

І. Вступ

§ 1. Речовини

Хімія, біологія, фізика – науки, що вивчають природу. Природа – це повітря, вода, Земля, Сонце, Місяць, рослини, тварини, люди. **Природа** – це **різні форми матерії**, що безперервно **змінюються і рухаються**. Відомі дві форми існування матерії – речовина і поле.

Поле – це вид матерії, що **не має маси спокою**.

Речовина – це вид матерії, що складається з окремих часток, які **мають масу спокою**. Такими частинами можуть бути атоми, молекули, електрони, іони та ін.

Хімія – вивчає **властивості, склад, будову і перетворення речовин**.

Хімія – це наука про **речовини** та їх **перетворення**.

Срібло, скло, залізо, сірка, крейда, цукор, кисень, азот – це речовини. Сонце, Місяць, Земля, людина, дім, автобус, склянка, пробірка, ложка – це тіла.

Тілом називають усе те, що **має масу та об'єм**.

Тіла складаються з речовин. Пробірка складається зі скла. Ложка складається зі срібла.

Ключові слова і терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
будова	constitution	structure	بناء
властивість	property	propriete	خصائص
вода	water	eau	ماء
існувати	to exist	exister	وجد؛ بقي
кисень	oxygen	oxygene	اوکسجين
крейда	chalk	craie	طباشير
ложка	spoon	cuiller	ملعقة
маса	mass	masse	كتلة
матерія	matter	matiere	مادة
назва	name	nom	اسم
об'єм	volume	volume	حجم
перетворення	transformation	transformation	تحول كيميائي
перетворювати	to convert	convertir	يتحول؛ يقلب الى
повітря	air	air	هواء
поле	field	champ	مجال
природа	nature	nature	طبيعة
пробірка	test-tube	eprouvette	انبويه الاختبار
речовина	substance	substance	مادة
різний	different, various	different	مختلف
рух	movement	mouvement	حركة
склад	composition	composition	بناء؛ تكوين؛ تركيب
складається з	to consist of	se composer de	يتكون من
скло	glass	verre	زجاج
срібло	silver	argent	فضة

Сіль (NaCl) – тверда речовина білого кольору, без запаху, має солоний смак. Густина солі - 2200 кг/м³. Температура плавлення - 801°C, температура кипіння - 1456°C. Сіль добре розчиняється у воді.

Хімічні властивості речовини – це **здатність** речовини **вступати в хімічну реакцію** з іншими речовинами.

Наприклад, водень вступає в хімічну реакцію з киснем, і утворюється вода.

Ключові слова і терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
агрегатний стан	physical state, state of the matter	e'tat d'agregation	الحالة الفيزيائية
без кольору	colourless	incolore	عديم اللون
вступати в реакцію	to react	reagin	يستجيب؛ يتأثر
газоподібний	gas	gaseux	غاز
густина	density	densite	كثافة
запах	odour	odeur	رائحة
здатність	ability	capacite	قابلية؛ قدرة؛ مقدره
кипіння	boiling	ebulition	غليان
кислота	acide	acide	حامض
колір	colour	couleur	لون
нерозчинний	insoluble	insoluble	لايذوب
плавлення	melting	fusion	يذوب؛ ينصهر
рідкий	liquid	decomposition	تفكك
розчинність	solubility	dissolubilite	قابلية الذوبان؛ ذوبانية
сіль	salt	sel	ملح
смак	taste	saveur	مذاق؛ طعم
спирт	alcohol	alcool	كحول
твердий	solid	solide	صلب
температура	temperature	temperature	درجة الحرارة
температура кипіння	boiling point	temperature de ebulituo	درجة الغليان
температура плавлення	melting popint	temperature de fusion	نقطة الذوبان
утворення	formation	formation	نشوء؛ تكون
характерний	characteristic	characteristique	خاص؛ مميز

Зверніть увагу!

1) **що має що**

Речовини мають властивості.

2) **що розчиняється у чому**

Сіль розчиняється у воді.

3) **що вступає в реакцію з чим і утворюється що**

Водень вступає в реакцію з киснем, і утворюється вода.

Контрольні запитання

1. Які властивості речовин ви знаєте?
2. Які фізичні властивості речовин ви знаєте?
3. Назвіть агрегатні стани речовини.
4. Що таке хімічні властивості речовини?

Завдання для самостійної роботи

1. Опишіть властивості речовин, що подані у таблиці 1, за схемою: а) агрегатний стан; б) колір; в) запах, смак; г) густина; д) температура кипіння, температура плавлення; е) розчинність.

Таблиця 1. Густина, температури плавлення та кипіння деяких речовин.

Речовина	Густина, кг/м ³	Температура, °C	
		плавлення	кипіння
Вода (H ₂ O)	1000	0	100
Сульфатна кислота (H ₂ SO ₄)	1840	10,4	338
Оцтова кислота (CH ₃ COOH)	1049	16,6	118,1
Карбон (IV) оксид (CO ₂)	1980	-56,6	-78,5
Йод (I ₂)	4940	113,7	184,5
Сірка (S)	2100	112,8	445
Срібло (Ag)	10500	961,3	2180
Кисень (O ₂)	1430	-218,7	-183
Азот (N ₂)	1250	-209,9	-195,8

§ 3. Фізичні та хімічні явища. Хімічні перетворення. Типи хімічних реакцій

Природа весь час змінюється. **Будь-які зміни** в природі – це **явища**. Рух людини, рух Землі, горіння сірника, розчинення цукру у воді – це явища.

Явища бувають фізичними і хімічними. **Фізичні явища** – форма руху матерії, при якій **не змінюються склад і структура речовини**.

Під час фізичних явищ змінюються окремі властивості: **форма, об'єм, положення тіл, агрегатний стан речовини. Нові речовини не утворюються**.

Плавлення льоду, випаровування води – це фізичні явища (рис.1) Склад і структура речовини не змінюються. Змінюється тільки агрегатний стан.

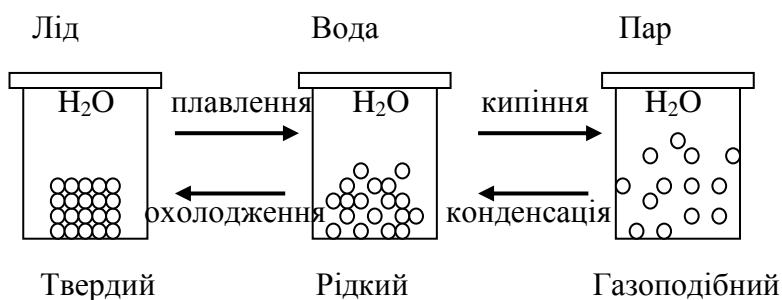


Рисунок 1 - Зміна агрегатного стану води

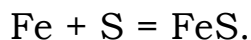
Під час нагрівання лід плавиться – перетворюється на воду. Під час кипіння вода перетворюється на пару. Пара під час охолодження перетворюється у воду. Лід, вода, пара – це одна речовина, вода у різних агрегатних станах.

Якщо шматок крейди перетворити у порошок, зміниться форма тіла, але речовина – крейда – не зміниться. Це також фізичне явище.

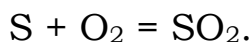
Хімічне явище – форма руху матерії, при якій **відбувається зміна складу і структури реагуючих речовин.**

Хімічна реакція – хімічне явище, при якому **одні речовини перетворюються в інші.** Під час хімічних явищ **утворюються нові речовини.**

Під час нагрівання суміші сірки (S) і заліза (Fe) утворюється нова речовина ферум (II) сульфід (FeS). Відбувається хімічна реакція. Залізо взаємодіє з сіркою:



Під час горіння сірки виділяється теплота і утворюється нова речовина – газ із неприємним запахом. Це хімічне явище.



Ознаки хімічних реакцій:

- 1) зміна забарвлення речовини;
- 2) утворення осаду або розчинення осаду;
- 3) утворення газу;
- 4) виділення або поглинання теплоти;
- 5) поява або зникнення запаху.

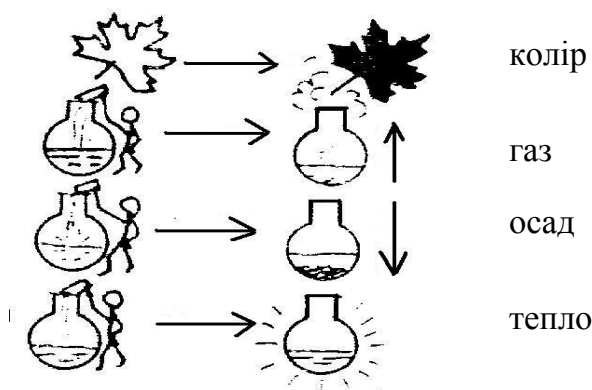


Рисунок 2 - Ознаки хімічних реакцій

Типи хімічних реакцій

За **зміною числа вихідних** (що вступають у реакцію) і **кінцевих речовин** (продуктів реакції) виділяють такі реакції: **сполучення, розкладу, заміщення та обміну** (табл.2).

Таблиця 2 - Типи хімічних реакцій

Схема реакції	Назва (українська, англійська, французька, арабська)	Приклад
$A + B + \dots = C$	сполучення (synthesis) composition composition رابط	$2Fe + O_2 = 2FeO$ $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$
$C = A + B + \dots$	розкладу decomposition decomposition تفكك	$Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$ $2HgO = 2Hg + O_2$
$AB + C = AC + B$	заміщення, displacement, replacement, substitution replacement تبدیل؛ تعویض	$2HCl + Zn = ZnCl_2 + H_2$ $CuO + H_2 = Cu + H_2O$
$AB + CD = AD + CB$	обміну, double, decomposition, exchange exchange استبدال	$AgNO_3 + HCl = AgCl + HNO_3$ $NaOH + HNO_3 = NaNO_3 + H_2O$

Реакції **сполучення** – це реакції, під час яких з **двох** або **кількох** речовин утворюється **одна**.

Реакції **розкладу** – це реакції, під час яких з **однієї речовини** утворюється **декілька**.

Реакції **заміщення** – це реакції, під час яких **проста речовина заміщує частину складної речовини** і в результаті утворюються **нова проста та нова складна речовини**.

Реакція **обміну** – це реакція, під час якої **молекули складних речовин обмінюються складовими частками**.

Ключові слова та терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
будь-який	any	n'inporte quel	أي؛كان
виділення	to evolve	se degager	يحتمل
виділення			
випаровування	evaporation	evaporation	تبخر
вихідний	initial	initial	ابتدائي؛اولي
горіння	combustion, burning	combustion	احترق؛هيجان
заміщення	replacement	replacement	تبدال؛تعويض
змінюватися	to change	changer	تغير؛تبدال؛تحويل
конденсація	condensation	condensation	تكاثف؛تكثيف
лід	ice	glace	جليد
нагрівання	heating	chauffage	حرارة
обмін	exchange	exchange	استبدل
одержання	obtaining production	prodiction, obtention, preparatifs	حصول؛استلام؛تسلم
ознака	feature, indication	indice, singe	فه؛دليل؛علاقة
осад	precipitate	precipite	مفاجي؛يحثه بعجله
охолодження	cooling	refroidissement	تجميد؛تريد
пара	vapour, steam	vapeur	بخار
поглинання	absorption	absorber	امتصاص
положення	position	position d'un corps	موضع؛حالة
порошок	powder	poudre	مسحوق
продукт	product	produit	شي؛مادة؛نواتج
реагувати	to react	reagir	تأثر؛رد على؛تفاعل مع
реакція	reaction	reaction	يستجيب؛يتأثر
розклад	decomposition	decomposition	تفكك
сполучення	composition	composition	رابط
структура	structure	structure	تركيب

суміш	mixture	melange	خليط؛ مخلوط
теплота	heat	chaleur	حرارة
утворення	formation	formation	نشوء؛ تكون
частина	part	part	جزء
шматок	lump, piece	morceau	قطعة
явище	phenomenon	fait	ظاهرة

Зверніть увагу!

- 1) **розчинення чого у чому**
Розчинення *цукру у воді*.
- 2) **під час нагрівання (кипіння, плавлення, горіння)...**
Під час нагрівання лід плавиться.
- 3) **що перетворюється на що**
Вода перетворюється на пару.
- 4) **під час яких умов що перетворюється на що**
Під час кипіння вода перетворюється на пару.
- 5) **якщо + інфінітив**
Якщо шматок крейди перетворити у порошок, зміниться форма тіла.
- 6) **що взаємодіє з чим**
Залізо взаємодіє з сіркою.
- 7) **змінюється що (що змінюється)**
Природа весь час змінюється.
- 8) **із чого утворюється що**
Із двох речовин утворюється одна.
- 9) **що розкладається на що**
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ розкладається на CuO і H_2O .
- 10) **що заміщує що**
 Zn заміщує H_2 у кислоті.
- 11) **що обмінюється чим**
Молекули складних речовин обмінюються складовими частками.

Контрольні запитання

1. Що таке явище?
2. Які явища ви знаєте?
3. Які явища називають фізичними?
4. Що змінюється під час фізичних явищ?
5. Під час яких явищ утворюються нові речовини?
6. Які явища називають хімічними?
7. Назвіть ознаки хімічних реакцій?
8. Які типи хімічних реакцій вам відомі?
9. Дайте визначення реакцій:
 - а) сполучення, б) розкладу, в) заміщення, г) обміну.

Завдання для самостійної роботи

1. Назвіть хімічні явища: плавлення заліза, розчинення заліза у сульфатній кислоті, горіння сірки, плавлення сірки, випаровування води, перетворення крейди у порошок, розчинення крейди у кислоті.
2. Назвіть явища, які відбуваються під час нагрівання таких речовин:
 - а) сірки до температури плавлення;
 - б) води до температури кипіння;
 - в) міді у кислоті;
 - г) міді до температури плавлення.
3. Які зміни характеризують хімічну реакцію:
 - а) зміна агрегатного стану речовини; б) зміна форми тіла;
 - в) зміна кольору; г) утворення осаду;
 - д) утворення газу; е) зміна об'єму; ж) виділення теплоти;
 - з) зміна положення тіла.
4. Визначте тип хімічної реакції:
 - а) $C + O_2 = CO_2$;
 - б) $Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2$;
 - в) $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$;
 - г) $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$;
 - д) $KCl + AgNO_3 = KNO_3 + AgCl$;
 - е) $NH_4Cl = NH_3 + HCl$;
 - ж) $2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$;
 - з) $CaCO_3 = CaO + CO_2$;
 - и) $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HCl$.

II. Атомно-молекулярне вчення.

Основні поняття хімії

§ 4. Атом. Молекула. Хімічний елемент. Прості та складні речовини

Основні положення атомно-молекулярного вчення:

- 1) Речовини мають дискретну будову. Вони складаються з часток (структурних елементів речовини) – молекул, атомів, іонів.
- 2) Частки речовини (молекули, атоми, іони) неперервно, безладно рухаються. Тепловий стан тіл є результатом руху їх частинок.
- 3) Молекули складаються з атомів.
- 4) Молекули зберігаються під час фізичних явищ і руйнуються під час хімічних явищ.
- 5) Атоми зберігаються під час хімічних реакцій. Під час хімічних реакцій з атомів речовин, що вступили в реакцію, утворюються нові речовини.

Молекула – це найменша **частинка речовини**, що **має (зберігає) її хімічні властивості**.

Молекули складаються з атомів.

Атом – це найменша **хімічно неподільна частинка речовини**. Атом **складається** з позитивно зарядженого **ядра** і негативно заряджених **електронів**.

У природі існують різні види атомів, які мають різні заряди ядер, різні розміри, різні маси та різні хімічні властивості.

