

Практичне заняття № 1

Тема заняття: Розв'язання вправ і розрахункових задач за темою
“Основні поняття та закони хімії”.

Задача 1. Складання формул бінарних сполук за валентністю елементів

Валентність характеризує здатність атомів хімічно (валентними силами) взаємодіяти один з одним.

Елементи періодичної системи, які виявляють сталу валентність

I	II	III
$\left. \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{F} \end{array} \right\} \text{неМе}$ $\left. \begin{array}{l} \text{Li} \\ \text{Na} \\ \text{K} \\ \text{Rb} \\ \text{Cs} \\ \text{Fr} \end{array} \right\} \text{Ме}$	$\text{O} \text{ — неМе}$ $\left. \begin{array}{l} \text{Be} \\ \text{Mg} \\ \text{Ca} \\ \text{Zn} \\ \text{Sr} \\ \text{Cd} \\ \text{Ba} \\ \text{Hg} \\ \text{Ra} \end{array} \right\} \text{Ме}$	$\text{B} \text{ — неМе}$ $\text{Al} \text{ — Ме}$

Більшість елементів періодичної системи виявляють змінну валентність. Максимальне значення валентності елемента збігається з номером групи періодичної системи, в якій він розміщений. Проте трапляються і винятки — Нітроген, Оксиген, Флуор, Купрум тощо. Значення валентності неметалічного елемента у сполуці з Гідрогеном або з металічним елементом дорівнює різниці між числом VIII і номером відповідної групи.

Завдання. За даними валентностями елементів складіть наступні формули: $\overset{\text{VI}}{\text{S}}_x \text{O}_y$, $\overset{\text{III}}{\text{Cr}}_x \overset{\text{I}}{\text{Cl}}_y$, $\overset{\text{V}}{\text{P}}_x \text{O}_y$, $\overset{\text{IV}}{\text{Si}}_x \text{O}_y$, $\overset{\text{III}}{\text{N}}_x \text{H}_y$.

Розв'язання:

1. Визначаємо елементи, які виявляють сталі валентності: Оксиген – II, Гідроген – I.

2. Визначаємо найменше спільне кратне для чисел 6 і 2, 3 і 1, 5 і 2, 4 і 2, 3 і 1. Це відповідно 6, 3, 10, 4 і 3.

3. Сума одиниць валентності атомів Сульфуру 6. Сульфур шестивалентний: $6:6=1$. Отже, біля сульфуру індекс не ставимо. Оксиген двовалентний: $6:2=3$. Цей індекс ставимо біля Оксигену. Формула має вигляд SO_3 .

4. Так само заходимо формули CrCl_3 , P_2O_5 , SiO_2 та NH_3 .

Відповідь: SO_3 , CrCl_3 , P_2O_5 , SiO_2 , NH_3 .

Задача 2. Визначення валентності за формулами бінарних сполук

Визначте валентність атомів хімічних елементів за формулами сполук: CH_4 , N_2O , PH_3 , Cr_2O_3 та SO_2 .

Розв'язання:

1. Позначаємо валентності Гідрогену та Оксигену в формулах сполук, пам'ятаючи, що валентність Гідрогену дорівнює I, а валентність Оксигену

дорівнює II: $\overset{4}{\underset{I}{\text{C}}}\overset{1}{\text{H}}_4$, $\overset{2}{\text{N}}\overset{II}{\text{O}}$, $\overset{3}{\text{P}}\overset{III}{\text{H}}_3$, $\overset{6}{\text{Cr}}\overset{II}{\text{O}}_3$ та $\overset{4}{\text{S}}\overset{II}{\text{O}}_2$.

2. Розділимо сумарну валентність на кількість атомів елементів (C, N,

P, Cr та S) у формулах та визначимо валентності цих елементів: $\overset{IV}{\text{C}}\overset{I}{\text{H}}_4$, $\overset{I}{\text{N}}\overset{II}{\text{O}}$,

$\overset{III}{\text{P}}\overset{I}{\text{H}}_3$, $\overset{III}{\text{Cr}}\overset{II}{\text{O}}_3$ та $\overset{IV}{\text{S}}\overset{II}{\text{O}}_2$.

