухонну сіль додають до страв, і подібна реакція не відбувається. Як бачиш, утворена з йонів речовина має відмінні від реагентів властивості. Це зумовлено відмінностями у будові структурних частинок речовини. З'ясуємо їх.

Тобі неодноразово доводилось характеризувати будову і записувати електронні формули / конфігурації атомів Натрію і Хлору. Пригадай, що електронні оболонки обох атомів мають по три енергетичні рівні. У Натрію на зовнішньому енергетичному рівні — 1 електрон, у Хлору — 7 електронів, але лише 1 неспарений. Модель утворення йонного зв'язку між цими атомами зображено на малюнку 62.



Мал. 62. Модель утворення йонного зв'язку у натрій хлориді

Як показано на моделі, Натрій віддав атому Хлору єдиний електрон третього енергетичного рівня, і зовнішнім став другий енергетичний рівень, який вже був завершеним. У Хлору завдяки приєднанню 1 електрона третій енергетичний рівень набув завершеної 8-електронної конфігурації.



Формулюємо навчальну проблему та розв'язуємо її

Чому під час утворення йонного хімічного зв'язку валентні електрони переходять від металічного елемента до неметалічного, а не навпаки?

Розв'язання

Припускаємо, що причина криється в електронегативності елементів. Дізнатись величину електронегативності Натрію і Хлору можна в одній із таблиць електронегативності, скориставшись інтернет-ресурсами. У таблиці електронегативності хімічних елементів за шкалою Лай-

нуса Полінга вказано електронегативність Натрію 0,93, а Хлору — 3,16. Слід зазначити, що йонний зв'язок утворюється між атомами із суттєвою різницею електронегативності — понад 1,7. Різниця електронегативності Хлору і Натрію більша за це число: $3,16 - 0,93 = 2,23$. Ось чому валентні електрони зміщуються до атома Хлору, а не навпаки.

Речовин з абсолютним йонним зв'язком не існує. За домінування в речовині йонного зв'язку трапляється утворення спільних електронних пар. Тому йонний зв'язок розглядають як граничний випадок ковалентного полярного зв'язку.

ЩО НАЗИВАЮТЬ КРИСТАЛАМИ? Речовини, що перебувають у твердому агрегатному стані, можуть утворювати кристали.



Кристали — це тверді тіла, структурні частинки речовини в яких розміщені в певному порядку.

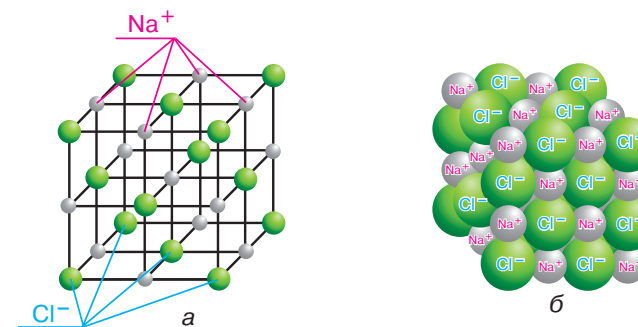
Кристалічні ґратки — геометрично правильне тривимірне розміщення структурних частинок (атомів, йонів, молекул) у кристалі.

Кристали, утворені завдяки йонному зв'язку, називаються **йонні кристали** (мал. 63). Хімічні формули йонних сполук відображають співвідношення йонів у кристалі. Так у натрій хлориді воно дорівнює 1 : 1, тому формульною одиницею речовини є NaCl.



Мал. 63. Приклади йонних кристалів

В йонному кристалі кожен йон оточений певною кількістю йонів з протилежним знаком (мал. 64).



Мал. 64. Кристалічні ґратки (а) і модель йонного кристала (б) натрій хлориду

Як показано на малюнку 64, розміщення йонів у кристалі не хаотичне, а впорядковане. У вузлах кристалічної ґратки перебувають катіони Натрію й аніони Хлору. Кожний катіон Натрію оточують шість аніонів Хлору і навпаки.

ВЛАСТИВОСТІ ЙОННИХ КРИСТАЛІВ. Особливістю йонних сполук є те, що сили притягання йонів діють однаково в усіх напрямках. Тому йони міцно утримуються ними у вузлах кристалічних ґраток, і речовина за кімнатної температури має твердий агрегатний стан. Якщо йонний кристал нагріти вище температури плавлення, то зв'язок слабшає і решті-решт розривається. Речовина переходить у рідкий агрегатний стан, в якому йони стають рухливими.

Йонні кристали тугоплавкі. Так, температура плавлення натрій хлориду становить 801°C , алюміній оксиду — 2043°C .

У твердому стані йонні сполуки не проводять електричний струм.

Завдання 2. Застосуй знання з фізики про електричний струм і поясни, чому йонні кристали за наявності заряджених частинок не проводять електричний струм.

Багато речовин з йонним зв'язком добре розчиняються у воді. Під її впливом руйнується зв'язок між йонами, і вони стають рухливими.



НУМО ДОСЛІДЖУВАТИ ЙОННІ КРИСТАЛИ

Завдання. Вирости йонні кристали в домашніх умовах.

Речовини та обладнання: кухонна сіль, її кристалик або намистинка чи невеличкий камінчик, гаряча вода, чиста скляна банка об'ємом 1 л, нитка, олівець або схожа на нього паличка, ложка (краще дерев'яна чи пластмасова, а не металева).

Крок 1. Наповни банку гарячою водою (приблизно 60°C).

Крок 2. Додавай сіль порціями у банку доти, доки не побачиш, що речовина перестала розчинятись. Щоб пришвидшити розчинення, помішуй ложкою вміст банки.

Крок 3. До одного кінця нитки прив'яжи кристалик солі (намистинку, камінчик), а другий кінець намотай на олівець посередині. Розташуй олівець по діаметру отвору банки так, щоб кристалик солі (намистинка, камінчик) були занурені в розчин, не торкаючись дна і стінок банки (мал. 65). Виготовлений тобою прилад з вирощування кристалів постав на кілька днів у захищене від сонця місце.

Крок 4. Через кілька днів проведи перше спостереження і зафіксуй його результати у зошиті чи зроби світлинку.

Крок 5. Продовжуй вести спостереження упродовж кількох тижнів, доки не утворяться кристали. Щоб весь цей час кристали збільшувались, хоча б 2–3 рази обережно (щоб не зруйнувати вже утворені кристали) до-



Мал. 65. Крок 3

дай у банку солі. Фіксуй спостережувані зміни у вигляді опису (словесно), додаючи за можливості малюнки чи фотографії. Підготуйся презентувати учнівству класу результати проведеного дослідження і поясни, як було зруйновано та повернено кристалічний стан речовині натрій хлорид.

Покрокове виконання дослідження можеш переглянути за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/cbMFr> або QR-кодом і за бажанням скоригувати виконання кроків за наведеною у підручнику інструкцією.



Крім ковалентного і йонного зв'язків існують й інші.

Металічний зв'язок властивий простим речовинам — металам, електропровідність яких зумовлена його наявністю. **Водневий зв'язок** може утворюватись як між молекулами, наприклад води, так і в одній молекулі, наприклад білків. Серед речовин з водневим зв'язком немає газів. Ці види зв'язків вивчатимеш у наступних класах.