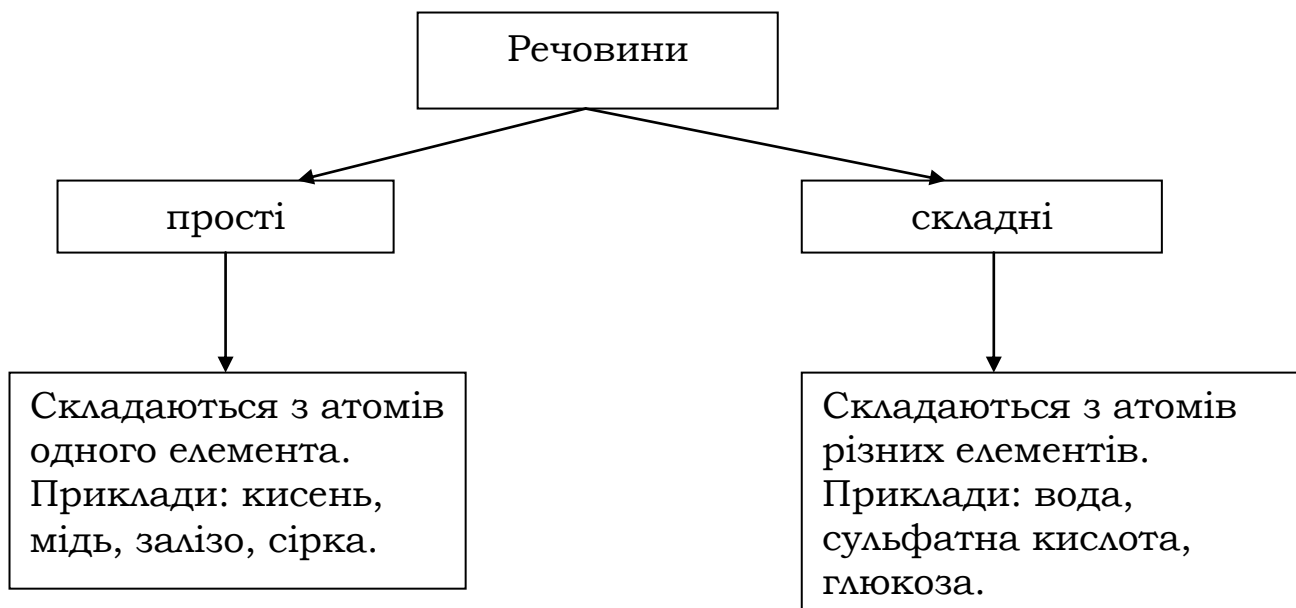
Хімічний елемент – це вид атомів з **однаковим зарядом ядра**.

Кожний хімічний елемент має свою назву та хімічний символ (табл. 3).

Таблиця 3 - **Назви хімічних елементів**.

Хімічний символ	Українська назва елемента	Вимова хімічного символу	Латинська назва елемента	Англійська назва елемента	Арабська назва елемента
Ag	Аргентум	Аргентум	Argentum	Argentum	فضه
Al	Алюміній	Алюміній	Aluminium	Aluminium	الألمنيوم
As	Арсен	Арсен	Arsenium	Arsenic	الزرنيخ
Au	Аурум	Аурум	Aurum	Aurum, gold	ذهب
Ba	Барій	Барій	Barium	Barium	الباريوم
C	Карбон	Це	Carboneum	Carbon	الكاربون
Ca	Кальцій	Кальцій	Calcium	Calcium	الكالسيوم
Cl	Хлор	Хлор	Chlorum	Chlorine	الكلور
Cr	Хром	Хром	Chromium	Chromium	معدن الكروم
Cu	Купрум	Купрум	Cuprum	Copper	النحاس
Fe	Ферум	Ферум	Ferrum	Ferrum	فيروم
H	Гідроген	Аш	Hydrogenium	Hydrogen	الهيدروجين
He	Гелій	Гелій	Helium	Helium	الهليوم
Hg	Меркурій	Гідраргірум	Hydrargyrum	Hydrargyrum	الهايروجين
I	Йод (Іод)	Йод	Jodum	Iodine	اليود
K	Калій	Калій	Kalium	Kalium, Potassium	بوتاسيوم
Mg	Магній	Магній	Magnesium	Magnesium	المغنيسيوم
Mn	Манган	Манган	Manganum	Manganese	المنغنيز
N	Нітроген	Ен	Nitrogenium	Nitrogen	النتروجين
Na	Натрій	Натрій	Natrium	Natrium, Sodium	صوديوم
O	Оксиген	О	Oxygenium	Oxygen	الأوكسجين
P	Фосфор	Пе	Phosphorus	Phosphorus	الفسفور
Pb	Плюмбум	Плюмбум	Plumbum	Plumbum, Lidium	رصاص
S	Сульфур	Ес	Sulfur	Sulphyr, Sulfur	كبريت
Si	Силіцій	Силіцій	Silicium	Silicon	السيليكون
Zn	Цинк	Цинк	Zinkum	Zinc	الخارصين

Атоми хімічних елементів входять до складу простих і складних речовин.



Прості речовини – це речовини, що складаються з **атомів одного елемента**.

Залізо, сірка, водень, кисень, фосфор, озон – це прості речовини.

Налічується більше 500 простих речовин. Хімічних елементів відомо 110. Різна кількість хімічних елементів і простих речовин пояснюється явищем алотропії.

Алотропія – це явище **існування хімічного елемента** у вигляді **двох** або **кількох простих речовин**. Такі речовини називаються **алотропними модифікаціями**.

Наприклад, елемент Оксиген O утворює дві прості речовини – кисень O₂ і озон O₃(табл. 4)

Таблиця 4.

Елемент	Алотропні модифікації
Оксиген O	Кисень O ₂ , озон O ₃
Фосфор P	Білий, червоний, чорний фосфор
Карбон C	Алмаз, графіт, карбін, букибол

Алотропні модифікації мають різні властивості. Явище алотропії зумовлене двома причинами:

- 1) різним числом атомів у молекулі (наприклад, кисень O₂ і озон O₃);
- 2) різною кристалічною структурою (алмаз, графіт, карбін).

Проста речовина і хімічний елемент – різні поняття.

Наведемо такі приклади виразів, у яких ці поняття слід розмежувати (табл. 5).

Проста речовина	Хімічний елемент
До складу повітря (суміш газів) входить кисень. У воді розчиняється кисень.	До складу води (складної речовини) входить Оксиген. До складу H_2SO_4 входять Оксиген, Сульфур, Гідроген.
Вдихання хлору шкідливе для організму.	Хлор входить до складу солі $NaCl$

Складні речовини – це речовини, що складаються з **атомів різних елементів**.

Наприклад, молекула води H_2O складається з атомів двох елементів: Оксигену і Гідрогену; крейда $CaCO_3$ складається з атомів трьох елементів: Кальцію, Карбону та Оксигену. Вода і крейда – складні речовини.

Ключові слова і терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
алотропія	allotropy	allotropy	
алотропна модифікація	allotropic	allotropique	
атом	atom	atome	ذرة
вид	form, type	type	نوع؛ شكل
вчення	teaching, doctrine	doctrine	دراسة
електронна оболонка	electron shell	envelope electronique	هالة الاكترون
елемент	element	element	معدن
заряд	charge	charge	شحنة
зберігати	to preserve, to keep	conserver	حافظ على؛ بقى
молекула	molecule	molecule	جزئ
найменший	the least	le plus petit	الاقل
негативний	negative	negatif	
неподільна	indivisible	indivisible	لايتجزأ؛ غير قابل للانقسام
однаковий	equal, same	le meme	متشابه
позитивний	positive	positif	
поняття	conception(notion)	notion	مفهوم
проста речовина	simple substance elementary substance	corps simple	بسيط
розмір	dimension	dimension	مقياس؛ قياس
результат	result	resultat	نتيجة
руйнуватися	disintegrate	se detruire	تحطم؛ تدمير
символ	symbol	symbole	رمز
складна речовина	complex, composite	corps complexe	معقد

	substance		
стан	state	etat	حالة
структурний	structure	structure	تركيب
тепловий	heat	thermique	حراري
ядро	nucleus	noyau	نواة

Зверніть увагу!

1) що є результатом чого

Тепловий стан тіла є результатом руху частинок.

2) що пояснюється чим

Різна кількість простих речовин і хімічних елементів пояснюється явищем алотропії.

3) що складається із чого

Молекула H_2O складається із атомів H і O .

4) що входить до складу чого

Оксиген входить до складу води.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні положення атомно-молекулярного вчення.
2. Із чого складається речовина?
3. Із чого складається молекула?
4. Що відбувається з молекулами: а) під час фізичних явищ; б) під час хімічних явищ?
5. Що відбувається з атомами під час хімічних реакцій?
6. Що таке молекула?
7. Що таке атом?
8. Що таке хімічний елемент?
9. Які речовини називають простими? Наведіть приклади.
10. Що таке алотропія?
11. Наведіть приклади елементів, що утворюють декілька простих речовин?
12. Які речовини називають складними? Наведіть приклади.

Завдання для самостійної роботи

1. Напишіть українські назви хімічних елементів:

Al –	N –	P –	Mg –
K –	Fe –	F –	Ba –
Cl –	H –	Cu –	C –
Na –	Zn –	Hg –	Cr –
S –	O –	Ca –	Si –

2. Напишіть символи хімічних елементів:

Алюміній –	Карбон –	Сульфур –
Манган –	Аргентум –	Гідроген –
Йод –	Купрум –	Плюмбум –
Нітроген –	Ферум –	Аурум –
Фосфор –	Оксиген –	Арсен –

3. Прочитайте і запишіть вимову символів хімічних елементів:

Fe –	Cl –	S –	As –
Mn –	Cu –	N –	Hg –
Au –	H –	Na –	Si –
O –	Mg –	Pb –	Zn –
C –	P –	Ag –	He –

4. Назвіть а) прості речовини, б) складні речовини:

O₂, SiO₂, Cu, N₂, KOH, HCl, S, H₂S, Ca, CaH₂, H₂SO₄, Fe, Fe(OH)₂, Al₂(SO₃)₃, P₂O₅, P.

5. Які елементи входять до складу: а) крейди CaCO₃; б) води H₂O; в) кисню O₂; г) озону O₃; д) сульфатної кислоти H₂SO₄; е) натрій гідроксиду NaOH; ж) вуглекислого газу CO₂?

Зразок відповіді: Атоми Кальцію, Карбону та Оксигену входять до складу молекули крейди.

§ 5. Відносна атомна маса

Атом – матеріальна частинка. Він характеризується певними розмірами ($\tau \approx 10^{-10}$ м) і масою ($m \approx 10^{-27} - 10^{-25}$ кг).

Абсолютна атомна маса – це **істинна маса атома** елемента, яка виражається **в одиницях маси**: г (грамах), кг (кілограмах).

Абсолютна атомна маса позначається $m_A(X)$, де X – символ елемента.

Наприклад, маса атома Карбону дорівнює $m_A(C) = 19,93 \cdot 10^{-24}$ г

(дев'ятнадцять цілих дев'яносто три сотих, помножених на десять у мінус двадцять четвертому степені грамів) = $19,93 \cdot 10^{-27}$ кг. Абсолютні атомні маси деяких елементів надано у таблиці 6.

Таблиця 6 – Абсолютні атомні маси деяких елементів

Елемент	$m_A(\text{г})$
Гідроген (H)	$1,674 \cdot 10^{-24}$
Оксиген (O)	$26,67 \cdot 10^{-24}$
Нітроген (N)	$23,2 \cdot 10^{-24}$
Сульфур (S)	$53,1 \cdot 10^{-24}$
Купрум (Cu)	$105,5 \cdot 10^{-24}$

Абсолютні атомні маси дуже малі. Їх незручно використовувати для розрахунків. У хімії, фізиці для вимірювання маси атомів прийнята спеціальна одиниця – атомна одиниця маси (позначається а.о.м.)

Атомна одиниця маси (а.о.м.) – це одиниця вимірювання атомних мас, яка дорівнює $\frac{1}{12}$ (одній дванадцятій) частині маси атомів ізотопу Карбону $^{12}_6\text{C}$.

Розрахуємо (обчислимо) величину 1 атомної одиниці маси. Маса атома ізотопу Карбону ($^{12}_6\text{C}$) дорівнює $19,93 \cdot 10^{-24}$ г.

З цього випливає, що

$$1 \text{ а.о.м.} = \frac{1}{12} m_A(^{12}\text{C}) = \frac{19,93 \cdot 10^{-24}}{12} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Відносна атомна маса елемента – це **відношення маси атома елемента до $1/12$ (однієї дванадцятої) маси атома ізотопу Карбону $^{12}_6\text{C}$.**

Вона позначається $A_r(X)$, де X – символ елемента, r – перша буква слова relative (відносний).

$$A_r(X) = \frac{m_A(X)}{\frac{1}{12} m_A(^{12}\text{C})} = \frac{m_A(X)}{1 \text{ а.о.м.}}$$

На відміну від величини m_A (абсолютної атомної маси), величина A_r безрозмірна. Зв'язок між величинами m_A і A_r відображає співвідношення

$$m_A = A_r \cdot 1 \text{ а.о.м.}$$

Відносна атомна маса показує, у скільки разів маса атома більша, ніж $\frac{1}{12}$ маси атома Карбону.

Наприклад, маса атома гелію $6,64 \cdot 10^{-24}$ г. Відносна атомна маса Гелію дорівнює відношенню маси атома Гелію до $\frac{1}{12}$ маси атома Карбону (атомної одиниці маси).

$$A_r(\text{He}) = \frac{m_A(\text{He})}{\frac{1}{12} m_A(^{12}\text{C})} = \frac{m_A(\text{He})}{1 \text{ а.о.м.}} = \frac{6,64 \cdot 10^{-24} \text{ г}}{1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = 4.$$

$A_r(\text{He}) = 4$, це означає, що маса Гелію у 4 рази більша, ніж $\frac{1}{12}$ частина атома Карбону (рис. 3).

Відносні атомні маси елементів наведено у періодичній системі хімічних елементів.

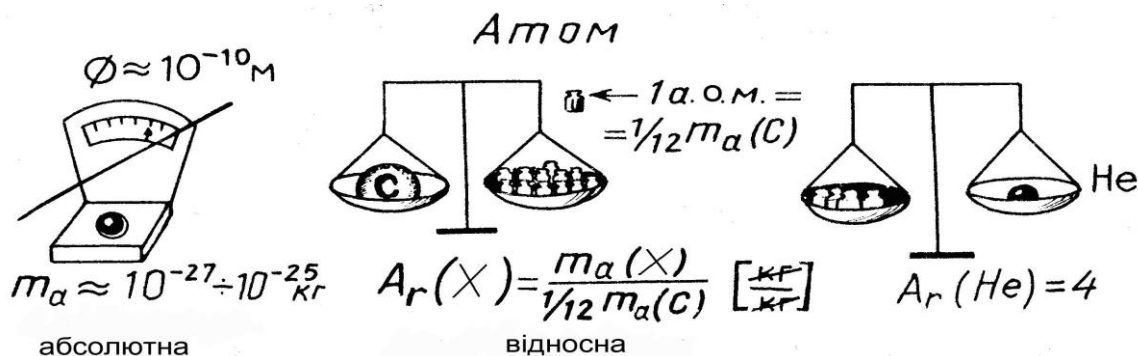


Рисунок 3 - Абсолютна і відносна атомні маси

Ключові слова та терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
абсолютний	absolute	absolu	مطلق
атомна одиниця маси	atomic mass unit	atomique unite masse	وحدة الكتلة الذرية
величина, значення	value	valeur	القيمة
використовувати	to use	utiliser	استخدام؛ أستعمل
виражати	to express	exprimer	يعكس؛ يحسد
відносна атомна маса	relative atomic mass	relative atomique masse	نسبه الكتلة الذرية
відносний	relative	relative	نسبي
відношення	relation, ratio	relation	علاقة
ізотоп	isotope	isotope	نظير
істинна	veritable, true	vrai, veritable	حقيقي
незручно	inconvenient	incommode	
одиниця	unit	unite	وحدة
позначати	to mark	marquer	يوفر
показувати	to demonstrate, to show	montrer	دل
розраховувати	to calculate	calculer	يعد؛ يحسب
спеціальний	special	special	

Зверніть увагу!

1) що виражається чим (у чому)

Абсолютна атомна маса виражається в одиницях маси: г, кг.

2) що позначається чим

Абсолютна атомна маса позначається $m_A(X)$.

3) у скільки разів більше (менше), ніж...

Відносна атомна маса показує, у скільки разів маса атома більша, ніж

$\frac{1}{12}$ маси атома Карбону.

Контрольні запитання

1. Що таке абсолютна атомна маса?
2. Що таке відносна атомна маса?
3. Що таке атомна одиниця маси?
4. Що показує відносна атомна маса?

Завдання для самостійної роботи

1. У скільки разів маса атома: а) Оксигену, б) Феруму, в) Фосфору, г) Хлору більша, ніж $\frac{1}{12}$ частина маси атома Карбону?
2. Визначте відносні атомні маси: а) Гідрогену, б) Оксигену, в) Нітрогену, г) Сульфуру, д) Купруму. Використовуйте табл. 6.
3. Знайдіть за періодичною системою Д.І. Менделєєва відносні атомні маси елементів: Феруму, Натрію, Калію, Неону, Арсену, Цинку, Плюмбуму.
4. За величинами відносних атомних мас елементів а) Оксигену, б) Хлору, в) Гідрогену, г) Карбону, д) Ауруму у періодичній системі Д.І. Менделєєва розрахуйте їх абсолютні атомні маси.