Відповідь: $\overset{IV}{\text{C}}\overset{I}{\text{H}}_4$, $\overset{I}{\text{N}}\overset{II}{\text{O}}$, $\overset{III}{\text{P}}\overset{I}{\text{H}}_3$, $\overset{III}{\text{Cr}}\overset{II}{\text{O}}_3$ та $\overset{IV}{\text{S}}\overset{II}{\text{O}}_2$.

Задача 3. Визначення середньої маси атому за відомою масою атому Карбону-12

Визначте середню масу атому Хлору (в кг), якщо відомо, що маса атому Карбону-12 дорівнює $1,993 \cdot 10^{-26}$ кг.

Дано: елемент Хлор Cl; $m(^{12}\text{C}) = 1,993 \cdot 10^{-26}$ кг.

$m(\text{Cl})$ -?

Розв'язання:

1. Визначаємо масу (в кг) атомної одиниці маси:

$$m(\text{а.о.м.}) = \frac{1}{12} m(^{12}\text{C}); m(\text{а.о.м.}) = \frac{1}{12} 1,993 \cdot 10^{-26} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

2. Знаючи, що $A_r(\text{Cl}) = 35,5$, обчислюємо масу атому Хлору за формулою:

$$m(\text{атома}) = A_r(\text{атома}) \cdot m(\text{а.о.м.})$$

$$m(\text{Cl}) = A_r(\text{Cl}) \cdot m(\text{а.о.м.}); m(\text{Cl}) = 35,5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 5,89 \cdot 10^{-26} \text{ кг.}$$

Відповідь: середня маса атому Хлору дорівнює $5,89 \cdot 10^{-26}$ кг.

Задача 4. Визначення відносної молекулярної та молярної мас речовин

Визначте відносну молекулярну та молярну маси силікатної кислоти H_2SiO_3 .

Розв'язання:

1. Користуючись періодичною системою Д.І. Менделєєва, знаходимо значення A_r елементів, що входять до складу силікатної кислоти: $A_r(\text{H}) = 1$; $A_r(\text{Si}) = 28$; $A_r(\text{O}) = 16$.

2. Визначаємо відносну молекулярну масу силікатної кислоти H_2SiO_3 за формулою:

$$M_r (\text{молекули}) = \sum_i A_r(X_i), \text{ де } i - \text{число атомів у молекулі.}$$

$$M_r (\text{H}_2\text{SiO}_3) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{Si}) + 3 \cdot A_r(\text{O})$$

$$M_r (\text{H}_2\text{SiO}_3) = 2 \cdot 1 + 28 + 3 \cdot 16 = 78.$$

3. Молярна маса речовини чисельно дорівнює її відносній молекулярній масі. Тому молярна маса силікатної кислоти дорівнює:

$$M (\text{H}_2\text{SiO}_3) = 78 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: відносна молекулярна маса силікатної кислоти дорівнює 78, а молярна маса - 78 г/моль.

!Задача 5. Визначення кількості речовини, маси, кількості частинок (атомів, молекул) та об'єму (н.у.)

Приклад 1. Визначте масу натрій хлориду NaCl , якщо кількість речовини його дорівнює 0,3 моль.

Дано: $n (\text{NaCl}) = 0,3 \text{ моль.}$

$m (\text{NaCl})$ -?

Розв'язання: 1. Визначаємо відносну молекулярну масу натрій хлориду:

$$M_r (\text{NaCl}) = A_r(\text{Na}) + A_r(\text{Cl}); M_r (\text{NaCl}) = 23 + 35,5 = 58,5.$$

Молярна маса натрій хлориду $M (\text{NaCl}) = 58,5 \text{ г/моль.}$

2. Визначаємо масу натрій хлориду за формулою:

$$m (\text{X}) = n (\text{X}) \cdot M (\text{X}), \text{ де } \text{X} - \text{речовина.}$$

$$m (\text{NaCl}) = n (\text{NaCl}) \cdot M (\text{NaCl}); m (\text{NaCl}) = 0,3 \text{ моль} \cdot 58,5 \text{ г/моль} = 17,55 \text{ г.}$$

Відповідь: маса натрій хлориду дорівнює 17,55 г.