ХІМІЧНА СКАРБНИЦЯ

В основному тексті параграфа розглядалися лише прості йони. Простими називають йони, утворені з одного атома, наприклад K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , S^{2-} .

У природі існує чимало складних йонів. Вони утворені з кількох атомів різних хімічних елементів, наприклад аніони OH^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} .

Завдання. Пригадай визначення і наведи приклади основи та солі. За потреби звернись до тексту параграфа 19 теми 2.

Основи і солі мають йонний хімічний зв'язок. Основи складаються з катіонів металічного елемента й аніонів гідроксильних груп OH^- . Наприклад, у йонному кристалі барій гідроксиду йони співвідносяться як $1\text{Ba}^{2+} : 2\text{OH}^-$, тому формульна одиниця цієї речовини — $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Солі утворені з катіонів металічного елемента й аніонів кислотного залишку. Наприклад, йонний кристал кальцій нітрату $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ складається з катіонів Кальцію Ca^{2+} та аніонів кислотного залишку NO_3^- нітратної кислоти HNO_3 . У йонному кристалі цієї солі співвідношення катіонів до аніонів дорівнює 1 : 2. У кристалі натрій сульфату Na_2SO_4 катіони й аніони співвідносяться як 2 : 1. На 2 катіони Натрію Na^+ припадає 1 сульфат-аніон SO_4^{2-} (SO_4 — кислотний залишок сульфатної кислоти H_2SO_4).

До складу морської води входять різні солі. Із середнім вмістом деяких із них знайомить таблиця 30 (с. 198). За хімічними формулами наведених солей з'ясує і запиши йони, з яких складаються кристалічні ґратки кожної солі, та співвідношення йонів у кристалі.

Таблиця 30

Сіль	Масова частка (у %)	Запис йонів та їхнього співвідношення у йонному кристалі
NaCl	77,8	
MgCl ₂	10,9	
MgSO ₄	4,7	
KCl	2,5	
K ₂ SO ₄	2,5	

ТОБІ ДО СНАГИ

1. Наведи свій приклад сполуки з йонним хімічним зв'язком і змодельюй його утворення.
2. Заповни пропуски в реченні, використавши слова «більший», «менший»:
 - а) у катіона заряд ядра _____ за заряд електронної оболонки;
 - б) в аніона заряд електронної оболонки _____ за заряд ядра.
3. Що спільного і чим відрізняються атом і катіон одного хімічного елемента? Наведи приклад.
4. Що спільного і чим відрізняються атом та аніон одного хімічного елемента? Наведи приклад.
5. Класифікуй формули речовин за видом хімічного зв'язку: Na₂O, OF₂, Br₂, HF, NH₃, MgO, N₂.
6. Спрогнозуй вид хімічного зв'язку між атомами, що мають таку конфігурацію зовнішніх енергетичних рівнів: ...3s² і ...2s²2p⁵. Склади електронну формулу утвореної речовини.
7. Укажи пару йонів, що мають однакову кількість електронів:
 - а) Ca²⁺ і S²⁻;
 - б) Mg²⁺ і Cl⁻.
8. Атом хімічного елемента має на 2 електрони більше, ніж катіон Натрію. Установи назву елемента і наведи приклад його йонної сполуки.



§ 40

ПОНЯТТЯ ПРО СТУПЕНІ
ОКИСНЕННЯ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

- Пригадай, що називають валентністю та як її позначають.
- Склади формули фосфор(V) оксиду, карбон(II) оксиду, сульфур(VI) фториду. (У разі потреби звернись до тексту параграфа 3.) Який вид хімічного зв'язку в цих сполуках? Як він утворився?
- Що означають записи Ca²⁺, Cl⁻?



Опрацюй

Зрозумій

Використай

ВАЛЕНТНІСТЬ І ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК. Утворення речовин вчені спершу пояснювали, користуючись поняттям валентності. Валентність тлумачили як кількість хімічних зв'язків, які атом може утворити з іншими атомами. Валентність має цілочисельне значення і позначається римськими числами від I до VIII. З позиції електронної теорії хімічного зв'язку стало зрозуміло, що поняття валентності справджується лише відносно сполук із ковалентним хімічним зв'язком.

Завдання 1. Змодельюй утворення хімічних зв'язків у молекулах водню, азоту, кисню, метану. За кількістю хімічних зв'язків визнач валентність кожного атома у складених формулах.

У йонних сполук немає ні молекул, ні атомів, ні спільних електронних пар. Цей вид зв'язку утворюється між різнойменно зарядженими йонами.



Поняття валентності стосується речовин із ковалентним зв'язком, у молекулах яких атоми зв'язуються спільною електронною парою/парами.

У йонних сполуках зв'язок утворюється між йонами, тому для них валентність як фізична величина не має сенсу.

ЩО НАЗИВАЮТЬ СТУПЕНЕМ ОКИСНЕННЯ ХІМІЧНОГО ЕЛЕМЕНТА? Щоб послуговуватись єдиним підходом до складання формул речовин різної будови (з ковалентними та йонним хімічними зв'язками), в науку було введено поняття «ступінь окиснення».



Ступінь окиснення — це умовний заряд атома у речовині, обчислений на основі припущення, що спільні електронні пари зміщені до атома більш електронегативного елемента.

Ступінь окиснення є цілим числом (додатнім чи від'ємним) або може дорівнювати нулю:

+4	-3	0
N	N	N

Щоб не плутати позначення заряду йону і ступеня окиснення, ступінь окиснення записують над символом елемента і перед ним позначають знак заряду. Зверни увагу, що числове значення 1 у зарядах йонів не пишуть, а в ступенях окиснення записують (таблиця 31).

Таблиця 31

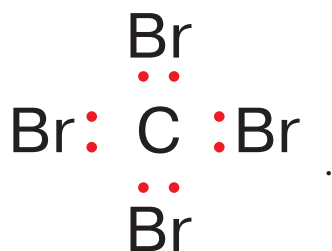
Елемент	Позначення йона	Позначення ступеня окиснення
Калій	K ⁺	⁺¹ K
Оксиген	O ²⁻	⁻² O
Хлор	Cl ⁻	⁻¹ Cl

У йонних сполуках ступінь окиснення і заряд йона збігаються за величиною і зарядом. У ковалентних сполуках ступінь окиснення обчислюють, припускаючи, що спільні для двох атомів електронні пари перейшли на електронну оболонку більш електронегативного атома. Елемент із більшою електронегативністю має негативний ступінь окиснення, з меншою — позитивний.

Приклад 1. Калій хлорид KCl складається з йонів K⁺ і Cl⁻. Ступені окиснення збігаються із зарядами йонів:



Приклад 2. Молекула тетрабромометану CBr₄ складається з одного атома Карбону й чотирьох атомів Броду, що поєднані ковалентними зв'язками. Скориставшись рядом електронегативності, з'ясуємо, що Бром має більшу електронегативність, тому спільні електронні пари зміщені до його атомів:

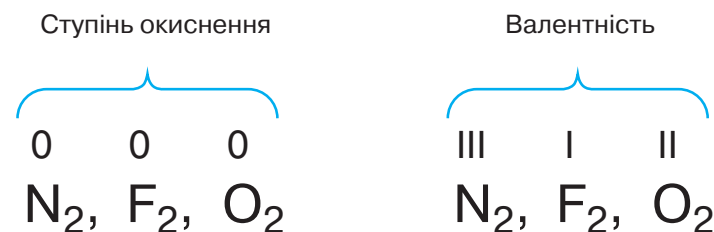


За кількістю зміщених електронних пар встановлюємо, що ступінь окиснення Карбону дорівнює +4, Броду — -1:



Завдання 2. Визнач кількість спільних електронних пар у молекулі гідроген сульфіді H₂S. До якого атома вони зміщені? Які ступені окиснення елементів у цій сполуці?