Зразок розв'язання:

Відносна атомна маса Оксигену $A_r(O) = 16$ а.о.м. Розрахуємо абсолютну атомну масу Оксигену $m_A(O)$.

Розв'язання.

- 1) Складаємо пропорцію: $1 \text{ а.о.м.} - 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
 $16 \text{ а.о.м.} - x$

$$x = \frac{1,66 \cdot 10^{-24} \cdot 16}{1} = 26,67 \cdot 10^{-24} \text{ г};$$

- 2) Використовуємо формулу: $A_r = \frac{m_A(O)}{\frac{1}{12} m_A(^{12}\text{C})} = \frac{m_A(O)}{1 \text{ а.о.м.}}$,

$$m_A(O) = A_r \cdot 1 \text{ а.о.м.} = 16 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 26,67 \cdot 10^{-24} \text{ г}.$$

§ 6. Відносна молекулярна маса

Абсолютна молекулярна маса – маса молекули, яка виражається **в одиницях маси**: г, кг. Вона позначається $m_M(X)$, де X – формула речовини. Наприклад, маса молекули кисню дорівнює $m_M(\text{O}_2) = 53,2 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 53,2 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

Відносна молекулярна маса – це **відношення маси молекули** речовини до $\frac{1}{12}$ **маси атома** ізотопу **Карбону** $^{12}_6\text{C}$.

Вона позначається $M_r(X)$, де X – формула речовини.

$$Mr(X) = \frac{m_M(X)}{\frac{1}{12}m_A(^{12}C)} = \frac{m_M(X)}{1 \text{ a.o.m.}}$$

Відносна молекулярна маса показує, у скільки разів маса молекули більша $\frac{1}{12}$ маси атома Карбону.

Наприклад, маса молекули води $m_M(\text{H}_2\text{O}) = 28,95 \cdot 10^{-24} \text{ г}$. Відносна молекулярна маса молекули води H_2O дорівнює відношенню маси молекули H_2O до величини атомної одиниці маси.

$$Mr(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_A(\text{H}_2\text{O})}{1 \text{ a.o.m.}} = \frac{26,95 \cdot 10^{-24} \text{ г}}{1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = 18.$$

$Mr(\text{H}_2\text{O}) = 18$. Маса молекули води у 18 разів більша, ніж $\frac{1}{12}$ маси атома Карбону.

Молекула складається з атомів.

Відносна молекулярна маса дорівнює сумі відносних атомних мас елементів, що входять до складу молекули.

$$Mr(\text{BxDy}) = xAr(\text{B}) + yAr(\text{D})$$

Наприклад, відносна молекулярна маса води дорівнює сумі відносних атомних мас Гідрогену та Оксигену:

$$Mr(\text{H}_2\text{O}) = 2Ar(\text{H}) + Ar(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

Ключові слова і терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
Відносна молекулярна маса	relative molecular mass	de relative moleculaire masse	نسبه الكتلة الذرية
сума	sum	somme	بعض؛ كمية؛ مجموع

Зверніть увагу!

1) що дорівнює чому

Відносна молекулярна маса дорівнює сумі відносних атомних мас елементів, що входять до складу молекули.

Контрольні запитання

1. Що таке абсолютна молекулярна маса?
2. Що таке відносна молекулярна маса?
3. Що показує відносна молекулярна маса?
4. Чому дорівнює відносна молекулярна маса?

Завдання для самостійної роботи

1. Розрахуйте відносні молекулярні маси речовин:

- а) H_2SO_4 ;
- б) CaCO_3 ;
- в) ZnCl_2 ;
- г) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
- д) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;
- е) P_2O_5 ;
- ж) KOH ;
- з) H_3AsO_4 ;
- і) $\text{Al}(\text{OH})_3$.

§ 7. Моль. Молярна маса

Речовина характеризується масою (m), що вимірюється в кг (г, мг), об'ємом (V), що вимірюється у м^3 (л, мл), і числом частинок, що містяться в ній. Хіміки використовують для розрахунків фізичну величину - кількість речовини.

Кількість речовини – це **число структурних частинок** (молекул, атомів, іонів або інших) **речовини**.

Кількість речовини позначається грецьким символом $\nu(X)$ (ν - читаємо «ню»), або $n(X)$ (n - читаємо «ен»), де X - формула частинки. Одиницею вимірювання кількості речовини є моль.

Моль – це кількість речовини, що **містить стільки часток** (атомів, молекул іонів або інших), **скільки атомів є в ізотопі Карбону $^{12}_6\text{C}$ масою 12 г**.

Розрахуємо, скільки атомів Карбону містить вуглець масою 12 г. Для цього поділимо масу 12 г на масу одного атома Карбону, що дорівнює $19,93 \cdot 10^{-24}\text{г}$.

$$12 \text{ г/моль} : 19,93 \cdot 10^{-24}\text{г} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль.}$$

Число **$6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$** називається сталою Авогадро і позначається N_A . Стала Авогадро N_A показує число структурних частинок у 1 моль речовини.

Моль – це кількість речовини, що **містить $6,02 \cdot 10^{23}$ структурних частинок** (атомів, молекул, іонів або інших).

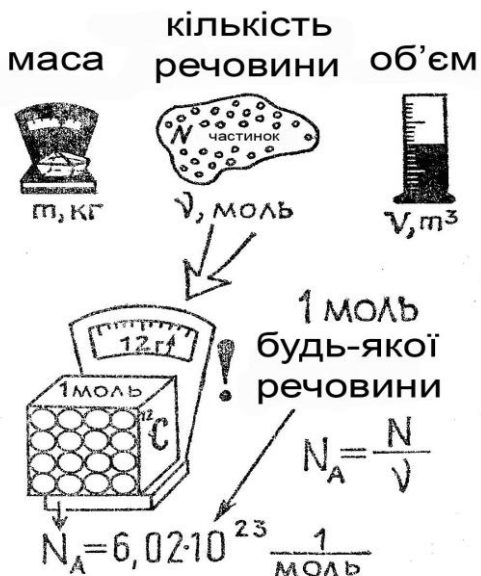
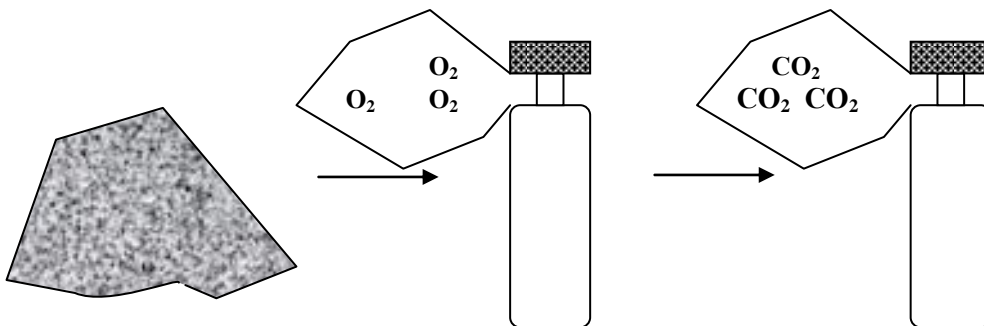


Рисунок 4

Наприклад:

- 1 моль води H_2O містить $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул води;
- 1 моль молекулярного кисню O_2 містить $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул кисню O_2 ;
- 1 моль іонів SO_4^{2-} містить $6,02 \cdot 10^{23}$ іонів SO_4^{2-} ;
- 1 моль атомів вуглецю C містить $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів Карбону;
- 1 моль молекул CO_2 містить $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул CO_2 (рис. 5)



1 моль атомів вуглецю,
 $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів
 Карбону,
 12 г/моль вуглецю

1 моль молекул кисню,
 $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул
 кисню,
 32 г/моль кисню

1 моль молекул Карбону
 (IV) оксиду,
 $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул
 Карбону (IV) оксиду,
 44 г/моль Карбону (IV)
 оксиду

Рисунок 5

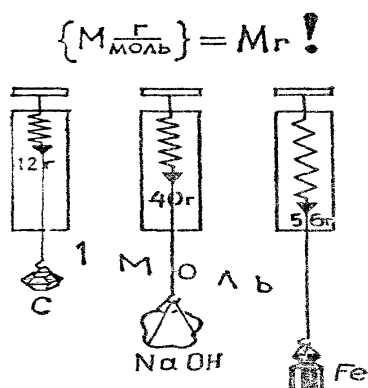
Маса 1 моль, або $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул, називається молярною масою речовини, маса $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів – молярною масою елемента, маса $6,02 \cdot 10^{23}$ іонів – молярною масою іонів.

Молярна маса – це відношення **маси речовини $m(X)$** до її **кількості $\nu(X)$** .

$$M(X) = \frac{m(X)}{\nu(X)} \text{ кг/моль (г/моль)}$$

Маса речовини m вимірюється в кілограмах (або грамах), кількість речовини ν вимірюється в молях. Молярна маса речовини M виражається в кілограмах на моль (кг/моль) або в грамах на моль (г/моль).

Молярна маса атомів чисельно дорівнює відносній атомній масі елемента, а молярна маса молекул – відносній молекулярній масі речовини (табл. 7).



Наприклад:

маса 1 моль атомів Карбону дорівнює 12 г/моль;

молярна маса NaOH дорівнює 40 г/моль;

маса 1 моль атомів Fe дорівнює 56 г/моль.

Рисунок 6

Таблиця 7 - Чисельне значення молярних мас деяких речовин

Формула речовини	Відносна атомна (A_r) або молекулярна (M_r) маса	Число частинок в 1 моль	Молярна маса (M), г/моль
Cu	64	$6,02 \cdot 10^{23}$ атомів	64
O ₂	32	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул	32
H ₂ O	18	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул	18
H ₂ SO ₄	98	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул	98
S	32	$6,02 \cdot 10^{23}$ атомів	32

Кількість речовини ($\nu(X)$, $n(X)$) можна розрахувати, якщо відомі **маса** речовини і її **молярна маса**.

$$\nu(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \text{ моль}$$

Приклад 1. Яка кількість речовини міститься у воді масою 54 г ?

Дано:

$$\frac{m(\text{H}_2\text{O}) = 54 \text{ г}}{\nu(\text{H}_2\text{O}) = ?}$$

Розв'язання :

$$1) M(\text{H}) = 1 \text{ г/моль}, M(\text{O}) = 16 \text{ г/моль}, \\ M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль},$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{54 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 3 \text{ моля}.$$

Відповідь: Вода масою 54 г містить 3 моля води.

Масу речовини розраховують, якщо відомі **кількість** і її **молярна маса**.

$$m(X) = M(X) \cdot \nu(X) \text{ кг(г)}$$

Приклад 2. Визначте масу 5 моль KI

Дано:

$$\frac{\nu = 5 \text{ моль}}{m(\text{KI}) = ?}$$

Розв'язання :

$$1) M(\text{K}) = 39 \text{ г/моль}, M(\text{I}) = 127 \text{ г/моль},$$

$$M(\text{KI}) = 39 + 127 = 166 \text{ г/моль};$$

$$2) m(\text{KI}) = \nu(\text{KI}) \cdot M(\text{KI}) = 5 \text{ моль} \cdot 166 \text{ г/моль} = 830 \text{ г}.$$

Відповідь: Маса 5 моль KI дорівнює 830 г.

Масу одного **атома** або однієї **молекули** речовини можна розрахувати, поділивши її **молярну масу на сталу Авогадро**.

$$m_M(X) = \frac{M(X)}{N_A}$$

Приклад 3. Визначте масу молекули хлору Cl₂.

Дано:

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

$$m_M(\text{Cl}_2) = ?$$

Розв'язання :

$$1) M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ г/моль}, M(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 35,5 = 71 \text{ г/моль};$$

$$2) m_M(\text{Cl}_2) = \frac{M(\text{Cl}_2)}{N_A} = \frac{71 \text{ г/моль}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 11,79 \cdot 10^{-23} \text{ г}.$$

Відповідь: Маса молекули хлору дорівнює $11,79 \cdot 10^{-23}$ г.

Число (кількість) структурних частинок N(X) даної речовини розраховується за формулою

$$N(X) = \nu(X) \cdot N_A$$

Приклад 4. Скільки молекул міститься в 0,3 моля азоту?

Дано:

$$\nu(\text{N}_2) = 0,3 \text{ моля}$$

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

Розв'язання:

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

$$N(\text{N}_2) = \nu(\text{N}_2) \cdot N_A = 0,3 \text{ моля} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 1,8 \cdot 10^{23}.$$

Відповідь: В 0,3 моля азоту міститься $1,8 \cdot 10^{23}$ молекул.

Приклад 5. Скільки атомів Нітрогену міститься в 0,3 моля азоту?

Дано:

$$\nu(\text{N}_2) = 0,3 \text{ моль}$$

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

Розв'язання:

$$N(\text{N}) = \nu(\text{N}) \cdot N_A.$$

1 моль молекул N_2 містить 2 моля атомів Нітрогену N, звідси

$$\nu(\text{N}) = 2\nu(\text{N}_2) = 2 \cdot 0,3 \text{ моля} = 0,6 \text{ моля}.$$

$$N(\text{N}) = 0,6 \text{ моля} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 36,12 \cdot 10^{22}.$$

Відповідь: В 0,3 моля азоту міститься $36,12 \cdot 10^{22}$ атомів N.

Приклад 6. У якій масі амоніаку NH_3 міститься стільки молекул, скільки їх є у воді H_2O масою 54 г?

Дано:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 54\text{г}$$

$$\nu(\text{NH}_3) = \nu(\text{H}_2\text{O})$$

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

Розв'язання:

$$1) M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}, \quad M(\text{NH}_3) = 17 \text{ г/моль};$$

$$2) \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{54\text{г}}{18\text{г/моль}} = 3\text{моля};$$

$$3) \nu(\text{NH}_3) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = 3 \text{ моля};$$

$$4) m(\text{NH}_3) = \nu(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 3 \text{ моля} \cdot 17 \text{ г/моль} = 51 \text{ г}.$$

Відповідь: Амоніак масою 51 г містить стільки молекул, скільки їх є у воді масою 54 г.

Ключові слова й терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
вимірювати	to measure	mesurer	يقيس
іон	ion	ion	أيون
кількість	quantity	quantite	كمية
моль	mole	mole	مول
поділити	to divide	diviser, separer	يقسم
стала	constant	constant	ثابت؛ دائم؛ مستمر
хімічна формула	chemical formula	formule chimique	قانون؛
число	number	nombre	رقم؛ عدد

Зверніть увагу!

1) **що містить що**

Моль містить $6,02 \cdot 10^{23}$ частинок.

2) **стільки..., скільки**

Моль містить стільки частинок, скільки міститься атомів у вуглецю масою 12 г.

3) **що виражається в чому**

Молярна маса речовини виражається в грамах на моль (г/моль).

Контрольні запитання

1. Що таке кількість речовини?

2. В яких одиницях виражають кількість речовини?
3. Що таке моль?
4. Що показує стала Авогадро?
5. Що таке молярна маса? У яких одиницях виражають молярну масу?
6. Як розрахувати: а) молярну масу; б) кількість речовини; в) масу речовини; г) масу молекули, атома; д) кількість атомів, молекул?

Завдання для самостійної роботи

1. Розрахуйте молярні маси речовин: а) I_2 ; б) O_3 ; в) P_2O_5 ; г) HCl ; д) Cl_2 ; е) H_3PO_4 ; ж) NH_4NO_3 ; з) $Mg(NO_3)_2$.
2. Яка кількість речовини міститься: а) в сульфатній кислоті H_2SO_4 масою 9,8 г; б) у KOH масою 11,2 г; в) у залізі масою 0,56 г?
3. Розрахуйте масу: а) молекулярного водню H_2 кількістю речовини 2 моля; б) атомарного Оксигену кількістю речовини 3 моля; в) води кількістю речовини 0,3 моля.
4. Розрахуйте масу молекул: а) O_3 ; б) O_2 ; в) H_2SO_4 .
5. Скільки молекул міститься: а) в амоніаку NH_3 масою 3,4 г; б) у водні H_2 масою 4 г; в) у сульфатній кислоті H_2SO_4 масою 49 г?
6. Скільки атомів усіх елементів міститься: а) в амоніаку NH_3 масою 3,4 г; б) у водні H_2 масою 4 г; в) у сірчаній кислоті H_2SO_4 масою 49 г?
7. У якій масі хлороводню HCl міститься стільки молекул, скільки їх у воді масою 49 г?
8. У якій масі водню H_2 міститься стільки атомів, скільки їх у сірці S масою 6,4 г?