Приклад 2. Визначте число молекул O_2 в кисні масою 6,4 г.

Дано: $m (\text{O}_2) = 6,4 \text{ г.}$

$N (\text{O}_2)$ -?

Розв'язання: 1. Враховуючи, що молярна маса кисню $M (\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$, визначаємо кількість речовини O_2 за формулою:

$$n (\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{M(\text{X})}, \text{ де } \text{X} - \text{речовина.}$$

$$n (\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)}; n (\text{O}_2) = \frac{6,4}{32} = 0,2 \text{ моль.}$$

2. Визначаємо число молекул у речовині за формулою:

$$N (\text{X}) = n (\text{X}) \cdot N_A, \text{ де } \text{X} - \text{речовина.}$$

$$N(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot N_A; N(\text{O}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} = 1,204 \cdot 10^{23}.$$

Відповідь: число молекул O_2 дорівнює $1,204 \cdot 10^{23}$.

Приклад 3. Визначте об'єм, що його матиме за нормальних умов гідроген флуорид масою 40 г.

Дано: $m(\text{HF}) = 40 \text{ г}$.

$V(\text{HF})$ -?

Розв'язання: 1. Визначаємо відносну молекулярну масу гідроген флуориду:

$$M_r(\text{HF}) = A_r(\text{H}) + A_r(\text{F}) = 1 + 19 = 20. \text{ Молярна маса: } M(\text{HF}) = 20 \text{ г/моль}.$$

2. Кількість речовини гідроген флуориду дорівнює:

$$n(\text{HF}) = \frac{m(\text{HF})}{M(\text{HF})}; n(\text{HF}) = \frac{40 \text{ г}}{20 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль}.$$

3. Визначаємо об'єм, що його матиме гідроген флуорид за нормальних умов, за формулою:

$$V(\text{X}) = n(\text{X}) \cdot V_m, \text{ де X - газ; } V_m - \text{ молярний об'єм газу (22,4 л/моль).}$$

$$V(\text{HF}) = n(\text{HF}) \cdot V_m; V(\text{HF}) = 2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 44,8 \text{ л}.$$

Відповідь: гідроген флуорид матиме об'єм 44,8 л.

Задача 6. Визначення масових часток елементів у речовині

Визначте масові частки хімічних елементів у алюміній сульфаті $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Розв'язання

1. Визначаємо відносну молекулярну масу алюміній сульфату:

$$M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 2 \cdot A_r(\text{Al}) + 3 \cdot [A_r(\text{S}) + 4 A_r(\text{O})];$$

$$M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 2 \cdot 27 + 3 \cdot (32 + 4 \cdot 16) = 342.$$

2. Визначаємо масові частки хімічних елементів у алюміній сульфаті:

$$w(\text{Al}) = \frac{2 \cdot A_r(\text{Al})}{M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{2 \cdot 27}{342} = 0,16 \text{ або } 16 \%;$$

$$w(\text{S}) = \frac{3 \cdot A_r(\text{S})}{M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{3 \cdot 32}{342} = 0,28 \text{ або } 28 \%;$$

$$w(\text{O}) = \frac{12 \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{12 \cdot 16}{342} = 0,56 \text{ або } 56 \%.$$

Відповідь: $w(\text{Al}) = 16\%$; $w(\text{S}) = 28\%$; $w(\text{O}) = 56\%$.

Задача 7. Визначення масової частки речовини в суміші

Визначте масову частку калій хлориду в суміші, що містить калій хлорид масою 25 г і натрій хлорид масою 35 г.

Дано: $m(\text{KCl}) = 25 \text{ г}$, $m(\text{NaCl}) = 35 \text{ г}$.

$w(\text{KCl})$ -?