Для більшості хімічних елементів числові значення ступеня окиснення й валентності збігаються. Не збігаються вони у двоатомних молекулах неметалів — валентність дорівнює кількості спільних електронних пар, а ступінь окиснення має нульове значення, оскільки спільні електронні пари не зміщуються до жодного з атомів.



Завдання 3. Поясни, чому в наведених прикладах атоми мають однаковий ступінь окиснення і різну валентність.

Хоча валентність і ступінь окиснення — нетотожні поняття, валентність дотепер вказують у назвах йонних сполук, наприклад: купрум(II) оксид, ферум(III) оксид, купрум(II) сульфат.

Електронна природа хімічного зв'язку дала змогу сформулювати правила, що стосуються ступенів окиснення хімічних елементів. Ці правила полегшують складання формул / формульних одиниць речовин за відомими ступенями окиснення хімічних елементів.

1. Ступінь окиснення елемента у **вільному стані (простій речовині)** нульовий.
2. **Металічні елементи** у сполуках мають тільки позитивний ступінь окиснення, числове значення якого дорівнює кількості відданих валентних електронів.
3. **Флуор** у складних речовинах має позитивний ступінь окиснення -1, у простій речовині фторі ступінь окиснення Флуору дорівнює 0.
4. **Оксиген** у складних речовинах має ступінь окиснення -2 (винятки: сполука з Флуором, пероксида), у простій речовині — кисні ступінь окиснення Оксигену 0.
5. Ступінь окиснення **Гідрогену** у сполуках з неметалічними елементами дорівнює +1, з металами -1, у водні — 0.
6. **Максимально можливий позитивний ступінь окиснення елементів** головних підгруп дорівнює їх номеру (виняток: Cu, O, Br та деякі інші).
7. **Мінімальний ступінь окиснення неметалічних елементів** дорівнює різниці числа 8 і номера групи короткої форми періодичної таблиці.

8. У бінарних сполуках неметалічних елементів елемент з меншою електронегативністю має позитивний ступінь окиснення, елемент з більшою електронегативністю — негативний ступінь окиснення.

9. У будь-якій молекулі чи йонному кристалі алгебраїчна сума позитивних ступенів окиснення дорівнює сумі негативних.

ЯК ВИЗНАЧИТИ СТУПЕНІ ОКИСНЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ У БІНАРНИЙ СПОЛУЦІ? Оскільки алгебраїчна сума ступенів окиснення всіх елементів у речовині дорівнює нулю, то за відомим ступенем окиснення одного елемента можна визначити ступінь окиснення іншого без розгляду механізму утворення хімічного зв'язку в ній.

Приклад 3. Визначимо ступінь окиснення Фосфору за формулою оксиду P_2O_3 .

Міркування:

1. Більш електронегативний Оксиген має ступінь окиснення -2 .
2. Алгебраїчна сума ступенів окиснення Оксигену дорівнює -6 :
 $-2 \cdot 3 = -6$.
3. Алгебраїчна сума ступенів окиснення Фосфору має дорівнювати $+6$.
4. Обчислюємо ступінь окиснення Фосфору в цій сполуці:
 $+6 : 2 = +3$.

Відповідь: ступінь окиснення Фосфору у сполуці P_2O_3 дорівнює $+3$.

У формулах бінарних сполук прийнято першим записувати елемент із позитивним ступенем окиснення. Є винятки, наприклад амоніак NH_3 . Тому слід орієнтуватись на розглянутий алгоритм, а не на послідовність запису символів елементів у формулі.

Завдання 4. Визнач ступені окиснення Нітрогену у формулах: N_2 , N_2O , N_2O_3 , Li_3N , NO_2 , NH_3 , Mg_3N_2 .

ЯК СКЛАСТИ ФОРМУЛУ БІНАРНОЇ СПОЛУКИ ЗА ЗНАЧЕННЯМИ СТУПЕНІВ ОКИСНЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ? Розглянемо складання формули бінарної сполуки на конкретному прикладі (таб. 32).

Таблиця 32

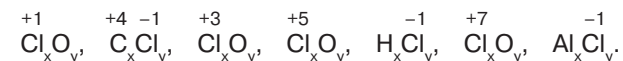
Алгоритм складання хімічної формули речовини за відомими ступенями окиснення елементів

Завдання. Скласти формулу бінарної сполуки Оксигену і Феруму зі ступенем окиснення $+3$	
Послідовність дій	Результат дії
Записуємо символи елементів	FeO
Позначаємо над символами елементів ступені окиснення	$+3 \quad -2$ FeO
Обчислюємо найменше спільне кратне для числових значень ступенів окиснення обох елементів	6

Послідовність дій	Результат дії
Почерговим діленням спільного кратного на числове значення ступенів окиснення елементів знаходимо індекси	індекс Феруму — 2, індекс Оксигену — 3
Відповідь	Fe_2O_3



Завдання 1. Користуючись правилами визначення ступенів окиснення, складіть формули зазначених сполук Хлору:



Завдання 2. Попрацюйте з відповідями учня / учениці. Чи з усіма погоджуєтесь? Якщо маєте власну думку, то озвучте її групі й аргументуйте.

1. Оксиген і Нітроген мають однаковий ступінь окиснення, але різну валентність.
2. В оксидах CrO і CrO_3 Хром має однаковий ступінь окиснення.
3. Ступінь окиснення Карбону у вуглекислому газі дорівнює ступеню його окиснення у метані.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Сформулюй визначення ступеня окиснення, поясни, чи тотожне воно з поняттям валентності.
2. Поясни на основі електронної теорії хімічного зв'язку, чому металічні хімічні елементи у сполуках мають позитивний ступінь окиснення.
3. Який елемент у сполуці, формула якої SF_6 , має позитивний ступінь окиснення, а який — негативний? Аргументуй свою відповідь.
4. Склади формули оксидів Мангану Mn зі ступенями окиснення $+2$, $+4$, $+6$, $+7$.
5. Чи може Флуор набувати позитивного ступеня окиснення, а Сульфур — негативного?
6. У відповідни формулу оксиду і ступінь окиснення елемента в ньому.

Формула оксиду	Ступінь окиснення
1 Cr_2O_3	A $+1$
2 MnO_2	Б $+2$
3 V_2O_5	В $+3$
4 MgO	Г $+4$
	Д $+5$

7. Склади формули бінарних сполук Нітрогену з Натрієм, Магнієм, Алюмінієм, Калієм.



§ 41

АМОРФНІ РЕЧОВИНИ. АТОМНІ Й МОЛЕКУЛЯРНІ КРИСТАЛИ

- Визнач ознаку, за якою укладено перелік: молекула, атом, йон.
- Розподіли формули речовин за видами хімічного зв'язку: P_2O_3 , $CuCl_2$, Br_2 .
- З якими кристалічними речовинами тобі доводилося стикатися в побуті?
- Доповни перелік фізичних властивостей речовин: запах, текучість, агрегатний стан, електропровідність.