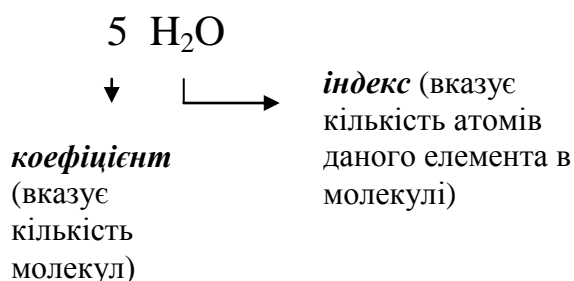
§ 8. Хімічні формули. Масова частка речовини. Розрахунки за хімічними формулами

Склад речовини виражають за допомогою хімічних формул.

Хімічна формула – це позначення **складу речовини за допомогою хімічних символів і** (якщо потрібно) **індексів**.

Читаємо: «п'ять-аш-два-о».

Означає: п'ять молекул води.



Хімічна формула відображає:

1. **Якісний склад** (з яких елементів складається речовина);
2. **Кількісний склад** (скільки атомів кожного елемента входить до складу молекули);
3. **Одну молекулу речовини**.

Наприклад, формула H_2SO_4 (аш-два-ес-о-чотири) означає:

- 1) до складу сульфатної кислоти входять елементи Гідроген, Сульфур, Оксиген;
- 2) молекула містить два атоми Гідрогену, один атом Сульфуру й чотири атоми Оксигену;
- 3) одну молекулу сульфатної кислоти;
- 4) H_2SO_4 – це складна речовина, тому що складається з атомів різних хімічних елементів.

Формула O_3 (о-три) означає:

- 1) до складу озону входять молекули Оксигену;
- 2) молекула містить три атоми Оксигену;
- 3) одну молекулу озону;
- 4) O_3 – це проста речовина, тому що складається з атомів одного елемента.

За **хімічною формулою** можна **розрахувати**:

- 1) відносну молекулярну масу речовини;
- 2) масові частки кожного елемента в речовині (у частках одиниці або у відсотках).

Масова частка елемента – це відношення **сумарної атомної маси елемента до відносної молекулярної маси**.

$$\omega(E) = \frac{Ar \cdot n}{Mr},$$

де $\omega(E)$ – масова частка елемента E (в частках одиниці),

n - число атомів елемента;

Ar - відносна атомна маса елемента;

Mr - відносна молекулярна маса.

Масова частка виражається в частках одиниці або у відсотках.

Приклад 1. Розрахуйте відносну молекулярну масу $CaCO_3$. Визначите масову частку кожного елемента в $CaCO_3$.

Дано:

$CaCO_3$

$Mr(CaCO_3) = ?$

$\omega(Ca) = ?$

$\omega(C) = ?$

$\omega(O) = ?$

Розв'язок:

1) $Ar(Ca) = 40, Ar(O) = 16, Ar(C) = 12$

$Mr(CaCO_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$

$\omega = \frac{Ar \cdot n}{Mr}; \omega(Ca) = \frac{Ar(Ca)}{Mr(CaCO_3)} = \frac{40}{100} = 0,4$, або 40 %;

$\omega(C) = \frac{Ar(C)}{Mr(CaCO_3)} = \frac{12}{100} = 0,12$, або 12 %;

$\omega(O) = \frac{Ar(O) \cdot 3}{Mr(CaCO_3)} = \frac{16 \cdot 3}{100} = 0,48$ або 48 %.

Відповідь: $Mr(CaCO_3) = 100$; масова частка Кальцію 0,4; Карбону – 0,12; Оксигену - 0,48.

Ключові слова і терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
визначення	definition	definition	تعريف؛تحديد
кількісний	quantitative	quantitatif	كمي؛مقداري
масова	mass	masse	كتلي
відсотковий	percentage	pourcentage	نسبة مئوية
розрахувати, обчислити	to calculate	calculer	يحسب؛يعد
система	system	systeme	نظام
формула	formula	formule	قانون؛
частка	part, portion	part, partie	جزء
якісний	qualitative	qualificatif	نوعي؛ذو علاقة بالنوع

Зверніть увагу!

- що виражають (зображують) за допомогою чого**
Склад речовини виражають за допомогою хімічної формули.
- що відображає що**
Хімічна формула відображає склад молекули.
- що містить що**
Молекула озону містить атоми Оксигену.
- до складу чого входить що**
До складу молекули H_2SO_4 входять H, S, O.

Контрольні запитання

- Що називають хімічною формулою?
- Що відображає: а) хімічна формула; б) індекс; в) коефіцієнт?
- Що таке масова частка?

Завдання для самостійної роботи

- Напишіть формули:
натрій - два - о
калій - два - ес
аш - ен - о - три
аш - два - ес - о - чотири
алюміній - два - ес - о - чотири - тричі
ферум - о - аш - тричі
цинк - о - аш - двічі
манган - о
- Прочитайте і напишіть назву формул:

P_2O_5	H_3PO_4	HNO_3
$NaCl$	N_2O_5	$BaSO_4$
$Al_2(SO_4)_3$	$HClO_4$	
KOH	$NaCl$	
$PbCl_2$	$Ca(OH)_2$	

3. Напишіть формули речовин, які містять: а) один атом Сульфуру і три атоми Оксигену; б) два атоми Натрію і один атом Сульфуру; в) два атоми Гідрогену, один атом Сульфуру і три атоми Оксигену; г) один атом Плюмбуму, два атоми Нітрогену і шість атомів Оксигену; д) один атом Кальцію і два атоми Хлору.
4. Позначте хімічними символами і формулами: а) два атоми Сульфуру; б) три атоми Нітрогену; в) сім молекул води; г) один атом Хлору; д) п'ять атомів Купруму; е) три молекули сульфатної кислоти.
5. Розрахуйте відносні молекулярні маси речовин: а) H_3AsO_4 ; б) MgCl_2 ; в) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; г) Al_2O_3 ; д) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Визначте масову частку кожного елемента в цих речовинах.

§ 9. Складання хімічних формул. Валентність

Валентність – це здатність атома певного елемента приєднувати певне число атомів інших елементів.

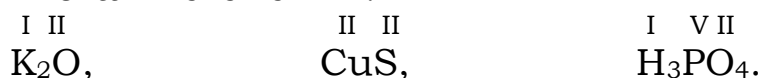
Валентність показує, скільки хімічних зв'язків може утворити атом елемента.

Деякі елементи мають **постійну валентність**, наприклад:

- одновалентні: H, Li, Na, K, Cs, F;
- двовалентні: O, Ca, Mg, Ba, Sr, Zn;
- тривалентні: Al, B.

Більшість елементів мають **змінну валентність**. Наприклад, Ферум може мати валентність два (у речовині FeO) і три (у речовині Fe_2O_3). Сульфур має валентність два в сполуках з Гідрогеном H_2S і з металами Na_2S , валентність чотири і шість – у сполуках з Оксигеном SO_2 , SO_3 .

Валентність записують римськими цифрами над хімічними символами елементів:



Валентність елементів можна визначити за формулою речовини. За валентністю елементів можна скласти формулу.

Для цього використовують таке правило.

У молекулі бінарної сполуки добуток валентності на число атомів одного елемента дорівнює добутку валентності на число атомів другого елемента.

Для бінарної сполуки $A_x B_y$, де A і B – хімічні елементи;

x - число атомів елемента A у молекулі; m - його валентність;
y - число атомів елемента B у молекулі; n - його валентність.

Слушна рівність

$$x \cdot m = y \cdot n$$

, або

$$\frac{m}{n} = \frac{y}{x}$$

Приклад 1. Визначте валентність Хрому в його оксидах а) CrO, б) Cr₂O₃.

Розв'язання:

а) $Cr_x O_y$. В CrO немає індексів, отже, $x = y = 1$. Валентність Оксигену

постійна: $n = 2$.

Підставимо ці значення в рівність $x \cdot m = y \cdot n$:

$$1 \cdot m = 1 \cdot 2, \text{ звідси } m = \frac{1 \cdot 2}{1} = 2.$$

Отже, валентність Хрому $m = 2$. $Cr^{II}O$

б) $Cr_2 O_3$, $x = 2, y = 3, n = 2$,

$$2 \cdot m = 3 \cdot 2, \quad m = \frac{3 \cdot 2}{2} = 3$$

Валентність Хрому дорівнює трьом: $Cr^{III}_2 O_3$.

Приклад 2. Складіть формули: а) азот (V) оксиду; б) азот (IV) оксиду.

Розв'язання:

а) Запишемо умовну формулу оксиду і вкажемо валентність елементів:

$N_x O_y$, $m = 5, n = 2, 5x = 2y$,

звідси $x : y = n : m = 2 : 5$.

Формула азот (V) оксиду N_2O_5 .

б) $N_x O_y$, $m = 4, n = 2, 4x = 2y$,

звідси $x : y = n : m = 2 : 4 = 1 : 2$.

Формула азот (IV) оксиду NO_2 .

Ключові слова і терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
валентність	valence	valence	تكافؤ
добуток	product	produit	محصول؛ ناتج
змінна	variable	grandeur variable	المتغير
постійна	constant	constant	ثابت؛ دائم؛ مستمر
приєднувати	to add	additionner	يضيف
хімічний зв'язок	chemical bond	liaison chimique	رابطة كيميائية

Зверніть увагу!

1) **Що можна визначити як**

Валентність елемента можна визначити за формулою речовини.

2) **добуток чого на що**

Добуток валентності на число атомів.

Контрольні запитання

1. Що таке валентність?
2. Що показує валентність?
3. Які одновалентні, двовалентні, тривалентні елементи ви знаєте?
4. Які елементи мають змінну валентність?

Завдання для самостійної роботи

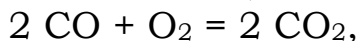
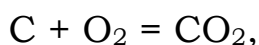
1. Визначте валентність елементів у сполуках: N_2O_3 , NH_3 , As_2O_3 , HCl , CH_4 , H_2S , $BaBr_2$, PH_3 , Fe_2O_3 , Al_2S_3 , Mn_2O_7 .
2. Напишіть формули сполук: а) Карбону (IV) з Хлором (I); б) Цинку (II) з Оксигеном; в) Мангану (III) з Оксигеном; г) Плюмбуму (III) із Хлором(I); д) Фосфору (V) з Оксигеном.
3. Складіть формули оксидів Нітрогену, у яких валентність Нітрогену дорівнює: а) 1, б) 2, в) 3, г) 4, д) 5.

III. Основні закони хімії

§ 10. Закон сталості складу

Кожна чиста речовина має сталий (постійний) склад, що не залежить від способу її добування.

Наприклад, карбон (IV) оксид можна одержати різними способами.



У CO_2 завжди міститься 27,27 % C і 72,73 % O.

Закон сталості складу поширюється на **речовини молекулярної будови**. Такі речовини називаються **дальтонідами**.

Речовини **немолекулярної будови (бертоліди)**, одержані за різних умов, можуть мати сталий і змінний склад.

Наприклад, ванадій (II) оксид залежно від умов одержання може мати склад від $V O_{0,9}$ до $V O_{1,3}$.

Ключові слова і терміни.

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
закон	law	loi	قانون
одержання	obtaining, production	production, obtention, preparatifs	حصول؛ استلام؛ تسلّم
спосіб	method, way	moyen, mode	طريقة

Зверніть увагу!

що залежить (не залежить) від чого

Склад речовини не залежить від способу його одержання.

Контрольні запитання

1. Сформулюйте закон сталості складу.
2. Які речовини називаються: а) дальтонідами; б) бертолідами?

§ 11. Закон еквівалентів

Речовини взаємодіють між собою у кількостях, пропорційних їх хімічним еквівалентам.

$$\boxed{\frac{m_A}{m_B} = \frac{E_A}{E_B}},$$

де m - маси речовин А і В; E - еквіваленти речовин А і В.

Для розв'язання задач використовують інше формулювання:

маси (об'єми) елементів, що реагують, відносяться між собою як їхні еквівалентні маси (об'єми).

$$\boxed{\frac{m_A}{m_B} = \frac{m_{екв.А}}{m_{екв.В}}, \text{ або } \frac{V_A}{V_B} = \frac{V_{екв.А}}{V_{екв.В}}},$$

де $m_{екв}$ - еквівалентні маси; $V_{екв}$ - еквівалентні об'єми.

Еквівалентом елемента називають таку його кількість, яка сподується з **1 молям атомів водню** або **заміщує таку саму кількість атомів водню** в хімічних реакціях. Наприклад, у сполуках HCl , H_2S , NH_3 , CH_4 еквіваленти Хлору, Сульфуру, Нітрогену і Карбону дорівнюють відповідно 1 моль, $\frac{1}{2}$ моля, $\frac{1}{3}$ моля і $\frac{1}{4}$ моля.

Маса одного еквівалента елемента називають його **еквівалентною масою**.

Наприклад, для HCl , H_2S , NH_3 , CH_4

$$m_{екв}(\text{Cl}) = \frac{M(\text{Cl})}{1} = \frac{35,5}{1} = 35,5 \text{ г/моль}; \quad m_{екв}(\text{N}) = \frac{M(\text{N})}{3} = \frac{14}{3} = 4,6 \text{ г/моль};$$

$$m_{екв}(\text{S}) = \frac{M(\text{S})}{2} = \frac{32}{2} = 16 \text{ г/моль}; \quad m_{екв}(\text{C}) = \frac{M(\text{C})}{4} = \frac{12}{4} = 3 \text{ г/моль}.$$

Еквівалентна маса елемента дорівнює відношенню молярної маси його атомів до валентності елемента в даній сполуці.

$$\boxed{m_{екв}(x) = \frac{M(x)}{B}},$$

де $m_{\text{екв}}(x)$ – еквівалентна маса елемента x ;
 $M(x)$ - молярна маса елемента x ;
 V - валентність елемента.

Еквівалент елемента і його еквівалентна маса не є сталими величинами, вони залежать від валентності елемента.

Наприклад, еквівалент Сульфуру S і його еквівалентна маса в SO_2 і SO_3 дорівнюють:

$$SO_2 : E_S = \frac{1}{4} \text{ моля, } m_{\text{екв}}(S) = \frac{32}{4} = 8 \text{ г/моль,}$$

$$SO_3 : E_S = \frac{1}{6} \text{ моля, } m_{\text{екв}}(S) = \frac{32}{6} = 5,33 \text{ г/моль.}$$

Приклад 1. Визначте еквівалент і еквівалентну масу Нітрогену N у таких сполуках: NH_3 , NO_2 , N_2O_5 , N_2O .

Розв'язання:

$$NH_3 : E_N = \frac{1}{3} \text{ моля, } m_{\text{екв}}(N) = \frac{14}{3} = 4,67 \text{ г/моль;}$$

$$NO_2 : E_N = \frac{1}{4} \text{ моля, } m_{\text{екв}}(N) = \frac{14}{4} = 3,5 \text{ г/моль;}$$

$$N_2O_5 : E_N = \frac{1}{5} \text{ моля, } m_{\text{екв}}(N) = \frac{14}{5} = 2,8 \text{ г/моль;}$$

$$N_2O : E_N = 1 \text{ моль, } m_{\text{екв}}(N) = \frac{14}{1} = 14 \text{ г/моль.}$$

Еквівалентом складної речовини називають таку її кількість, яка взаємодіє без залишку з одним еквівалентом водню або з одним еквівалентом будь-якої речовини.

Для визначення еквівалента і еквівалентної маси складної речовини використовують правила:

1. Еквівалентна маса оксиду дорівнює відношенню його молярної маси до добутку валентності елемента на число атомів елемента.

$$E_{(\text{оксида})} = \frac{1}{n \cdot V}, \quad m_{\text{екв.}(\text{оксида})} = \frac{M_{(\text{оксида})}}{n \cdot V}, \text{ де}$$

V - валентність елемента, n - число атомів елемента.