Розв'язання: 1. Маса всієї системи (суміші) дорівнює сумі мас хлоридів калію та натрію:

$$m(\text{суміші}) = m(\text{KCl}) + m(\text{NaCl}); m(\text{суміші}) = 25 + 35 = 60 \text{ г.}$$

2. Визначаємо масову частку калій хлориду (у частках) за формулою:

$$w(X) = \frac{m(X)}{m}, \text{ де } w(X) - \text{ масова частка компонента системи; } m(X) - \text{ маса}$$

цього компонента; m – маса усієї системи,

або у відсотках за формулою:

$$w(X) = \frac{m(X) \cdot 100\%}{m}.$$

$$w(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{суміші})}; w(\text{KCl}) = \frac{25 \text{ г}}{60 \text{ г}} = 0,42 \text{ або } 42 \text{ \%}.$$

Відповідь: масова частка калій хлориду в суміші дорівнює 42%.

Задача 8. Визначення об'ємної та мольної частки речовини в суміші

Посудина містить водень масою 0,48 г та кисень масою 8 г. Обчисліть об'ємну та мольну частку кисню в цій газовій суміші.

Дано: $m(\text{H}_2) = 0,48 \text{ г}; m(\text{O}_2) = 8 \text{ г}.$

$$\varphi(\text{O}_2) - ? \quad \chi(\text{O}_2) - ?$$

Розв'язання: 1. Кількість речовини кисню в посудині становить:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)}; n(\text{O}_2) = \frac{8 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль}.$$

2. Об'єм кисню дорівнює:

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m; V(\text{O}_2) = 0,25 \cdot V_m = 0,25 \cdot V_m \text{ л,}$$

де V_m - молярний об'єм газу за даних умов

3. Визначаємо кількість речовини водню:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)}; n(\text{H}_2) = \frac{0,48 \text{ г}}{2 \text{ г/моль}} = 0,24 \text{ моль}.$$

4. Визначаємо об'єм водню:

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m; V(\text{H}_2) = 0,24 \cdot V_m = 0,24 \cdot V_m \text{ л.}$$

5. Об'єм газової суміші становить:

$$V(\text{суміші}) = V(\text{O}_2) + V(\text{H}_2); V(\text{суміші}) = (0,25 \cdot V_m + 0,24 \cdot V_m) = 0,49 \cdot V_m \text{ л.}$$

6. Об'ємну частку кисню в газовій суміші визначаємо за формулою:

$$\varphi(X) = \frac{V(X)}{V}, \text{ де } V(X) - \text{ об'єм даного компонента, } V - \text{ об'єм всієї системи.}$$

$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V(\text{суміші})}; \varphi(\text{O}_2) = \frac{0,25 \cdot V_m}{0,49 \cdot V_m} = 0,51 \text{ або } 51 \text{ \%}.$$

7. Мольну частку кисню в газовій суміші визначаємо за формулою:

$$\chi(X) = \frac{n(X)}{\sum_i n(X_i)},$$

де $n(X)$ – кількість речовини даного компонента; $\sum_i n(X_i)$ - сума кількостей речовини усіх компонентів системи.

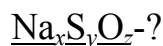
$$\chi(O_2) = \frac{n(O_2)}{n(O_2) + n(H_2)}; \chi(O_2) = \frac{0,25 \text{ моль}}{0,25 \text{ моль} + 0,24 \text{ моль}} = 0,51 \text{ або } 51 \%$$

Відповідь: об'ємна та мольна частка кисню в газовій суміші дорівнюють 51 % кожна.

Задача 9. Визначення молекулярної формули речовини за відомими масовими частками елементів, що входять до складу речовини

Сполука містить Натрій (масова частка 36,5 %), Сульфур (25,4 %) і Оксиген (38,1 %). Визначте найпростішу формулу сполуки.

Дано: сполука $Na_xS_yO_z$; $w(Na) = 36,5 \%$ або $0,365$; $w(S) = 25,4 \%$ або $0,254$; $w(O) = 38,1 \%$ або $0,381$.