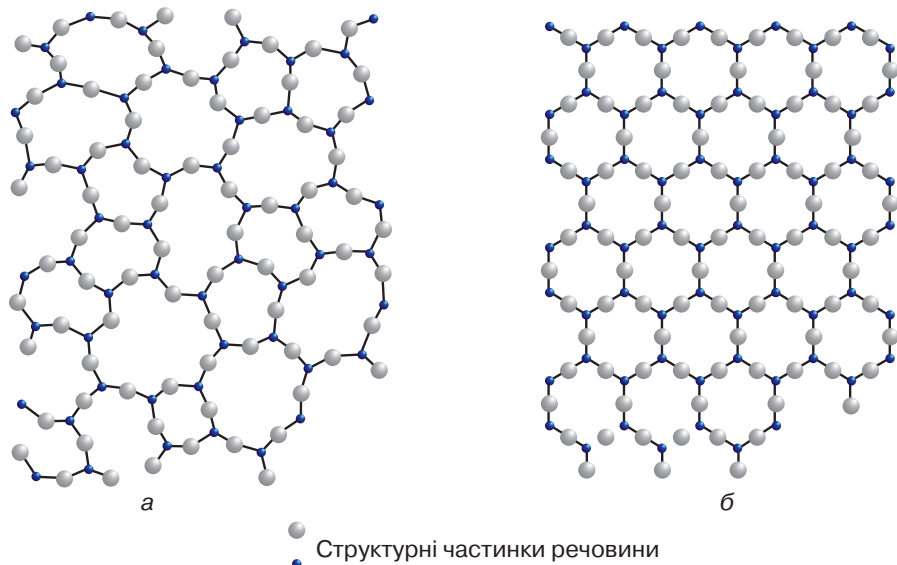
Опрацюй

Зрозумій

Використай

ПОНЯТТЯ ПРО АМОРФНІ Й КРИСТАЛІЧНІ РЕЧОВИНИ. У середовищі існування людини більшість речовин мають твердий агрегатний стан. Залежно від внутрішньої структури тверді речовини класифікують на кристалічні та аморфні.

Завдання 1. Розглянь моделі розташування частинок в аморфній і кристалічній речовинах (мал. 66). В якій із них воно впорядковане, й частинки утворюють правильні геометричні фігури? В якій моделі частинки речовини розміщені хаотично (грецькою мовою «хаос» — безлад, відсутність порядку)?



Мал. 66. Моделі розташування частинок в аморфній (а) і кристалічній (б) речовинах

Аморфними називають речовини, в яких відсутнє впорядковане розташування структурних частинок (атомів і молекул).

Приклади аморфних речовин зображені на малюнку 67.



Крохмаль



Бурштин



Поліетилен

Мал. 67. Приклади аморфних речовин

Кристалічні речовини відрізняються від аморфних впорядкованим розташуванням структурних частинок. Наприклад, у кристалі натрій хлориду кожен катіон Натрію зв'язаний із шістьма рівновіддаленими від нього аніонами Хлору, а кожен аніон Хлору — із шістьма катіонами Натрію (мал. 64, с. 195). Крім йонних кристалів, особливості яких пояснені у параграфі 39, розрізняють атомні й молекулярні кристали.

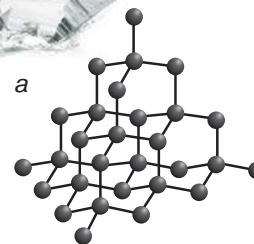
Основною ознакою кристалічних речовин є наявність упорядкованого і симетричного розташування структурних частинок речовини одна відносно одної.

АТОМНІ КРИСТАЛИ мають ґратки, в яких атоми сполучені між собою ковалентними зв'язками. Речовинами з атомними кристалічними ґратками є алмаз, силіцій(IV) карбід, силіцій(IV) оксид, алюміній оксид та інші.

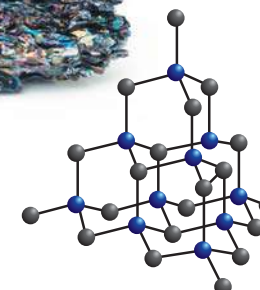
В алмазі (C) кожен атом Карбону зв'язаний ковалентними зв'язками з чотирма сусідніми атомами Карбону (мал. 68, а), у силіцій(IV) карбіді SiC (його ще називають карборунд) кожен з атомів Силіцію і Карбону утворює чотири ковалентні зв'язки з сусідніми атомами (мал. 68, б).



а



б



● атом Карбону
● атом Силіцію

Мал. 68. Алмаз і модель його кристалічної ґратки (а), карборунд і модель його кристалічної ґратки (б)

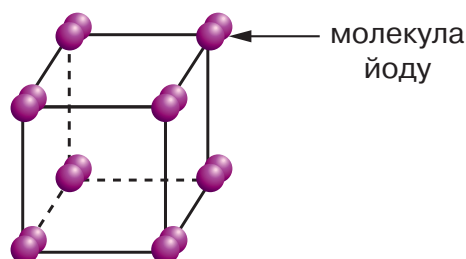
У вузлах атомних кристалічних ґраток розміщені атоми однакових або різних елементів, які зв'язані ковалентними зв'язками.

Зв'язки між атомами в атомних кристалічних ґратках рівноцінні й міцні, тому такі речовини дуже тверді, мають високі температури плавлення і кипіння, практично не розчиняються в жодних розчинниках, не проводять електричний струм. Наприклад, алмаз — найтвердіша природна речовина, температура плавлення якої становить близько 4000 °С. Карборунд трохи поступається алмазу тугоплавкістю: він плавиться за температури близько 3000 °С. Ось чому карборунд є основним матеріалом для виготовлення наждачного паперу, шліфувальних і різальних інструментів. Віднедавна карборунд застосовують у виробництві вогнетривких матеріалів, зносостійких деталей ракетних двигунів.

МОЛЕКУЛЯРНІ КРИСТАЛИ утворюються молекулами, що слабо зв'язані між собою. Тому ці речовини характеризуються невеликою твердістю, легкоплавкі, леткі, часто мають запах. У вузлах молекулярних кристалічних ґраток перебувають молекули речовин із ковалентними зв'язками, наприклад у йоду — двоатомні молекули I_2 (мал. 69).



а

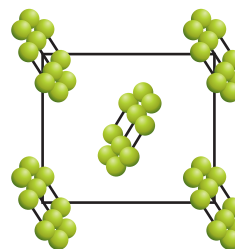


б

Мал. 69. Кристали йоду (а) і модель кристалу йоду (б)

У молекулярних кристалах молекули утримуються слабкими силами міжмолекулярної взаємодії, що робить їх менш міцними порівняно з іншими типами кристалічних ґраток. Завдяки цьому молекули можуть легко «відриватися» від поверхні кристала й переходити у газоподібний стан. Цей процес пояснює появу запаху речовин із молекулярними кристалічними ґратками, наприклад нафталіну. Його молекули здатні випаровуватися навіть при кімнатній температурі, утворюючи характерний запах, що відлякує деяких комах. Тому нафталін використовують для захисту одягу з натуральних вовни й хутра від молі (колаж).