Наприклад,

$$E_{(N_2O_5)} = \frac{1}{2 \cdot 5} = \frac{1}{10} \text{ моля, } m_{\text{екв.}(N_2O_5)} = \frac{108}{10} = 10,8 \text{ г/моль.}$$

2. Еквівалентна маса кислоти дорівнює відношенню її молярної маси до основності:

$$E_{(\text{кислоти})} = \frac{1}{\text{основність}}; m_{\text{екв.}(\text{кислоти})} = \frac{M_{(\text{кислоти})}}{\text{основність}}.$$

Наприклад,

$$E_{(H_2SO_4)} = \frac{1}{2} \text{ моля,} \quad m_{\text{екв.}(H_2SO_4)} = \frac{98}{2} = 49 \text{ г/моль.}$$

Основність кислоти – це число атомів Гідрогену, здатних заміщуватися атомами металу. HCl, HNO₃, HCN – одноосновні, H₂S, H₂CO₃, H₂SiO₃ – двоосновні, H₃PO₄, H₃BO₃ – трьохосновні кислоти.

3. Еквівалентна маса основи дорівнює відношенню його молярної маси до кислотності.

$$E_{(\text{основи})} = \frac{1}{\text{кислотність}}; m_{\text{екв.}(основи)} = \frac{M_{(\text{основи})}}{\text{кислотність}}$$

Наприклад,

$$E_{(Ca(OH)_2)} = \frac{1}{2} \text{ моля,} \quad m_{\text{екв.}(Ca(OH)_2)} = \frac{74}{2} = 37 \text{ г/моль.}$$

Число гідроксильних груп, зв'язаних з атомом металу, визначає кислотність основи. NaOH, KOH, LiOH – однокислотні, Ca(OH)₂, Fe(OH)₂, Cu(OH)₂ – двокислотні, Ni(OH)₃, Bi(OH)₃, Fe(OH)₃ – трикислотні.

4. Еквівалентна маса солі дорівнює відношенню її молярної маси до добутку валентності металу на кількість його атомів.

$$E_{(\text{солі})} = \frac{1}{n \cdot B}, \quad m_{\text{екв.}(солі)} = \frac{M}{n \cdot B}, \text{ де}$$

n - кількість атомів металу; B - валентність металу.

$$E_{(Al_2(SO_4)_3)} = \frac{1}{2 \cdot 3} = \frac{1}{6} \text{ моля;} \quad m_{\text{екв.}(Al_2(SO_4)_3)} = \frac{342}{6} = 57 \text{ г/моль.}$$

Якщо реакція відбувається між газами, використовують еквівалентні об'єми, які обчислюють за формулою

$$V_{\text{екв.газу}} = \frac{V_m}{n \cdot B},$$

де V_m – молярний об'єм; n – кількість атомів газу; B – валентність.

Наприклад,

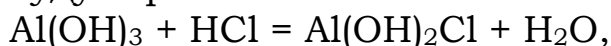
$$V_{\text{екв.}(O_2)} = \frac{V_m}{2 \cdot 2} = \frac{22,4}{4} = 5,6 \text{ л/моль;}$$

$$V_{\text{екв.}(H_2)} = \frac{V_m}{2 \cdot 1} = \frac{22,4}{2} = 11,2 \text{ л/моль;}$$

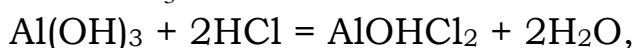
$$V_{\text{екв.}(NH_3)} = \frac{V_m}{1 \cdot 3} = \frac{22,4}{3} = 7,5 \text{ л/моль.}$$

Еквівалент і еквівалентна маса можуть змінюватися залежно від того, в яку реакцію вступає речовина.

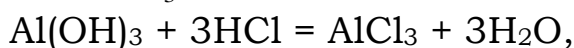
Наприклад, еквівалент і еквівалентна маса $\text{Al}(\text{OH})_3$ у реакціях із HCl будуть різними.



$$E_{(\text{Al}(\text{OH})_3)} = 1 \text{ моль}, m_{\text{екв.}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = \frac{M}{1} = 78 \text{ г/моль},$$



$$E_{(\text{Al}(\text{OH})_3)} = \frac{1}{2} \text{ моля}, m_{\text{екв.}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = \frac{M}{2} = \frac{78}{2} = 39 \text{ г/моль},$$



$$E_{(\text{Al}(\text{OH})_3)} = \frac{1}{3} \text{ моля}, m_{\text{екв.}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = \frac{M}{3} = \frac{78}{3} = 26 \text{ г/моль}.$$

Ключові слова й терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
еквівалент	equivalent	equivalence	مكافئ
еквівалентна маса	equivalent weight		الكتلة المكافئة
залежність	relation, dependence	dependance	علاقة
кислотність основи	acidity of base	acidite de base	حموضة
оксид	oxide	oxide	اوکسید
основа	base	base	قاعدة
основність кислоти	basicity of acid	basite de acide	القاعدية

Зверніть увагу!

1) що визначає що

Число гідроксильних груп визначає кислотність основи.

2) що змінюється залежно від чого

Еквівалент може змінюватися залежно від того, у яку реакцію вступає речовина.

Контрольні питання

- Сформулюйте закон еквівалентів.
- Що таке: а) еквівалент; б) еквівалентна маса?

Завдання для самостійної роботи

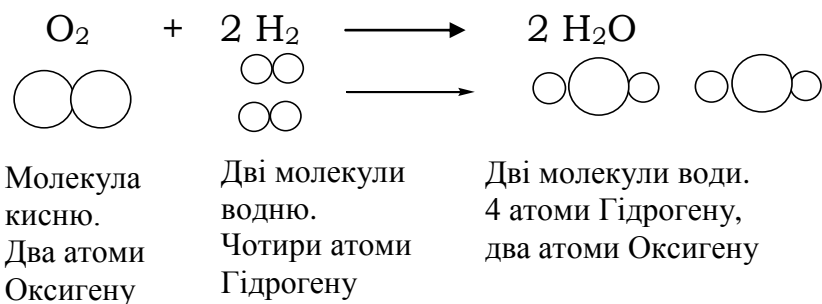
- Розрахуйте еквівалент і еквівалентну масу Мангану в сполуках: MnO , M_2O_3 , MnO_2 , Mn_2O_7 , MnO_3 .
- Розрахуйте еквівалент і еквівалентні маси складних сполук:
 - CrO_3 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, Cr_2O_3 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$,
 - NO , NO_2 , HNO_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$,
 - Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeSO_4 .

§ 12. Закон збереження маси

Сума мас речовин, які вступили в реакцію, дорівнює сумі мас продуктів реакції.

Під час хімічних реакцій атоми не зникають і не виникають нові. Загальна кількість атомів не змінюється. Маса кожного елемента до і після реакції залишається сталою (однаковою).

Наприклад, під час взаємодії водню з киснем утворюється вода:



Число атомів Гідрогену та Оксигену однакове до і після реакції. Маса води дорівнює сумі мас кисню O_2 і водню H_2 (рис.7).

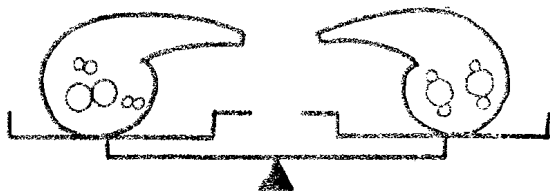


Рисунок 7

Ключові слова й терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
виникати	to create, to occur	apparaitre	تنشأ؛ تبرز
зникати	destroy, to disappear	disparafitre	يحطم

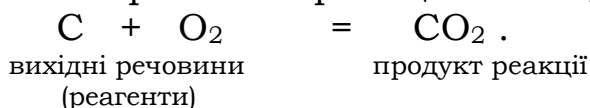
Контрольні питання

1. Сформулюйте закон збереження маси речовин.

§ 13. Хімічні рівняння

Хімічні рівняння – це зображення хімічної реакції за допомогою хімічних формул та коефіцієнтів.

Наприклад, хімічне рівняння реакції взаємодії вуглецю з киснем

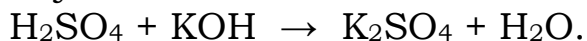


У кожному рівнянні є дві частини, сполучені знаком «дорівнює». У лівій частині записують формули речовин, що вступають у реакцію (вихідні речовини С і O₂), у правій частині – формули речовин, що утворюються внаслідок реакції (продукт реакції CO₂).

Відповідно до закону збереження маси число атомів кожного елемента в лівій і правій частинах хімічного рівняння повинне бути однаковим. Щоб їх зрівняти, перед формулами ставлять коефіцієнти.

Складемо, наприклад, хімічне рівняння реакції взаємодії сульфатної кислоти H₂SO₄ з калій гідроксидом KOH.

1. Записуємо схему реакції: в лівій частині рівняння - вихідні речовини (реагенти), у правій - продукти реакції. Між ними ставимо стрілку.

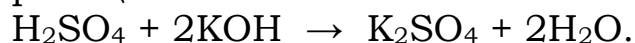


2. Зрівнюємо число атомів кожного елемента в лівій і правій частинах рівняння за допомогою коефіцієнтів.

Для цього складемо таблицю, в якій зазначимо число атомів кожного елемента у вихідних речовинах і продуктах реакції.

Елемент	Число атомів у вихідних речовинах	Число атомів у продуктах реакції	Різниця
H	3	2	1
S	1	1	0
O	5	5	0
K	1	2	-1

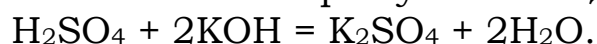
Число атомів S і O однакове у вихідних речовинах і продуктах реакції. Число атомів H і K – не зрівняне. Якщо поставити перед KOH і H₂O коефіцієнт 2, то число атомів K і H буде однаковим до і після реакції.



Складаємо нову таблицю.

Елемент	Число атомів у вихідних речовинах	Число атомів у продуктах реакції	Різниця
H	4	4	0
S	1	1	0
O	6	6	0
K	2	2	0

3. Замінюємо стрілку знаком «дорівнює» (=):



Запам'ятайте! Індокси в хімічних формулах **не змінюють**. Щоб урівняти хімічне рівняння, **використовують коефіцієнти**.

Читання хімічних рівнянь. Рівняння реакції горіння вуглецю в кисні
 $C + O_2 = CO_2$

читаємо так: це плюс о-два дорівнює це-о-два.

Рівняння взаємодії алюміній гідроксиду із гідроген хлоридом
 $Al(OH)_3 + 3HCl = AlCl_3 + 3H_2O$

читаємо так: алюміній-о-аш тричі плюс три-аш-хлор дорівнює алюміній-хлор-три плюс три-аш-два-о.

Ключові слова й терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
взаємодія	interaction	interdependence	تفاعل
вихідна речовина	initial substance	substance initiale	استنادا الى المواد
дорівнює	equal	egal	مساوي
запис	record	reponse	كتابة؛تسجيل؛تدوين
лівий	left	gauche	يساري
підбирати			
порівнювати	to balance	equilibrer	يعادل
правий	right	droit	ايمن
продукт реакції	product of reaction	produit reaction	شئ؛مادة؛ناتج
реагент	reagent		
рівняння	equation	equation	معادلة
стрілка	hand, arrow	aiguille, fleche	أبره؛عقرب ساعة
урівнювати, зрівнювати			

Зверніть увагу!

1) відповідно до чого?

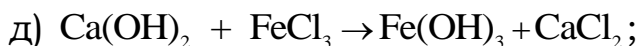
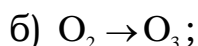
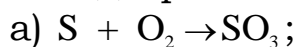
Відповідно до закону збереження маси число атомів кожного елемента в лівій і правій частинах хімічного рівняння повинно бути однаковим.

Контрольні запитання

1. Що таке хімічне рівняння?
2. Що показує: а) ліва; б) права частина рівняння?
3. Що показує коефіцієнт?

Завдання для самостійної роботи

1. Підберіть коефіцієнти і прочитайте рівняння реакцій



- е) $KI + Br_2 \rightarrow KBr + I_2$;
 ж) $K + H_2O \rightarrow KOH + H_2$;
 з) $C_4H_{10} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$;
 і) $KHCO_3 + H_3PO_4 \rightarrow K_3PO_4 + CO_2 + H_2O$.

§ 14. Закон Авогадро

У рівних об'ємах різних газів за однакових умов (температурі й тиску) міститься однакова кількість молекул.

У символічній формі він записується таким чином:

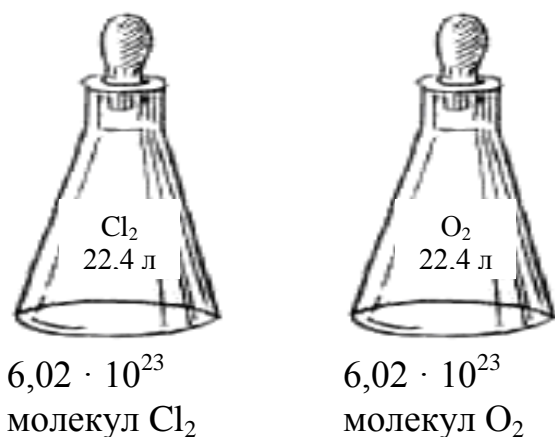
$N = \text{const}$, якщо $P, V, T = \text{const}$,

де N – число молекул; P – тиск; V – об'єм; T – температура.

Закону підлягають усі гази. Не підлягають йому гази за умов високого тиску та низької температури і речовини в рідкому та твердому станах.

Пояснення закону з точки зору атомно-молекулярного вчення. У газах за умов низького тиску відстані між молекулами значно більші від розмірів молекул. Тому об'єм газу обумовлюється числом молекул і відстанями між молекулами. За однакових умов (тиск і температура) відстані між молекулами в різних газах однакові. Отже, кількості молекул різних газів у однакових об'ємах однакові (рис.8).

За низьких температур та під високим тиском відстані між молекулами в газах зменшуються і наближається до розмірів молекул. Тому за таких умов гази не підлягають закону Авогадро. В рідких і твердих речовинах відстані між частками приблизно дорівнюють розмірам цих часток, тому об'єм рідкої або твердої речовини залежить також від розмірів цих часток. Тому рідкі та тверді речовини не підлягають закону Авогадро.



$N = \text{const}$, если $P, V, T = \text{const}$,
 де N – число молекул, P – тиск;
 V – об'єм; T – температура

Рисунок 8

Наслідки закону Авогадро.

Перший наслідок закону Авогадро. 1 моль ($6,02 \cdot 10^{23}$ молекул) за нормальних умов (н.у.) займає об'єм 22,4 л. Цей об'єм називається молярним об'ємом і позначається V_m .

Нормальні умови (н.у.): тиск $P = 101,3 \text{ кПа (кілопаскаль)} = 101325 \text{ Па}$, температура $T = 0^\circ\text{C (Цельсія)} = 273 \text{ К (Кельвіна)}$.

Розрахуємо об'єми, які займають за н.у. кисень, водень, повітря. Густина (ρ - читаємо "ро") кисню, водню і повітря складають відповідно, (г/л): 1,43; 0,09; 1,29.

Густина – це **відношення маси до об'єму**.

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ або } \rho = \frac{M}{V_m}, \text{ де}$$

ρ - густина; m - маса; V - об'єм; M - молярна маса; V_m - молярний об'єм.

Звідси молярний об'єм

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

$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$, $M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$, $M(\text{повітря}) = 29 \text{ г/моль}$,

$$V_m(\text{O}_2) = \frac{M(\text{O}_2)}{\rho(\text{O}_2)} = \frac{32 \text{ г/моль}}{1,43 \text{ г/л}} = 22,38 \text{ л/моль} \approx 22,4 \text{ л/моль},$$

$$V_m(\text{H}_2) = \frac{M(\text{H}_2)}{\rho(\text{H}_2)} = \frac{2 \text{ г/моль}}{0,09 \text{ г/л}} = 22,47 \text{ л/моль} \approx 22,4 \text{ л/моль},$$

$$V_m(\text{повітря}) = \frac{M(\text{повітря})}{\rho(\text{повітря})} = \frac{29 \text{ г/моль}}{1,29 \text{ г/л}} = 22,48 \text{ л/моль} \approx 22,4 \text{ л/моль}.$$

Об'єм, який займає **1 моль ($6,02 \cdot 10^{23}$ молекул)** будь-якого газу за нормальних умов, приблизно дорівнює **22,4 л** (або $0,0224 \text{ м}^3$).

Молярний об'єм газу – це **відношення об'єму V речовини до кількості ν цієї речовини**.

$$V_m = \frac{V(X)}{\nu(X)},$$

де V - об'єм речовини X ; ν - кількість речовини X .

Одиниці вимірювання молярного об'єму: **$\text{м}^3/\text{моль}$** (кубічний метр на моль), **л/моль** (літр на моль).

Приклад 1. Який об'єм займуть за н.у. 2 моля амоніаку NH_3 ?