Розв'язання: 1. Вибираємо для розрахунків зразок речовини $Na_xS_yO_z$ масою 100 г. Обчислюємо масу Натрію, Сульфуру та Оксигену в цьому зразку:

$$m(Na) = m(Na_xS_yO_z) \cdot w(Na); m(Na) = 100 \cdot 0,365 = 36,5 \text{ г};$$

$$m(S) = m(Na_xS_yO_z) \cdot w(S); m(S) = 100 \cdot 0,254 = 25,4 \text{ г};$$

$$m(O) = m(Na_xS_yO_z) \cdot w(O); m(O) = 100 \cdot 0,381 = 38,1 \text{ г};$$

2. Визначаємо кількість речовини Натрію, Сульфуру та Оксигену в цьому зразку:

$$n(Na) = \frac{m(Na)}{M(Na)}; n(Na) = \frac{36,5 \text{ г}}{23 \text{ г/моль}} = 1,6 \text{ моль.}$$

$$n(S) = \frac{m(S)}{M(S)}; n(S) = \frac{25,4 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,8 \text{ моль.}$$

$$n(O) = \frac{m(O)}{M(O)}; n(O) = \frac{38,1 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 2,4 \text{ моль.}$$

3. Знаходимо співвідношення індексів x , y та z :

$$x : y : z = \nu(Na) : \nu(S) : \nu(O) = 1,6 : 0,8 : 2,4.$$

Поділивши праву частину рівності на найменше число (0,8), маємо:

$$x : y : z = 2 : 1 : 3.$$

Отже, найпростіша формула сполуки Na_2SO_3 .

Відповідь: найпростіша формула сполуки Na_2SO_3 .

Домашнє завдання

1. Виконати наступні завдання: для кожної сполуки розрахувати:

- відносну молекулярну масу;
- молярну масу;
- масову частку хімічного елементу позначеного в дужках.

Таблиця 1

Варіант	Клас неорганічних сполук			
	оксид	кислота	основа	сіль
1	N ₂ O ₅ (N)	H ₂ CO ₃ (C)	NaOH (Na)	Na ₂ SO ₄ (S)
2	Al ₂ O ₃ (Al)	HCl (H)	Sn(OH) ₂ (Sn)	MgCO ₃ (O)
3	SnO (O)	HNO ₂ (N)	KOH (H)	Na ₂ SO ₃ (Na)
4	CaO (Ca)	HClO ₂ (Cl)	Cr(OH) ₃ (O)	NH ₄ Cl (H)
5	SO ₂ (S)	H ₂ SiO ₃ (O)	Ba(OH) ₂ (Ba)	Ca(HCO ₃) ₂ (C)
6	CO ₂ (C)	HI (H)	Mg(OH) ₂ (Mg)	NaNO ₂ (O)
7	Fe ₂ O ₃ (O)	HClO ₃ (Cl)	Sr(OH) ₂ (H)	Ca ₃ (PO ₄) ₂ (Ca)
8	Cl ₂ O ₇ (Cl)	HNO ₃ (O)	Fe(OH) ₂ (Fe)	Na ₂ HPO ₄ (H)
9	Na ₂ O (Na)	H ₂ SO ₃ (S)	CsOH (O)	BaS (Ba)
10	Cr ₂ O ₃ (Cr)	HBr (H)	Al(OH) ₃ (Al)	K ₂ SiO ₃ (O)
11	Mn ₂ O ₇ (Mn)	H ₂ SO ₄ (O)	Fe(OH) ₃ (Fe)	KClO ₃ (Cl)
12	PbO (Pb)	HClO ₄ (O)	Zn(OH) ₂ (H)	KBr (Br)

2. Розрахувати всі невідомі величини, позначені в таблиці (незаповнені графи) за відомими величинами (заповнені графи).

Таблиця 2

Варіант	Речовина	Кількість речовини n , моль	Маса газу m , г	Об'єм газу (н.у.) V , л	Кількість молекул газу N
1	Cl ₂	0,1			
2	N ₂			5,6	
3	O ₂		8		
4	H ₂				$1,5 \cdot 10^{23}$
5	CH ₄	2			
6	CO ₂		22		
7	SO ₂			1,12	
8	NH ₃	1,5			
9	O ₃				$3,01 \cdot 10^{23}$
10	HCl		7,3		
11	N ₂	2,5			
12	CO ₂			4,48	