Кристалічні ґратки нафталіну



Нафталінові кульки



Одяг, пошкоджений личинками платтяної молі



Платтяна міль: доросла комаха та личинка



Завдання 2. Дізнайся про правила безпеки під час використання нафталіну в побуті. З'ясуй, чому важливо дотримуватися цих правил, та які існують альтернативи для боротьби з міллю.

У кристалах сахарози (цукру) $C_{12}H_{22}O_{11}$ й глюкози $C_6H_{12}O_6$ молекули утримуються слабкими силами міжмолекулярної взаємодії, тому ці речовини легкоплавкі, крихкі.

Завдання 3. Молекулярні кристалічні ґратки розглянь за покликанням <https://qr.orioncentr.com.ua/B7vaE> або QR-кодом. Запиши назви і формули речовин з відео.



У молекулярних кристалах зв'язки між молекулами слабкі й легко руйнуються, тому температури плавлення і кипіння речовин невисокі.



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

Сахароза — безбарвна кристалічна речовина, яка добре розчиняється у воді, має солодкий смак. Температура плавлення сахарози +160 °С. Після застигання розплавленої сахарози утворюється прозора карамель.

Трапляється, що відкривши банку варення, яке зберігалось кілька років, на його поверхні можна виявити тверду цукрову скоринку, а то й кристалики цукру в товщі варення. Звідки вони взялися?

Як відомо, для приготування варення використовують здебільшого фрукти і цукор. Від тривалого зберігання варення цукор починає кристалізуватись — утворювати кристали.

Кристалізація цукру є небажаним явищем під час зберігання багатьох кондитерських виробів, цукрово-фруктових та цукрово-овочевих сумішей. А от у виробництві кристалічного ірису, навпаки, прагнуть прискорити процес кристалізації. У виробництві мармеладу і пастили цей процес регулюють так, щоб утворилася тоненька кристалічна скоринка, яка надає виробам привабливого вигляду.



ЧУМО ДОСЛІДЖУВАТИ

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕЧОВИН ІЗ РІЗНИМИ ВИДАМИ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Правила безпеки:

- використовуй невеликі кількості речовин;
- дотримуйся правил безпеки під час користування нагрівними приладами.

Речовини та обладнання: натрій хлорид, сахароза, кварцовий пісок, графіт (стрижень і порошок), ванілін, збільшувальне скло, вода, пробірки, три склянки, порцелянова ступка з товчачиком, три металеві ложки для спалювання речовин, шпатель, нагрівний прилад.

Крок 1. Розглянь видані речовини за допомогою збільшувального скла. Чи однакову форму мають досліджувані кристали? Які речовини мають запах?

Крок 2. Скориставшись порцеляною ступкою і товчачиком, встанови, чи легко подрібнити кожну з досліджуваних речовин.

Крок 3. Досліди розчинність речовин у воді і зроби висновок про розчинність кожної з них. Зазнач, який вид хімічного зв'язку і тип кристалічних ґраток у кожній речовині.

Крок 4. Досліди плавлення речовин, скориставшись металевими ложками. У першу ложку помісти сахарозу (1/2 ложки), у другу — кухонну сіль, у третю — порошок графіту. Нагривай 1–2 хвилини в полум'ї пальника. Спостерігай за здатністю речовин до плавлення.

Крок 5. Накресли в робочому зошиті таблицю 33 (с. 209) і заповни її.

Таблиця 33

Досліджувана речовина	Фізичні властивості	Вид хімічного зв'язку	Тип кристалічних ґраток

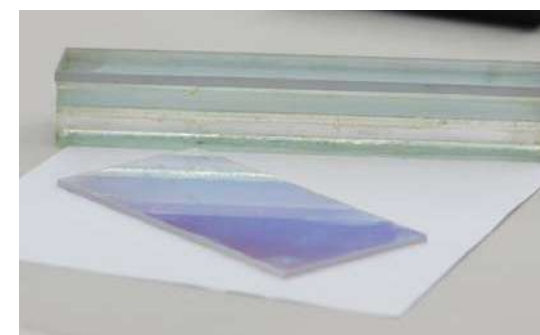
Крок 6. Класифікуй досліджені речовини за типами кристалічних ґраток, спираючись на їхні фізичні властивості. Які теоретичні знання здобули підтвердження в цьому дослідженні?

Тривалий час людина використовувала кристали як матеріал для виготовлення різноманітних прикрас (мал. 70).



Мал. 70. Ювелірні прикраси з кристалами

Натепер у лабораторіях спеціально вирощують штучні кристали для різноманітних галузей науки й техніки. Наприклад, кремнієві кристали є матеріалом для виготовлення комп'ютерних мікрочипів та інших виробів мікроелектроніки. Сапфірові кристали наявні в лазерних системах і оптичних приладах медичного призначення, матеріалах, що замінюють кісткову тканину (у стоматології, ортопедії). Також сапфіри застосовують у військовій техніці: з них виготовляють прозору броню, яка легка і міцна (мал. 71). Такі розробки дають змогу захищати бойові машини й людей.



Мал. 71. Зразки сапфірового скла для броньованих машин

Найбільший штучний кристал сапфіру був вирощений в Україні вченими Інституту монокристалів НАН України (м. Харків). Кристал важить майже 50 кг і має довжину 80 см. Вчені цього інституту Л. Л. Нагорна, О. В. Шишкін та інші своїми науковими відкриттями світового рівня зробили вагомий внесок у розвиток сучасної кристалографії.



Медіапошук

За доступними інформаційними джерелами підготуй розповідь про кристалографію, її фундаторів; наведи приклади та розкрий значення наукових відкриттів у цій галузі.



ТОБІ ДО СНАГИ

1. Склади схему класифікації кристалічних речовин, ілюструй її формулами сполук: KCl , I_2 , C (графіт), SiO_2 .
2. Чим аморфні речовини відрізняються від кристалічних?
3. Що спільного між алмазом, кухонною сіллю і «сухим льодом» — твердим вуглекислим газом?
4. Чим відрізняються дві карбоновмісні речовини — алмаз і «сухий лід»? Для пояснення скористайся схемою кристалічних ґраток цих речовин і науковою термінологією.
5. Укажи рядок, у якому записано лише аморфні речовини.
А вода, вуглекислий газ
Б натрій хлорид, кальцій гідроксид
В йод, алмаз
Г поліетилен, бурштин
6. Для виготовлення десертів використовують ванілін $C_8H_8O_3$ — кристалічну речовину з приємним ароматом. Спрогнозуй тип кристалічної ґратки ваніліну.
7. Проаналізуй твердження 1 і 2 та обері правильний варіант відповіді.

Твердження 1. Тип кристалічних ґраток впливає на фізичні властивості речовин.

Твердження 2. Поміж кристалів атомні — найміцніші, а молекулярні — крихкі.

- А** правильні обидва твердження
Б правильне лише твердження 1
В правильне лише твердження 2
Г неправильні обидва твердження

8. Заповни в робочому зошиті таблицю 34, використовуючи, де потрібно, прикметники, що виражають характерну властивість кристалічних ґраток.