Дано:

$$\frac{\nu(\text{NH}_3) = 2 \text{ моля}}{V(\text{NH}_3) - ?}$$

Розв'язання:

$$V_m = \frac{V}{\nu}, \text{ звідси } V = V_m \cdot \nu, V_m = 22,4 \text{ л/моль},$$

$$V = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 2 \text{ моля} = 44,8 \text{ л}.$$

Відповідь: Об'єм амоніаку за н.у. 44,8 л.

Приклад 2. Знайдіть кількість речовини хлору, який знаходиться в балоні місткістю 30 л за н.у.

Дано:

$$V(\text{Cl}_2) = 20\text{ л}$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

v - ?

Розв'язання:

$$V_m = \frac{V}{v}, \text{ звідси } v = \frac{V}{V_m} = \frac{30}{22,4} = 1,3 \text{ моль.}$$

Відповідь: У 30 л міститься 1,3 моля хлору.

Другий наслідок закону Авогадро. Маса однакових об'ємів двох газів відносяться одна до одної як їх молекулярні або молярні маси.

$$\frac{m(x_1)}{m(x_2)} = \frac{M(x_1)}{M(x_2)}$$

, де $m(x_1)$ і $m(x_2)$ – маси газів x_1 і x_2 ;

$M(x_1)$ і $M(x_2)$ – молярні маси газів x_1 і x_2 .

Відносна густина одного газу за іншим – це відношення густин (мас, молярних мас, відносних, молекулярних мас) двох газів за однакових умов.

$$D = \frac{\rho(x_1)}{\rho(x_2)} = \frac{m(x_1)}{m(x_2)} = \frac{Mr(x_1)}{Mr(x_2)} = \frac{M(x_1)}{M(x_2)},$$

де D - відносна густина; ρ - густина газу.

Відносна густина - величина безрозмірна - показує, у скільки разів один газ важче від іншого.

Розрахунок відносної густини газів за воднем.

Молярна маса водню $M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$.

Відносна густина газу за воднем розраховується за формулою

$$D_{\text{H}_2}(\text{газу}) = \frac{M(\text{газу})}{M(\text{H}_2)}, \text{ звідси } D_{\text{H}_2}(\text{газу}) = \frac{M(\text{газу})}{2}.$$

Приклад 1. Розрахуйте відносну густина кисню O_2 за воднем.

$$D_{\text{H}_2}(\text{O}_2) = \frac{M(\text{O}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{32\text{г/моль}}{2\text{г/моль}} = 16.$$

Кисень у 16 разів важче за водень.

Розрахунок відносної густини газів за повітрям.

Молярна маса повітря $M(\text{повітря}) = 29 \text{ г/моль}$.

Відносна густина газу за повітрям розраховується за формулою

$$D_{\text{повітря}}(\text{газу}) = \frac{M(\text{газу})}{29}.$$

Наприклад, відносна густина кисню за повітрям дорівнює

$$D_{\text{повітря}} = \frac{32}{29} = 1,1.$$

Кисень важче повітря в 1,1 раза.

Із формули $D = \frac{M(x_1)}{M(x_2)}$ випливає, що **молярна маса газу дорівнює його відносній густині за іншим газом, помноженій на молярну масу іншого газу.**

$$M(x_1) = M(x_2) \cdot D$$

Приклад 2. Відносна густина сульфургідрогену H_2S за воднем $D_{H_2}(H_2S)=17$.

Розрахувати молярну масу H_2S .

Розв'язання. $D_{H_2}(H_2S) = \frac{M(H_2S)}{M(H_2)}$, звідси $M(H_2S) = D_{H_2}(H_2S) \cdot M(H_2) =$

$= 17 \cdot 2 \text{ г/моль} = 34 \text{ г/моль}$.

Ключові слова й терміни

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
більше	more	plus de	
високий	high	haut	
відповідно	respectively, accordingly	conformement	
відстань	distance	distance	
збільшуватися	to increase	s'accroitre, augmentation	
зменшуватися	to decrease	diminuer	
молярний об'єм	molar volume	volume molaire	
низький	low	bas	
нормальні умови	normal (standard) conditions	condition normale	
підлягають	to obey	se soumettre a	
приблизний	approximate	approximativement	
відповідати (чому)	to correspond to	correspondrea a	

Контрольні питання

1. Сформулюйте закон Авогадро.
2. За яких умов газу не підлягають закону Авогадро? Чому?
3. Сформулюйте перший наслідок закону Авогадро?
4. Що таке молярний об'єм газу?
5. В яких одиницях вимірюють молярний об'єм газу?
6. Сформулюйте другий наслідок закону Авогадро.
7. Що називають: а) густиною речовини; б) відносною густиною одного газу за іншим? В яких одиницях вимірюють ці величини?
8. Чому дорівнює відносна густина газу?
9. Напишіть формули для розрахунку відносної густини газу:
а) за воднем; б) за повітрям.
10. Чому дорівнює молярна маса газу?

Завдання для самостійної роботи

1. Визначте масу за н.у.: а) сульфур гідрогену H_2S об'ємом 1 л;
б) амоніаку NH_3 об'ємом 2 л; в) карбон (IV) оксиду CO_2 об'ємом 0,5 л.

2. Яку масу мають: а) 30 л N₂ ; б) 80 л O₂; в) 0,5 л H₂; г) 1 м³ Cl₂ за н.у.? Яку кількість речовини містять ці об'єми?
3. Який об'єм за н.у. займає: а) 0,1 моля; б) 0,5 моля; в) 5 моль газу?
4. Який об'єм займає: а) 12,04 · 10²³ молекул хлору Cl₂; б) 2 моля Cl₂; в) 14,2 г Cl₂; г) 6,02 · 10²³ молекул O₂; д) 12,604 · 10²³ молекул O₂?
5. Визначте відносні густини O₂ за H₂ і H₂ за O₂.
6. Розрахуйте відносні густини за повітрям газів: H₂S, NH₃, CO₂, C₂H₆.
7. Визначте густину NH₃ за н.у., якщо густина повітря дорівнює 1,29 г/л.
8. Які з перелічених газів важчі повітря, у скільки разів: C₂H₆, O₂, NH₃, CH₃Cl, SO₂, N₂, NO₂, CH₄?
9. Густина невідомого газу за н.у. дорівнює 1,34 г/л. Розрахуйте: а) яку масу мають 11,2 л цього газу; б) скільки молекул міститься в цьому об'ємі; в) молярну масу газу; г) кількість молей в 11,2 л; д) відносну густину цього газу за воднем.

§ 15. Розрахунок відносної молекулярної маси газу

Розрахунок відносної молекулярної маси газу за густиною (ρ).

Якщо відома густина газу за н.у., можна визначити молярну масу за формулою $\rho = \frac{M}{V_m}$, звідси $M = \rho \cdot 22,4 \text{ л/моль}$. Молярна маса чисельно дорівнює відносній молекулярній масі.

Приклад 1. Визначте Mr газу, якщо його густина за н.у. = 1,25 г/л.

Дано:

$$\rho = 1,25 \text{ г/л}$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

Mr - ?

Розв'язання:

$$M_{(\text{газу})} = \rho \cdot V_m = 1,25 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 28 \text{ г/моль},$$

$$Mr_{(\text{газу})} = 28.$$

Відповідь: Mr (газу) = 28.

Розрахунок відносної молекулярної маси газу, якщо відома маса певного об'єму газу. Якщо ми знаємо масу (m) певного об'єму (V) цього газу, то молярну масу можна визначити за формулами:

$$M = \frac{m}{\nu}; \nu = \frac{V}{V_m} \text{ або } M = \frac{m \cdot V}{V_m}$$

Приклад 2. Газ масою 5,6 г займає об'єм 4,48 л (н.у.). Визначте відносну молекулярну масу цього газу.

Дано:

$$m = 5,6 \text{ г}$$

$$V = 4,48 \text{ л}$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

Mr - ?

Розв'язання:

$$\nu = \frac{V}{V_m} = \frac{4,48 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,2 \text{ моль},$$

$$M = \frac{m}{\nu} = \frac{5,6 \text{ г}}{0,2 \text{ моль}} = 28 \text{ г/моль}, \quad Mr_{(\text{газу})} = 28.$$

Відповідь: Mr (газу) = 28.

Розрахунок відносної молекулярної маси за відотною густиною. Якщо ми знаємо відносну густину одного газу за іншим і відносну молекулярну масу газу, можна визначити відносну молекулярну масу іншого газу.

$$D = \frac{Mr(x_1)}{Mr(x_2)}, \text{ звідси } Mr(x_1) = D \cdot Mr(x_2).$$

Приклад 3. Розрахуйте відносну молекулярну масу газу, густина якого за киснем дорівнює $D_{O_2}(\text{газу}) = 1,38$.

Дано:	Розв'язання:
$D_{O_2}(\text{газу}) = 1,38$	$D_{O_2}(\text{газу}) = \frac{Mr(\text{газу})}{Mr(O_2)}$, звідси
$Mr(O_2) = 32$	$Mr(\text{газу}) = D_{O_2}(\text{газу}) \cdot Mr(O_2) = 1,38 \cdot 32 = 44,1$.
$Mr(\text{газу}) = ?$	

Відповідь: $Mr(\text{газу}) = 44,1$.

Завдання для самостійної роботи

1. Маса 400 мл газу за н.у. дорівнює 0,464 г. Визначте густину цього газу і його молярну масу.
2. Розрахуйте молярну масу газу, якщо 1,71 г його займають за н.у. об'єм 600 моль.
3. Маса 0,001 м³ газу за н.у. дорівнює 1,25 г. Розрахуйте: а) молярну масу газу; б) масу однієї молекули; в) густину; г) відносну густину за повітрям.
4. Маса 1 л (н.у.) газу дорівнює 1,52 г, а маса 1 л (н.у.) азоту - 1,25 г. Розрахуйте молярну масу газу, використовуючи: а) його густину за азотом; б) молярний об'єм.
5. 1 мл деякого газу за н.у. має масу 0,00129 г. Визначте молярну масу іншого газу, якщо він важче першого в 1,5 рази.
6. Розрахуйте відносну молекулярну масу газу, якщо 1 л за нормальних умов має масу: а) 3,612 г; б) 1,175 г; в) 1,160 г; г) 1,250 г.
7. Густина газу А за н.у. дорівнює 1,2946 г/л, а 5 л газу В за н.у. мають масу 9,821 г. Розрахуйте відносну густину газу В за газом А, а також молярні маси обох газів.

§ 16. Об'ємна частка газу

Об'ємна частка - це відношення об'єму даного компонента до загального об'єму системи.

$$\varphi(x) = \frac{V(x)}{V},$$

де $\varphi(x)$ (φ - читаємо «фі») - об'ємна частка компонента x , $V(x)$ - об'єм компонента x ; V - об'єм системи.

Об'ємна частка - безрозмірна величина, її виражають у частках одиниці або у відсотках.

Якщо суміш складається з кількох газів і відомий її склад, **молярну масу суміші M** можна розрахувати **за формулою**

$$M_{\text{смеси}} = \varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2 + \dots + \varphi_i \cdot M_i$$

де M_1, M_2, \dots, M_i – молярні маси компонентів суміші; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – об'ємні частки компонентів, виражені в частках одиниці (частки у відсотках слід перевести в частки одиниці).

Приклад 1. Склад повітря: 21 % кисню O_2 , 78 % азоту N_2 і 1 % аргону Ar. Розрахуйте середню молярну масу повітря.

Дано:

$$\varphi(O_2) = 21 \% = 0,21$$

$$\varphi(N_2) = 78 \% = 0,78$$

$$\varphi(Ar) = 1\% = 0,01$$

$$M(O_2) = 32 \text{ г/моль}$$

$$M(N_2) = 28 \text{ г/моль}$$

$$M(Ar) = 40 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{повітря}) - ?$$

Розв'язання:

$$M_{(\text{повітря})} = \varphi(O_2) \cdot M(O_2) + \varphi(N_2) \cdot M(N_2) + \varphi(Ar) \cdot M(Ar),$$

$$M_{(\text{повітря})} = 0,21 \cdot 32 + 0,78 \cdot 28 + 0,01 \cdot 40 = 28,96 \approx 29 \text{ г/моль}.$$

Відповідь: $M(\text{повітря}) = 29 \text{ г/моль}$.

Приклад 2. Розрахуйте об'ємні частки газів у суміші (н.у.), що містять 15,6 л азоту, 4,2 л кисню і 0,2 л аргону.

Розв'язання. 1. Визначаємо об'єм газової суміші, що дорівнює сумі об'ємів азоту, кисню й аргону:

$$V_{\text{суміші}} = V(N_2) + V(O_2) + V(Ar) = 15,6 + 4,2 + 0,2 = 20 \text{ л}.$$

2. Використовуючи рівняння $\varphi(x) = \frac{V(x)}{V}$, визначаємо об'ємні частки газів:

$$\varphi(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_{\text{суміші}}} = \frac{15,6}{20} = 0,78, \text{ або } 78\%,$$

$$\varphi(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_{\text{суміші}}} = \frac{4,2}{20} = 0,21, \text{ або } 21\%,$$

$$\varphi(Ar) = \frac{V(Ar)}{V_{\text{суміші}}} = \frac{0,2}{20} = 0,01, \text{ або } 1\%.$$

Відповідь: $\varphi(N_2) = 78 \%$, $\varphi(O_2) = 21 \%$, $\varphi(Ar) = 1 \%$.

Зверніть увагу!

1) використовуючи що, визначаємо що

Використовуючи рівняння, визначаємо об'ємні частки газів.

Контрольні запитання

1. Що таке об'ємна частка?
2. Чому дорівнює молярна маса газової суміші?

Завдання для самостійної роботи

1. Розрахуйте об'ємні частки газів у суміші, що містять 6,72 л CH_4 і 2,24 л C_2H_6 .
2. Визначте об'ємні частки газів у суміші, що містять 5,6 г N_2 і 1,6 г H_2 ?
3. Розрахуйте молярну масу газової суміші, що містять 60 об. % SO_2 і 40 об. % CO_2 .
4. Визначте об'ємний склад суміші CO і H_2 , густина якої за воднем дорівнює: а) 20,4; б) 19,6; в) 18,8.
5. Розрахуйте масу 1 л газової суміші, що складається з: 50 % H_2 , 40 % CO , 5 % CO_2 і 5 % N_2 .
6. Який об'єм за н.у. займе газова суміш, що містить 8,5 г NH_3 і 1 г H_2 ? Розрахуйте об'ємні й масові частки газів у суміші.

§ 17. Закон об'ємних співвідношень

Співвідношення об'ємів газів, що вступають у реакцію та утворюються внаслідок неї, є співвідношенням простих цілих чисел.

Якщо рівняння реакції між газами зобразити схемою

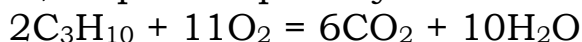
$$aA + bB = cC + dD,$$

то у символічній формі закон об'ємних співвідношень записується таким чином:

$$V(A) : V(B) : V(C) : V(D) = a : b : c : d,$$

де a , b , c , d – коефіцієнти, які показують молярне і об'ємне співвідношення речовин.

Так, у реакції горіння пропану в кисні



співвідношення об'ємів газів таке:

$$V(\text{C}_3\text{H}_{10}) : V(\text{O}_2) : V(\text{CO}_2) : V(\text{H}_2\text{O}) = 2 : 11 : 6 : 10.$$

Приклад 1. Який об'єм кисню потрібен для спалювання пропану об'ємом 3 л.

Дано:

$$\frac{V(\text{C}_2\text{H}_6) = 3\text{л}}{V(\text{O}_2) - ?}$$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння реакції
 $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ (газ).

2. За законом об'ємних співвідношень

$$V(\text{C}_2\text{H}_6) : V(\text{O}_2) : V(\text{CO}_2) : V(\text{H}_2\text{O}) = 2 : 7 : 4 : 6,$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_6) : V(\text{O}_2) = 2 : 7, \text{ звідси } V(\text{O}_2) = \frac{7}{2} V(\text{C}_2\text{H}_6),$$

$$V(\text{O}_2) = 3\text{л} \cdot \frac{7}{2} = 10,5\text{л}.$$

Відповідь: $V(\text{O}_2) = 10,5\text{ л}$.

Приклад 2. Для спалювання 4 л невідомого газу використали 6 л кисню. В результаті одержали 4 л H_2O (газ) і 4 л SO_2 . Визначте формулу газу.

Дано:

$$V(\text{газу}) = 4 \text{ л}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ л}$$

$$V(\text{SO}_2) = 4 \text{ л}$$

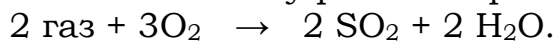
Формула газу?

Розв'язання.

За співвідношенням об'ємів газів визначаємо коефіцієнти в рівняння реакції.

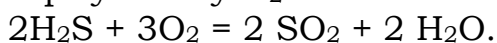
$$V(\text{газу}):V(\text{O}_2):V(\text{SO}_2):V(\text{H}_2\text{O}) = 4:6:4:4 = 2:3:2:2.$$

Запишемо схему рівняння реакції



За законом збереження маси число атомів кожного елемента повинне бути однаковим до і після реакції. З цього випливає, що невідомий газ повинен містити один атом сірки й два атоми водню.

Формула газу H_2S .



Контрольні питання

1. Сформулюйте закон об'ємних співвідношень.

Завдання для самостійної роботи

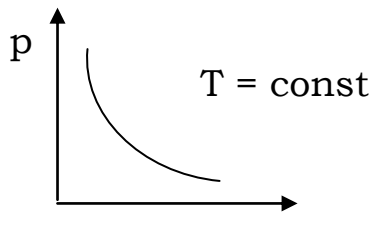
1. Який об'єм кисню потрібен для окиснення 5 л SO_2 . Який об'єм SO_3 утвориться?
2. Під час взаємодії одного об'єму CO з одним об'ємом Cl_2 утворюється один об'єм газу фосгену. Знайдіть формулу фосгену.
3. Який об'єм кисню потрібен для спалювання 2 м³ CH_4 ? Який об'єм CO_2 утвориться?
4. Для спалювання 1 л пари горючої речовини використали 1,5 л кисню й отримали 1 л CO_2 і 1 л SO_2 . Знайдіть формулу речовини.
5. Для спалювання 20 мл газоподібної органічної речовини використали 60 мл кисню. В результаті утворилося 40 мл вуглекислого газу і 40 мл H_2O . Визначте формулу речовини.
6. Визначте формулу газу, якщо для горіння 1 м³ цього газу використали 3 м³ O_2 й одержали 2 м³ CO_2 і 2 м³ H_2O (газ).

§ 18. Основні газові закони

Стан газу характеризується його об'ємом (V), тиском (P) і температурою (T). Експериментально встановили (виявили) залежність між цими величинами.

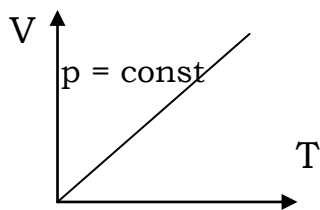
1. **Закон Бойля – Маріотта: при сталій температурі об'єм даної кількості газу обернено пропорційний тиску.**

При $T = \text{const}$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1}$, або $pV = \text{const}$.



2. **Закон Гей – Люссака:** при сталому тиску зміна об'єму газу прямо пропорційна температурі.

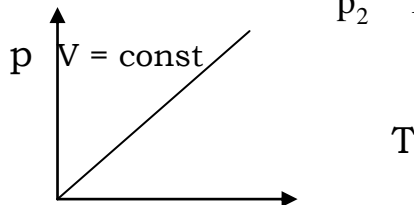
При $p = \text{const}$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$, або $\frac{V}{T} = \text{const}$.



Температура в кельвінах.
 $T = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$.

3. **Закон Шарля:** при постійному об'ємі тиск газу прямо пропорційний температурі.

При $V = \text{const}$ $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$, або $\frac{p}{T} = \text{const}$.



Усі три закони можна об'єднати в один **універсальний газовий закон**

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}, \text{ або } \frac{pV}{T} = \text{const}$$

Універсальний газовий закон застосовується для обчислення об'єму газу за даних умов, якщо відомий його об'єм за інших умов. Якщо здійснюється перехід від нормальних умов (або до н.у.), то цю формулу записують так:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0},$$

де p_0 , V_0 , T_0 – відповідно тиск, об'єм і температура за н.у.
 $(p_0 = 101325 \text{ Па}, T_0 = 273 \text{ К})$.

Якщо відома маса або кількість газу, а потрібно обчислити його об'єм, або навпаки, використовують **рівняння Менделєєва – Клапейрона**.

$$pV = \nu RT, \text{ або } pV = \frac{m}{M} RT,$$

де ν (читаємо «ню») - число молів газу, моль; m - його маса, кг; M - молярна маса, кг/моль;

R - універсальна газова стала, дорівнює $8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$;

T - температура, К (кельвін).

Приклад 1. При деякій температурі тиск газу, що займає об'єм 5 л , дорівнює $93,3 \text{ кПа}$. Як зміниться тиск, якщо зменшити об'єм до 3 л , не змінюючи температури?

Дано:

$$V_1 = 5 \text{ л}$$

$$V_2 = 3 \text{ л}$$

$$p_1 = 93,3 \text{ кПа}$$

$$T = \text{const}$$

$$p_2 = ?$$

Розв'язання.

$$T = \text{const} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1}, \quad p_2 = \frac{V_1 \cdot p_1}{V_2},$$

$$p_2 = \frac{5 \text{ л} \cdot 93,3 \text{ кПа}}{3 \text{ л}} = 155,5 \text{ кПа}.$$

Відповідь: тиск газу $155,5 \text{ кПа}$.

Приклад 2. При сталому тиску 580 мл газу нагріли від 17°C до 100°C . Як зміниться об'єм газу?

Дано:

$$p = \text{const}$$

$$V_1 = 0,580 \text{ л}$$

$$T_1 = (273 + 17 \text{ К}) = 290 \text{ К}$$

$$T_2 = (273 + 100 \text{ К}) = 373 \text{ К}$$

$$V_2 = ?$$

Розв'язання:

$$p = \text{const} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{0,58 \text{ л} \cdot 373 \text{ К}}{290 \text{ К}} = 0,75 \text{ л}.$$

Відповідь: об'єм газу $0,75 \text{ л}$.

Приклад 3. Як зміниться тиск газу в посудині при підвищенні температури від 273 К до 546 К , якщо початковий тиск газу $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ і об'єм газу не змінюється.

Дано:

$$V = \text{const}$$

$$T_1 = 273 \text{ К}$$

$$T_2 = 546 \text{ К}$$

$$p_1 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$p_2 = ?$$

Розв'язання:

$$V = \text{const} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad p_2 = \frac{p_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{1 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 546 \text{ К}}{273 \text{ К}} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Відповідь: тиск $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Приклад 4. Газ при температурі 200 К і тиску $1,02 \cdot 10^5 \text{ Па}$ займає об'єм 20 л . Визначте об'єм, який займає газ при 400 К і $2,02 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Дано:

$$T_1 = 200 \text{ К}$$

$$p_1 = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_1 = 20 \text{ л}$$

$$T_2 = 400 \text{ К}$$

$$p_2 = 2,02 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 = ?$$

Розв'язок:

Використовуємо універсальний газовий закон

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}, \text{ звідси } V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 p_2} = \frac{1,02 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 20 \text{ л} \cdot 400 \text{ К}}{200 \text{ К} \cdot 2,02 \cdot 10^5 \text{ Па}} = 15 \text{ л}.$$

Відповідь: об'єм газу 15 л .

Рівняння Менделєєва - Клапейрона застосовують для розрахунків різних параметрів.

Об'єм газу розраховують, якщо відомі кількість речовини (маса) газу, його температура і тиск.

Приклад 5. Розрахуйте об'єм 7 кг азоту при тиску 101,3 Па й 50°C.

Дано:

$$m(N_2) = 7 \text{ кг}$$

$$p = 101325 \text{ Па}$$

$$T = 50 + 273 = 323 \text{ К}$$

$$R = 8,314 \text{ Дж (моль} \cdot \text{К)}$$

$$V = ?$$

Розв'язання:

$$pV = \frac{m}{M} RT, \text{ звідси } V = \frac{m \cdot RT}{M \cdot p},$$

$$M(N_2) = 28 \text{ г/моль} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль},$$

$$V = \frac{7 \text{ кг} \cdot 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 323 \text{ К}}{28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 101325} = 6,625 \text{ м}^3.$$

Відповідь: об'єм газу 6,625 м³.

Кількість речовини газу і його масу розраховують, якщо відомі об'єм, температура та тиск.

Приклад 6. Яка кількість речовини карбон (IV) оксиду CO₂ займає об'єм 50 л при 27°C і тиску 2 · 10⁵ Па?

Дано:

$$V(CO_2) = 50 \text{ л} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ К}$$

$$p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$M(CO_2) = 44 \text{ г/моль} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$R = 8,314 \text{ Дж (моль} \cdot \text{К)}$$

Розв'язання:

$$pV = \nu RT, \text{ звідси } \nu = \frac{pV}{RT},$$

$$\nu(CO_2) = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 300 \text{ К}} = 4 \text{ моля}.$$

$$\nu(CO_2) - ?$$

Відповідь: 4 моля CO₂.

Приклад 7. Яка маса карбон (IV) оксиду CO₂ займає об'єм 50 л при 300 К і тиску 2 · 10⁵ Па?

Дано:

$$V(CO_2) = 50 \text{ л} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T = 300 \text{ К}$$

$$p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$M(CO_2) = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$R = 8,314 \text{ Дж (моль} \cdot \text{К)}$$

$$m(CO_2) - ?$$

Розв'язання:

$$pV = \frac{m}{M} RT, \text{ звідси } m = \frac{pVM}{RT},$$

$$m(CO_2) = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 \cdot 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 300 \text{ К}} = 0,176 \text{ кг} = 176 \text{ г}.$$

Відповідь: маса CO₂ 176 г.

Молярну масу газу розраховують, якщо відомі його об'єм і маса при певному тиску і температурі.

Приклад 8. Знайдіть молярну масу газу, якщо 0,05 м³ його парів при 300°C і 2 · 10⁵ Па мають масу 176 г.

Дано:

$$V(\text{газу}) = 0,05 \text{ м}^3$$

$$T = 300 \text{ К}$$

$$m(\text{газу}) = 176 \text{ г} = 0,176 \text{ кг}$$

$$p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$R = 8,314 \text{ Дж (моль} \cdot \text{К)}$$

$$M(\text{газу}) - ?$$

Розв'язання:

$$pV = \frac{m}{M} RT, \text{ звідси } M = \frac{mRT}{pV},$$

$$M(\text{газу}) = \frac{0,176 \text{ кг} \cdot 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 300 \text{ К}}{2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,05 \text{ м}^3} = 0,044 \text{ кг/моль} = 44 \text{ г/моль}.$$

Відповідь: молярна маса газу 44 г/моль.

Тиск розраховують, якщо відомі кількість речовини газу, його об'єм і температура.

Приклад 9. Розрахуйте тиск 5 г етану C_2H_6 у посудині об'ємом 40 л при температурі -20°C .

Дано:

$$m(\text{C}_2\text{H}_6) = 5 \text{ г} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_6) = 40 \text{ л} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T = -20 + 273 = 253 \text{ К}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \text{ г/моль} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$R = 8,314 \text{ Дж (моль} \cdot \text{К)}$$

$$p - ?$$

Розв'язання:

$$pV = \frac{m}{M} RT, \text{ звідси } p = \frac{mRT}{MV},$$

$$p = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 253 \text{ К}}{30 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 8764 \text{ Па}.$$

Відповідь: тиск 8764 Па.

Густина газу розраховують, якщо відомі молярна маса газу, його температура і тиск.

Приклад 10. Розрахуйте густина азоту N_2 при 300 К і тиску 111348 Па.

Дано:

$$T = 300 \text{ К}$$

$$p = 111348 \text{ Па}.$$

$$M(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль} =$$

$$= 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$R = 8,314 \text{ Дж (моль} \cdot \text{К)}$$

$$\rho - ?$$

Розв'язання:

Перетворимо рівняння Менделєєва - Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT}, \quad \frac{m}{V} = \rho, \text{ звідси } \rho = \frac{pM}{RT},$$

$$\rho = \frac{111348 \text{ Па} \cdot 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 300 \text{ К}} = 1,25 \text{ кг/м}^3 = 1,25 \text{ г/л}.$$

Відповідь: густина азоту 1,25 г/л.

Контрольні питання

1. Сформулюйте основні газові закони:

а) закон Бойля - Маріотта;

б) закон Гей - Люссака;

в) закон Шарля;

г) універсальний газовий закон.

Завдання для самостійної роботи

1. При сталій температурі 2,5 л невідомого газу стиснули до об'єму 1 л. Як зміниться тиск газу, якщо початковий тиск складав 101325 Па?

2. При 25°C об'єм газу дорівнює 0,5 л. Як зміниться об'єм газу, якщо при сталому тиску довести температуру до 75°C?
3. Який об'єм займуть 4 кг азоту при тиску 100 кПа і 60°C?
4. Маса 455 мл парів двоатомного газу при 62°C і тиску 101325 Па дорівнює 1,175 г. Обчисліть молекулярну масу і масу однієї молекули речовини. Який це газ?
5. Скільки молів парів ацетону CH_3COCH_3 міститься в 250 мл при 87°C і тиску 99300 Па? Яка їх маса?
6. Визначте масу вуглекислого газу CO_2 , який займає об'єм 20 л при температурі 22°C і тиску 500000 Па.

§ 19. Розрахунки за хімічними формулами і рівняннями

За хімічними формулами можна розрахувати:

- 1) відносну молекулярну масу та молярну масу речовини (див. § 8);
- 2) масову частку елементів у речовині (див. § 8);
- 3) формулу речовини, якщо відомі масові частки елементів.

Приклад 1. Речовина містить 15,8 % Алюмінію, 28,1 % Сульфуру, 56,1 % Оксигену. Визначити формулу речовини.

Дано:

$$\omega(\text{Al}) = 15,8\%$$

$$\omega(\text{S}) = 28,1\%$$

$$\omega(\text{O}) = 56,1\%$$

$$\text{Al}_x\text{S}_y\text{O}_z - ?$$

Розв'язання:

1. Позначимо формулу речовини $\text{Al}_x\text{S}_y\text{O}_z$, де x, y, z - число моль атомів Al, S, O.
2. Масові частки елементів у відсотках вказують масу кожного елемента в 100 г речовини. Із цього випливає, що в 100 г $\text{Al}_x\text{S}_y\text{O}_z$ міститься: $m(\text{Al}) = 15,7$ г, $m(\text{S}) = 28,1$ г, $m(\text{O}) = 51,1$ г.

3. Кількість (моль) кожного елемента дорівнює відношенню маси елемента до його молярної маси: $\nu = \frac{m}{M}$.

Співвідношення $x : y : z$ дорівнює співвідношенням кількості речовини

$$x : y : z = \nu(\text{Al}) : \nu(\text{S}) : \nu(\text{O}), \quad x : y : z = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} : \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} : \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})}$$

$$x : y : z = \frac{15,8}{27} : \frac{28,1}{32} : \frac{56,1}{16} = 0,585 : 0,878 : 3,506. \quad \text{Скоротивши ці значення на найменше число } 0,585, \text{ одержимо } 1 : 1,5 : 6 = 2 : 3 : 12.$$

Отже, формула речовини $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12}$ або $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Відповідь: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

За хімічним рівнянням можна розрахувати маси (об'єми) речовин, що вступають у хімічну реакцію і утворюються в результаті реакції.

Приклад 2. Розрахувати кількість речовини, масу й об'єм (н.у.) карбон (IV) оксиду CO_2 , що утворюється при нагріванні 20 г CaCO_3 .

Дано:

$$m(\text{CaCO}_3) = 20 \text{ г}$$

$$V_m(\text{CO}_2) = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$$

$$u(\text{CO}_2) - ?, m(\text{CO}_2) - ?,$$

$$V(\text{CO}_2) - ?$$

Розв'язання:

1. Запишемо рівняння реакції



$$1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$$

2. Визначимо кількість речовини CaCO_3 :

$$u(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{20 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моля}.$$

3. За рівнянням реакцій $u(\text{CO}_2) = u(\text{CaCO}_3) = 0,2 \text{ моля}.$

4. Знаходимо $m(\text{CO}_2) = u(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2).$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}; m(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 8,8 \text{ г}.$$

5. Знаходимо $V(\text{CO}_2) = u \cdot V_m = 0,2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,48 \text{ л}.$

Відповідь: $u(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моля}; m(\text{CO}_2) = 8,8 \text{ г}; V(\text{CO}_2) = 4,48 \text{ л}.$

Приклад 3. До магнію масою 4,8 г додали хлороводневу кислоту масою 8 г. Визначте об'єм водню, що утворився.