Таблиця 34

Характеристики	Тип кристалічних ґраток		
	йонна	атомна	молекулярна
Хімічний зв'язок			
Частинки у вузлах ґраток			
Леткість			
Твердість			
Температура плавлення і кипіння			
Розчинність у воді			
Здатність проводити електричний струм			



9. Парафін і стеарин (з них виготовляють парафінові та стеаринові свічки) являють собою суміші твердих органічних речовин. Перевір за допомогою дослідів розчинність кожної суміші у воді, встанови, тугоплавкими чи легкоплавкими вони є. Спрогнозуй типи кристалічних ґраток речовин, з яких ці суміші утворені.

§ 42 САМООЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ІЗ ТЕМИ 4 «ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ»

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



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

Завдання 2. Якщо у тебе немає можливості роздрукувати шаблон із завдання 1, то створи його самостійно у зошиті. Для цього проаналізуй схеми на с. 212, 213, 214 і на їх основі накресли таблицю із трьома варіантами оцінки: «Так», «Частково», «Ні».





Завдання 3. Оціни свої досягнення в пізнанні хімії. Для цього у створеній тобою таблиці вибери один із трьох варіантів оцінки.

Завдання 4. Для оцінки своєї роботи в групі на основі схеми створи у зошиті ще одну таблицю із трьома варіантами оцінки: «Завжди», «Часто», «Інколи».



Завдання 5. Запиши в зошиті відповідь на запитання: «Наскільки корисною була для тебе співпраця у групі? Чим саме?».

Завдання 6. Запиши в зошиті, що цікавого і корисного ти дізнався / дізналася, опрацювавши цю тему. Де і з якою метою ти зможеш використати набуті знання? Порівняй свої відповіді з відповідями однокласників / однокласниць.

Завдання 7. Пригадай і запиши в зошиті своє найбільше досягнення під час вивчення теми «Досліджуємо будову речовини».

Завдання 8. Запиши в зошиті власні пропозиції щодо змісту і завдань теми «Досліджуємо будову речовини», які, на твою думку, покращать сприйняття й засвоєння матеріалу.



§ 43

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ
ВИВЧЕННЯ ТЕМИ 4 «ДОСЛІДЖУЄМО
БУДОВУ РЕЧОВИНИ»

Виконання вправ, наведених у цьому параграфі, й онлайн-тесту дасть тобі змогу повторити та узагальнити вивчене в темі 4 про види хімічного зв'язку, ступені окиснення хімічних елементів, кристалічний та аморфний стани речовини й діагностувати результати навчання.

Виконай вправи

1. Склади графічну електронну формулу атома Флуору. Скільки в ній: а) спарених електронів; б) неспарених електронів; в) *s*-електронів; г) *p*-електронів; д) електронів не вистачає для завершення зовнішнього енергетичного рівня?
2. Напиши графічні електронні формули Нітрогену й Флуору; зазнач, атом якого елемента має більше неспарених електронів.
3. Спрогнозуй вид хімічного зв'язку між атомами з такими електронними конфігураціями зовнішнього енергетичного рівня: $\dots 3s^1$ і $\dots 3s^2 3p^4$; змодельуй його утворення.
4. Якими способами атоми можуть досягати завершеності зовнішнього енергетичного рівня?
5. Дай відповідь на запитання: «Чим атом Калію відрізняється від йону Калію?».
6. За наведеною будовою визнач і назви частинки речовини:
 - а) $+3, 2\bar{e}$;
 - б) $+8, 2\bar{e}, 6\bar{e}$;
 - в) $+9, 2\bar{e}, 8\bar{e}$;
 - г) $+20, 2\bar{e}, 8\bar{e}, 8\bar{e}, 2\bar{e}$.
7. Змодельуй утворення хімічного зв'язку в молекулі карбон(II) оксиду.
8. З наведеного переліку формул випиши формули речовин з ковалентним неполярним зв'язком: BaO , Br_2 , MgCl_2 , CH_4 , SO_2 , H_2 , H_2Se , O_2 , PH_3 , Na_2O , CaF_2 .
9. Порівняй хімічний зв'язок у молекулах хлору і гідроген хлориду, кисню й азоту. Заповни в зошиті таблицю результатами порівняння.

Формули речовин	Результати порівняння	
	спільне	відмінне
Cl_2, HCl		
O_2, N_2		

10. Змодельуй утворення хімічного зв'язку в молекулі кисню, зазнач вид хімічного зв'язку, валентність і ступінь окиснення Оксигену в ній.
11. Запиши будову електронних оболонок катіона Кальцію та аніона Сульфурі порівняй їх.
12. Назви структурні частинки речовин, формули яких: а) H_2O ; б) O_2 ; в) CaF_2 ; г) C (алмаз).
13. Склади схеми будови йонів K^+ , Mg^{2+} , Cl^- . Запиши формули утворених цими йонами бінарних сполук.
14. Назви частинки, що складаються з: а) 15 протонів і 15 електронів; б) 8 протонів і 10 електронів.
15. Запиши формули речовин і класифікуй їх за різновидом хімічного зв'язку: магній оксид, чадний газ, азот, барій хлорид, вода, кисень.
16. Яка відмінність між властивостями кристалічних речовин атомної, молекулярної та йонної будови? Наведи приклади.
17. Закінчи речення.
Найбільша електронегативність у _____.
Елемент у вільному стані має ступінь окиснення _____.
Зовнішній енергетичний рівень вважається завершеним, якщо він містить _____ електронів.
18. Укажи якомога більше ознак, що характеризують рядок формул:
 MgO , Al_2O_3 , FeO , Li_2O .
19. Напиши формулу сполуки Фосфору із Хлором, у якій Фосфор виявляє свій максимальний ступінь окиснення, а Хлор — мінімальний.
20. Склади формули бінарних сполук за ступенями окиснення:

+3	+4	+3	+6	+7	-3	+3
In_xO_y	Rb_xO_y	Ti_xO_y	La_xO_y	W_xO_y	Tc_xO_y	As_xH_y , Ac_xO_y , Ca_xH_y

Виконай онлайн-тест.

Для цього перейди за покликанням
<https://qr.orioncentr.com.ua/RuStq>
або скористайся смартфоном — зчитай QR-код.



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

Бажаємо успіху та високого результату!



ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Актиноїди	162
Аморфні речовини.....	204
Аніон.....	187
Атом	8
Атомна орбіталь.....	138
Атомний номер	143

Б

Бінарні сполуки	16
Біогаз.....	120

В

Валентність	16
Відносна атомна маса	21
Відносна густина газів.....	65
Відносна молекулярна маса	21
Водень.....	104
Вуглекислий газ	111

Г

Галогени.....	152
Горіння.....	87
Графічна електронна формула	180
Група	160

Е

Електрон	132
Електронегативність	188
Електрони валентні – неспарені	181
– спарені	180
Енергетична комірка.....	180
Енергетичний підрівень.....	140
Енергетичний рівень – внутрішній.....	139
– зовнішній	139
– завершений	149

З

Закон Авогадро	56
Закон періодичний.....	153

І

Ізотопи	135
Індекс	9
Інертні гази.....	149
Інертні елементи.....	149

Й

Йон (іон).....	185
----------------	-----

К

Каталізатор	76
Катіон	186
Кисень	70
Кислота	95
Кислотний залишок	95
Кількість речовини	31
Кристал.....	195
Кристалічні ґратки – атомна	206
– йонна	195
– молекулярна	207

Л

Лантаноїди	162
Лужні елементи	150

М

Масова частка елемента в речовині.....	25
Метан	118
Моделі атома – Резерфорда.....	137
– Томсона	132
Моль	31
Молярна маса	33
Молярний об'єм	54

Н	
Нейтрон.....	132
Нейтронне число.....	134
Номенклатура речовин.....	16
Нормальні умови.....	54
Нуклід.....	134
Нуклонне (масове) число.....	134

О	
Озон.....	148
Оксид.....	91

П	
Період.....	160
Періодична система хімічних елементів.....	159
Періодична таблиця	
– довга форма.....	160
– коротка форма.....	160
Підгрупа	
– головна.....	161
– побічна.....	161
Поширеність у природі та використання	
– водню.....	106
– вуглекислого газу.....	111
– кисню.....	97
– метану.....	118
– озону.....	100
– оксидів.....	92
– повітря.....	60
– чадного газу.....	115
Продукти реакції.....	11
Протон.....	132
Протонне число.....	134

Р	
Реагенти / реактанти.....	11
Реакція	
– заміщення.....	105
– розкладу.....	78
– сполучення.....	86
Ряд електронегативності елементів.....	188

С	
Спільна електронна пара.....	189
Стала Авогадро.....	31
Структурна формула.....	17
Ступінь окиснення.....	199
Субатомні частинки.....	132
Схема реакції.....	11

Ф	
Фізичні властивості:	
– водню.....	105
– вуглекислого газу.....	111
– кисню.....	74
– метану.....	119
– озону.....	100
– повітря.....	60
– чадного газу.....	115
Формульна одиниця речовини.....	22

Х	
Хімічна формула.....	9
Хімічне рівняння.....	12
Хімічний зв'язок.....	179
– йонний.....	193
– ковалентний неполярний.....	190
– ковалентний полярний.....	192

Ч	
Чадний газ.....	115



ФІЗИЧНІ ВЕЛИЧИНИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ У ХІМІЇ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧОВИН

Назва величини	Позначення	Формула для обчислення або значення	Одиниці вимірювання
Відносна молекулярна маса	M_r (речовини)	$M_r(\text{речовини } A_x B_y) = x \cdot A_r(A) + y \cdot A_r(B)$	Не має розмірності
Масова частка елемента (Е) у сполуці	w	$w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{спол.})} \quad (1)$ $w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{спол.})} \cdot 100 \% \quad (2)$	Не має розмірності (1) або % (2)
Стала Авогадро	N_A	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$	моль ⁻¹ (1/моль)
Кількість речовини	n	$n = \frac{m}{M}, n = \frac{V}{V_m}, n = \frac{N}{N_A}$	моль
Кількість структурних частинок речовини	N	$N = n \cdot N_A$	Молекул, атомів, йонів
Молярна маса	M	$M = \frac{m}{n}$	г/моль
Маса речовини	m	$m = n \cdot M$	кг, г
Молярний об'єм газу за н. у.	V_m	22,4	л/моль м ³ /моль
Об'єм речовини за нормальних умов (н. у.)	V	$V = n \cdot V_m$	мл, л, м ³
Відносна густина	$D_{\text{газ 2}}(\text{газ 1})$	$D = \frac{M_{r1}}{M_{r2}}$	Не має розмірності
Відносна густина газу за повітрям	$D_{\text{пов.}}(\text{газу})$	$\frac{M_r(\text{газу})}{29}$	Не має розмірності



ВІДПОВІДІ ДО РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ

- § 4. 6. $M_r(C_2H_6O) = 46$. 7. 4 молекули.
- § 5. 1. $w(H) = 0,03$ (або 3 %); $w(P) = 0,32$ (або 32 %); $w(O) = 0,65$ (або 65 %).
2. $w(Ca) = 29$ %. 4. $m(Al) = 3,78$ г. 6. $w(C) = 0,49$ (або 49 %);
 $w(H) = 0,05$ (або 5 %); $w(N) = 0,29$ (або 29 %); $w(O) = 0,17$ (або 17 %).
- § 6. 3. $54,18 \cdot 10^{23}$ атомів. 4. $n(N_2) = 0,3$ моль. 5. $0,602 \cdot 10^{23}$ формульних
одиниць. 6. $30,1 \cdot 10^{23}$ молекул. 7. $60,2 \cdot 10^{23}$ молекул.
- § 7. 6. $m(C_3H_6O_3) = 450$ г.
- § 8. 2. а) $m(NH_3) = 85$ г; б) $m(Mg) = 72$ г. 3. $m(O_2) = 96$ г;
 $N(C) = 6,02 \cdot 10^{23}$ атомів; $n(Na) = 2$ моль. 5. $N(Fe) = 1,6 \cdot 10^{22}$ атомів;
 $N(K) = 1,3 \cdot 10^{22}$ атомів; $N(Mg) = 2,4 \cdot 10^{21}$ атомів. 6. $n(Ca) = 0,03$ моль.
- § 9. 4. $n(CH_4) = 20$ моль
- § 11. 5. $w(N) = 0,22$ (або 22 %). 7. $m(H_2) = 2$ г; $m(C_6H_{12}O_6) = 360$ г;
 $m(CaS) = 216$ г. 8. $n(H_2O) = 15$ моль; $n(C_6H_{12}O_6) = 1,5$ моль;
 $n(HNO_3) = 3$ моль $N(H_2O) = 90,3 \cdot 10^{23}$ молекул; $N(C_6H_{12}O_6) = 9,03 \cdot 10^{23}$
молекул; $N(HNO_3) = 18,06 \cdot 10^{23}$ молекул. 10. $m(SO_2) = 704$ г.
11. а) $m(O_2) = 256$ г; б) $n(O_2) = 8$ моль.
- § 12. 3. $V(Cl_2) = 112$ л.
- § 13. 1. $V(\text{повітря}) = 3333$ л.
- § 14. 5. а) $m(\text{газу}) = 1,98$ г; б) $D_{\text{пов.}}(\text{газу}) = 1,5$. 6. C_3H_8 .
- § 15. 3. $V(O_2) = 89,6$ л. 4. $V(O_2) = 4055$ л; $V(CO_2) = 4055$ л.
- § 17. 1. $V(C_2H_2) = 200$ л; $V(O_2) = 500$ л. 2. $V(O_2) = 60$ л. 3. $V(NO_2) = 80$ л.
- § 18. 4. $V(O_2) = 672$ м³; $V(CO_2) = 336$ м³.
- § 19. 5. $m(LiOH) = 192$ г; $m(H_2SO_3) = 328$ г.
- § 21. 2. $V(O_2) = 600$ л; $m(O_2) = 857$ г.
- § 22. 5. $V(H_2) = 33,6$ л; $V(O_2) = 16,8$ л.
- § 23. 2. $V(CO) = 224$ л. 3. $V(\text{повітря}) = 533$ л; $V(CO_2) = 112$ л.
- § 24. 2. $V(CO_2) = 200$ м³. 5. 3,5 місяці.
- § 26. 3. $D_{H_2}(\text{газу}) = 17$. 5. $m(C) = 54$ г. 11. $m(O_2) = 0,8$ г. 18. $w(O) = 0,07$ (або
7 %).