Дано:

$$m(\text{Mg}) = 4,8 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = 8 \text{ г}$$

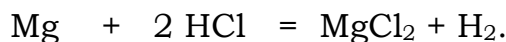
$$M(\text{Mg}) = 24 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$V(\text{H}_2) - ?$$

Розв'язання:



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

1. Згідно з рівнянням реакції молярне співвідношення речовин дорівнює співвідношенню коефіцієнтів:

$$u(\text{Mg}) : u(\text{HCl}) : u(\text{H}_2) = 1 : 2 : 1.$$

2. Розрахуємо кількість речовини Mg і HCl , даних в умові задачі за формулою $u = \frac{m}{M}$;

$$u(\text{Mg}) = \frac{4,8 \text{ г}}{24 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моля} \quad u(\text{HCl}) = \frac{8 \text{ г}}{36,5 \text{ г/моль}} = 0,22 \text{ моля}.$$

3. Розглянемо, яку з речовин (Mg або HCl) взято в надлишку. За рівнянням реакції молярні співвідношення $u(\text{Mg}) : u(\text{HCl}) = 1 : 2.$

Згідно з умовою задачі маємо $u(\text{Mg}) = 0,2 \text{ моля}, u(\text{HCl}) = 0,22 \text{ моля}.$ Отже, Mg взято в надлишку.

4. За молярним співвідношенням $u(\text{HCl}) : u(\text{H}_2) = 1 : 1.$ Знайдемо кількість речовини водню. $u(\text{H}_2) = u(\text{HCl}) = 0,22 \text{ моля};$

$$u(\text{HCl}) = 0,22 \text{ моль}. u(\text{HCl}) = u(\text{H}_2) = 0,22 \text{ моля}.$$

5. Розрахуємо об'єм водню: $V(\text{H}_2) = u(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,22 \text{ моля} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,928 \text{ л}$

Відповідь: 4,928 л.

За допомогою хімічних рівнянь можна встановити склад речовини за продуктами реакції.

Приклад 4. Знайдіть молекулярну формулу речовини, якщо внаслідок повного згоряння цієї речовини масою 2,4 г утворюються карбон (IV) оксид CO_2 об'ємом 1,68 л (н.у.) і вода масою 2,7 г. Відносна густина речовини за воднем дорівнює 16.

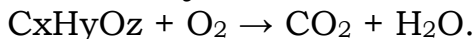
Дано:

m (речовини) = 2,4 г
 V (CO₂) = 1,68 л
 m (H₂O) = 2,7 г
 D_{H_2} = 16
 m (газу) = 22,4 л/моль

Формула газу - ?

Розв'язання:

1. За результатами спалювання речовини можна припустити, що вона складається з Карбону С, Гідрогену Н і Оксигену О, отже її формулу в загальному вигляді запишемо як С_хН_уО_z:



2. Визначимо масу Карбону, який міститься в 1,68 л CO₂.

$$v(CO_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{1,68 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,075 \text{ моля},$$

$$v(C) = v(C_2) = 0,075 \text{ моля},$$

$$m(C) = v(C) \cdot M(C) = 0,075 \cdot 12 = 0,9 \text{ г}.$$

3. Розрахуємо масу Гідрогену в H₂O:

$$v(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{2,7 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моля},$$

$$v(H) = 2v(H_2O) = 2 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ моля}.$$

$$m(H) = v(H) \cdot M(H) = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ г}.$$

4. Визначимо суму мас Карбону і Гідрогену, що містяться в речовині масою 2,4 г:

$$0,9 + 0,3 = 1,2 \text{ г}.$$

Отже, до складу речовини входить кисень:

$$m(O) = 2,4 - 1,2 = 1,2 \text{ г}.$$

5. Визначаємо кількість речовини кисню

$$v(O) = \frac{m(O)}{M(O)} = \frac{1,2}{16} = 0,075 \text{ моля}.$$

6. Знайдемо молярне співвідношення елементів у формулі:

$$x : y : z = 0,075 : 0,15 : 0,075 = 1 : 2 : 1.$$

Емпірична формула речовини CH₂O.

7. Знайдемо молекулярну масу газу

$M_r(\text{газу}) = D_{H_2}(\text{газ}) \cdot 2$, де $D_{H_2} = 16$ – відносна густина газу за воднем.

$$M_r(\text{газу}) = 16 \cdot 2 = 32, \quad M_r(CH_2O) = 12 + 2 + 16 = 30.$$

$$\text{Різниця між } M_r(\text{газу}) \text{ і } M_r(CH_2O): 32 - 30 = 2.$$

Ця маса може відповідати 2 атомам Н.

Отже, формула газу CH₄O.

Відповідь: молекулярна формула газу CH₄O, або CH₃OH.

Завдання для самостійної роботи

1. Визначте формулу і молярну масу речовини за складом у масових частках (у відсотках) :

а) 22,4% Са; 17,1%N; 58,5% О; б) 48% О; 28% Si; 24% Mg; в) 37,7 % Na; 39,3% О; 23% Si; г) 42,1% Na; 18,9% P; 39% О; д) 47,1% О; 30,4% P; 22,5% Na; е) 2% Н; 32,3% О; 64,7% Cu; ж) 62,5% Pb; 29% О; 8,5% N; з) 56,5% К; 34,8% О; 87% С; і) 31,8% К; 29,0% Cl; 39,2% О; к) 40,2% К; 26,8% Cr; 33%О.

2. При отруєнні йодом використовують 10% розчин тіосульфату натрію. Визначте формулу цієї сполуки, що містить 29,11% Na, 40,51% S, 30,38% O.
3. Під час взаємодії 8 г магнію із сульфатною кислотою H_2SO_4 утворюються водень H_2 і сіль MgSO_4 . Складіть рівняння реакції. Розрахуйте кількість речовини, об'єм і масу водню.
4. Внаслідок взаємодії Al_2O_3 з надлишком HNO_3 утворилося 5,4 г води. Скільки молів і грамів Al_2O_3 вступило в реакцію?
5. До розчину, що містить 0,2 моля FeCl_3 , додали 0,24 моля NaOH . Скільки молів $\text{Fe}(\text{OH})_3$ утворилося й скільки молів FeCl_3 не прореагувало?
6. Змішали 7,3 г HCl з 4,24 г NH_3 . Скільки грамів NH_4Cl утвориться? Знайдіть об'єм (н.у.) газу, що залишився після реакції.
7. Внаслідок повного згоряння 6,9г речовини утворилося 13,2г CO_2 і 8,1г H_2O . Відносна густина речовини в газоподібному стані за воднем дорівнює 23. Знайдіть молекулярну формулу речовини.
8. Один з ангідридів Арсену застосовують у медицині. Він стимулює кровотворення, нормалізує функцію нервової системи. Визначте формулу цього оксиду, якщо внаслідок згоряння арсену масою 0,15г одержали 0,396г його оксиду.

Словник

Українські	Англійські	Французькі	Арабські
абсолютний	absolute	absolu	مطلق
агрегатний стан	physical state, state of matter	e'tat d'agregation	الحالة الفيزيائية
алотропія	allotropy	allotropy	
алотропна	allotropic		
атом	atom	atome	ذرة
атомна одиниця маси	atomic mass unit	atomique unite masse	وحدة الكتلة الذرية
без кольору	colourless	incolore	عديم اللون
більше	more	plus de	
будова	constitution	structure	بناء
будь-який	any	n'importe quel	أي؛ كان
валентність	valence	valence	تكافؤ
величина, значення	value	valeur	القيمة
взаємодія	interaction	interdependance	تفاعل
вид	form, type	type	نوع؛ شكل
визначення	definition	definition	تعريف؛ تحديد
використовувати	to use	utiliser	استخدام؛ استعمل
вимірювати	to measure	mesurer	يقيس
виникати	to create, to occur	apparaitre	تنشأ؛ تبرز
випарювання, випаровування	evaporation	evaporation	تبخر
виражати	to express	exprimer	يعكس؛ يحسد
високий	high	haut	
витискати	displace	deplacer	
вихідний	initial substance, source material	substance initiale	ابتدائي؛ اولي
вихідні речовини	initial		استنادا الى المواد
відносна атомна маса	relative atomic mass	relative atomique masse	نسبه الكتلة الذرية
відносна молекулярна маса	relative molecular mass		نسبه الكتلة الذرية
відносний	relative	relative	نسبي
відношення	relation, ratio	relation	علاقة
відповідний	respective	correspondent a gon	
відрив	tearing off	detachement	
відстань	distance	distance	
властивість	property	propriete	خصائص
вода	water	eau	ماء
вступати реакцію	to react (with)	reagir, entrer en reaction	يستجيب؛ يتأثر
входити	to enter	enter	
вчення	teaching, doctrine	doctrine	دراسة
газоподібний	gaseous	gaseux	غاز
горіння	combustion,	combustion	احترق؛ هيجان

	burning		
густина	density	densite	كثافة
двохосновний	dibasic		ثنائي القاعدة
добуток	product	produit	محصول؛ ناتج
дорівнює	equal	egal	مساوي
еквівалент	equivalent	equivalence	مكافئ
еквівалентна маса	equivalent weight		الكتلة المكافئة
електронна оболонка	electron shell	envelope electron	هالة الاكترون
елемент	element	element	معادن
ємність	capacity	capacity	
за допомогою	with the help of	a l'aide de	
загальний	common	commun	
закон	law	loi	قانون
залежати	to depend	dependre	
залежність	relation, dependence	dependance	علاقة
заміщення	replacement, substitution	replacement	تبدال؛ تعويض
запах	odour	odeur	رائحة
запис	record	reponse, note	كتابة؛ تسجيل؛ تدوين
заряд	charge	charge	شحنة
зберігатися	to preserve, to keep	conserver	حافظ على؛ بقی
збільшуватися	to increase	s'accroitre, augmenter	
здатність	ability, capability	capacite	قابلية؛ قدرة؛ مقدره
змінна	variable	grandeur variable	
змінюватися	to change	changer	تغير؛ تبديل؛ تحويل
значення, величина	value	valeur	
зникати	destroy, disappear to	disparaitre	يحطم
ізоотоп	isotope	isotope	نظير
іон	ion	ion	أيون
існувати	to exist	exister	وجد؛ بقی
істинна	veritable, true	vrai, veritable	حقيقي
кипіння	boiling	ebulition	غليان
кисень, Оксиген	oxygen	oxygene	اوکسجين
кислота	acide	acide	حامض
кислотність основи	acidity of base	acidite de base	حموضة
кількісний	quantitative	quantitatif	كمي؛ مقداري
кількість	quantity	quantite	كمية
колір, забарвлення	colour	couleur	لون
конденсація	condensation	condensation	تكاثف؛ تكثيف
крейда	chalk	craie	طباشير
леткий	volatile	volatile	

лівий	left	gauche	يساري
лід	ice	glace	جليد
ложка	spoon	cuiller	ملعقة
маса	mass	masse	كتلة
масовий	mass	masse	كتلي
матерія	matter	matiere	مادة
між	between	entre	
містити	to contain	contenir	
модифікація	modification		
молекула	molecule	molecule	جزئ
моль	mole	mole	مول
молярний об'єм	molar volume	volume molaire	
нагрівання	heating	chauffage	حرارة
назва	name	nom	اسم
найменша, найдрібніша	the least	le plus petit	الاقل
наслідок	consequence	consequence	
негативний	negative	negatif	
негативно заряджений			
незручно	inconvenient	incommode	
неподільна	indivisible	indivisible	لايتجزأ؛ غير قابل للانقسام
нерозчинний	insoluble	insoluble	لايذوب
низький	low	bas	
нормальні умови (н.у.)	normal (standart) condition	conditions normales	
об'єм	volume	volume	حجم
обмін	exchange	exchange	استبدل
одержання	obtaining production	prodiction, obtention, preparatifs	حصول؛ استلام؛ تسلّم
одинарний	single	quin'est pas double	
одиниця	unit	unite	وحدة
однаковий	equal, same	le meme	متشابه
однокислотний	monoacidic		
одноосновний	monobasic		
ознака	feature, indication	indice, signe	فه؛ دليل؛ علاقة
оксид	oxide	oxide	اوکسید
осад	precipitate	precipite	مفاجئ؛ يحدته بعجله
основа	base	base	قاعدة
основність кислоти	basicity of acid	basite de acide	القاعدية
охолодження	cooling	refroidissement	تجميد؛ ترید
пара	vapour, steam	vapeur	بخار
перемінна	variable	grandeur variable	المتغير
перетворення	transformation	transformation	تحول كيميائي
перетворювати	to convert	convertir	يتحول؛ يقلب الى

підкорятися	to obey	se soumettre	
плавлення	melting	fusion	يذوب؛ ينصهر
повітря	air	air	هواء
поглинання	absorption	absorber	امتصاص
подвійний	binary, double	double	
поділити	to divide	diviser, separer	يقسم
позитивний	positive	positif	
позначати	to mark	marquer	يوفر
показувати	to demonstrate, to show	monter	دل
поле	field	champ	مجال
положення	position	position d'un corps	موضع؛ حالة
поняття	conception(notion)	notion	مفهوم
порівнювати	to compare	comparer	
порошок	powder	poudre	مسحوق
правий	right	droit	ايمن
приблизний	approximate	approximativement	
приєднувати	to add	additionner	يضيف
природа	nature	nature	طبيعة
пробірка	test-tube	epruvette	انبوبة الاختبار
продукт	product	produit	شيء؛ مادة؛ ناتج
проста речовина	simple substance, elementary substance	corps simple	بسيط
процентний	percentage	pourcentage	نسبة مئوية
реагувати	to react	reagir	تأثر؛ رد على؛ تفاعل مع
реакція	reaction	reaction	يستجيب؛ يتأثر
результат	result	resultat	نتيجة
речовина	substance	substance, quantite	مادة
рівняння	equation	equation	معادلة
рідкий	liquid	liquide	سائل
різний	different, various	different	مختلف
розклад	decomposition	decomposition	تفكك
розмір	dimension	dimension	مقياس؛ قياس
розмірність			
розраховувати	to calculate	calculer	يحسب؛ يعد
розрахувати	to calculate	calculer	يعد؛ يحسب
розрізнятися	to differ	differer	
розташований	is situated	qui est situe	
розчин	solution	solution	
розчинність	solubility	dissolubilite	قابلية الذوبان؛ ذوبانية
руйнуватися	to disintegrate	se detruire	تحطم؛ تدمير
рух	movement, motion	mouvement	حركة
символ	symbol	symbole	رمز
система	system	systeme	نظام

сі́ль	salt	sel	ملح
склад	compound	compose	بناء؛ تكوين؛ تركيب
складається з	to consist of	se composer de	يتكون من
складна речовина	complex, composite substance	corps compose	معدن
скло	glass	Verre, vitre	زجاج
смак	taste	saveur	مذاق؛ طعم
спеціальний	special	special	
спирт	alcohol	alcool	كحول
сполука	composition	composition	رابط
спосіб	method, way	moyen, mode	طريقة
срібло	silver	argent	فضة
стакан	glass	verre	اناء
стала	constant	constant	ثابت؛ دائم؛ مستمر
стан	state	etat	حالة
стрілка	hand, arrow	aiguille, fleche	أبره؛ عقرب ساعة
структура	structure	structure	تركيب
сума	sum	somme	بعض؛ كمية؛ مجموع
суміш	mixture	melange	خليط؛ مخلوط
твердий	solid	solide	صلب
температура	temperature	temperature	درجة الحرارة
температура кипіння	boiling point	temperature de ebulitoun	درجة الغليان
температура плавлення	melting point	temperature de fusion	نقطة الذوبان
тепловий	heat	thermique	حراري
теплота	heat	chaleur	حرارة
тиск	pressure	pression	
тіло	body	corps	جسم
універсальний	universality	universal	
урівнювати	to balance	equilibrer	يعادل
утворення	formation	formation	نشوء؛ تكون
форма	form	forme	شكل
формула	formula	formule	قانون؛
формула хімічна	chemical formula	formule chimique	قانون؛
характеристика	characteristic	characteristique	خاص؛ مميز
хімічний зв'язок	chemical bond	liaison chimique	رابطة كيميائية
цукор	sugar	sucre	سكر
частина	part	part	جزء
частинка	particle	parcelle	جسم اولي دقيق
частка	part, portion, share	part, partie	جزء
число	number	nombre	رقم؛ عدد
шматок	lump, piece	morceau	قطعة
явище	phenomenon	fait	ظاهرة
ядро	nucleus	noyau	نواة
якісний	qualitative	qualificatif	نوعي؛ ذو علاقة بالنوع