ОРІЄНТОВНА ТЕМАТИКА НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

Тема 1. ПІЗНАЄМО КІЛЬКІСНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ

1. Створення порадника «Як безпомилково складати і називати формули бінарних сполук».
2. Що і навіщо варто знати про масову частку елемента у сполуці.
3. Моделювання об'єктів кількістю речовини 1 моль.
4. Створення інтелект-карти «Кількісні закони хімії».
5. Кількісні закони хімії: як вони стануть тобі у пригоді?

Тема 2. ДОСЛІДЖУЄМО ГАЗИ ДОВКІЛЛЯ

1. Оцінювання якості повітря у твоїй місцевості.
2. Таємниці вогню.
3. Каталізатори в природі й побуті.
4. Збереження озонового шару: що може і повинен робити кожен?
5. Закон Авогадро: ключ до таємниці об'ємів газів.
6. Створення моделі, що ілюструє закон Авогадро.
7. Об'єми газів: математика повітря.
8. Вуглекислий газ — товариш чи супротивник мешканців планети Земля?
9. Чадний газ: невидима загроза.
10. Як війна впливає на склад повітря.
11. Біогаз і зелений водень: енергія майбутнього.

Тема 3. ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ АТОМА

1. Подорож углиб атома і відкриття його таємниць.
2. Історія і сучасність періодичної системи.
3. Цікаві історії з відкриття хімічних елементів.
4. Хімічні елементи в організмі людини.
5. Хімічні елементи у Всесвіті.
6. Різноманітність періодичних змін у природі.
7. Як у сучасній науці здійснюють відкриття нових хімічних елементів.

Тема 4. ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ РЕЧОВИНИ

1. Завдяки чому існує так багато речовин?
2. Подорож у світ молекул: невидимі зв'язки і видимі прояви їхньої наявності.
3. Моделювання кристалічних ґраток речовин різної будови.
4. Легенди й наукові факти про кристали.
5. Світ кристалів — світ краси.
6. Кристали й аморфні речовини як матеріали сучасності й майбутнього.

Навчальне видання

**ЯРОШЕНКО Ольга Григорівна
КОРШЕВНЮК Тетяна Валеріївна**

ХІМІЯ

Підручник

для 8 класу закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Підручник відповідає Державним санітарним нормам і правилам
«Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

Головна редакторка І. В. Красуцька

Редактор О. С. Ісак

Головна художниця І. П. Медведовська

Художня редакторка І. П. Медведовська

Коректорки О. В. Должикова, Ю. А. Полулященко

Художниця О. С. Шуклінова

В оформленні посібника використано світлини *І. Красуцького, В. Соловйова*,
а також матеріали із фотобанку *Shutterstock.com* та інших вільних інтернет-джерел

Бренди та ресурси зображуються лише з освітньою метою
та не є закликом до їх купівлі / відвідування

Формат $70 \times 100 \frac{1}{16}$. Ум. друк. арк. 18,2 + 0,324 форзац.

Обл.-вид. арк. 16,38 + 0,55 форзац.

Зам. №

ТОВ «Український освітянський видавничий центр «Оріон»

Свідоцтво «Про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції»

Серія ДК № 4918 від 17.06.2015 р.

Адреса видавництва: 03061, м. Київ, вул. Миколи Шепелєва, 2

ПЕРІОДИЧНА ТАБЛИЦЯ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (довга форма)

Періоди	ГРУПИ ЕЛЕМЕНТІВ																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	s-елементи Відносна атомна маса елемента Символ елемента Назва елемента Порядковий номер 4,0 He Гелій 2																	
2	1,0 H Гідроген 1																	
3	6,9 Li Літій 3	9,0 Be Берилій 4																
4	23,0 Na Натрій 11	24,3 Mg Магній 12																
5	39,1 K Калій 19	40,1 Ca Кальцій 20	45,0 Sc Скандій 21	47,9 Ti Титан 22	50,9 V Ванадій 23	52,0 Cr Хром 24	54,9 Mn Манган 25	55,9 Fe Ферум 26	58,9 Co Кобальт 27	58,7 Ni Нікол 28	63,5 Cu Купрум 29	65,4 Zn Цинк 30	69,7 Ga Галій 31	72,6 Ge Германій 32	74,9 As Арсен 33	79,0 Se Селен 34	79,9 Br Бром 35	83,8 Kr Криптон 36
6	85,5 Rb Рубідій 37	87,6 Sr Стронцій 38	88,9 Y Ітрій 39	91,2 Zr Цирконій 40	92,9 Nb Ніобій 41	95,9 Mo Молібде 42	(99) Tc Технецій 43	101,1 Ru Рутеній 44	102,9 Rh Родій 45	106,4 Pd Паладій 46	107,9 Ag Аргентум 47	112,4 Cd Кадмій 48	114,8 In Індій 49	118,7 Sn Станум 50	121,8 Sb Стибій 51	127,6 Te Телур 52	126,9 I Йод 53	131,3 Xe Ксенон 54
7	132,9 Cs Цезій 55	137,3 Ba Барій 56	138,9 La* Лантан 57	178,5 Hf Гафній 72	181,0 Ta Тантал 73	183,9 W Вольфрам 74	186,2 Re Реній 75	190,2 Os Осмій 76	192,2 Ir Іридій 77	195,1 Pt Платина 78	197,0 Au Аурум 79	200,6 Hd Меркурій 80	204,4 Tl Талій 81	207,2 Pb Плюмбум 82	209,2 Bi Бісмут 83	(209) Po Полоній 84	(210) At Астат 85	(222) Rn Радон 86
8	(223) Fr Францій 87	(226) Ra Радій 88	(227) Ac** Актиній 89	(261) Rf Резерфордій 104	(262) Db Дубній 105	(263) Sg Сиборгій 106	(262) Bh Борій 107	(265) Hs Гасій 108	(266) Mt Майтнерій 109	(281) Ds Дармштадтій 110	(280) Rg Рентгеній 111	(285) Cn Коперницій 112	(284) Nh Ніконій 113	(289) Fl Флеровій 114	(288) Mc Московій 115	(293) Lv Ліверморій 116	(294) Ts Теннессин 117	(294) Og Оганесон 118

f-елементи														
* Лантаноїди	140,1 Ce Церій 58	140,1 Pr Празеодим 58	144,2 Nd Неодим 60	(147) Pm Прометій 61	150,4 Sm Самарій 62	152,0 Eu Європій 63	157,3 Gd Гадоліній 64	158,9 Tb Тербій 65	162,5 Dy Диспрозій 66	164,9 Ho Гольмій 67	167,3 Er Ербій 68	168,9 Tm Тулій 69	173,0 Yb Ітербій 70	175,0 Lu Лютецій 71
** Актиноїди	232,0 Th Торій 90	(231) Pa Протактиній 91	238 U Уран 92	(237) Np Нептуній 93	(244) Pu Плутоній 94	(243) Am Америцій 95	(247) Cm Кюрій 96	(247) Bk Берклій 97	(249) Cf Каліфорній 98	(252) Es Ейнштейній 99	(257) Fm Фермій 100	(258) Md Менделевій 101	(259) No Нобелій 102	(260) Lr Лоуренсій 103