

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Методичні вказівки
з дисципліни «Хімія»
розділ «Обчислення в хімії»
для слухачів-громадян України
підготовчого відділення

Одеса – 2014 р.

Методичні вказівки з дисципліни «Хімія» розділ «Обчислення в хімії» для слухачів-громадян України підготовчого відділення

/Чокан Л.О. – Одеса: ОДЕКУ, 2014 – с. 80/

Зміст

Вступ.....	4
1. Розв'язування задач за хімічними формулами.....	5
1.1 Відносна атомна маса, молекулярна маса, формульна маса.....	5
1.2 Кількість речовини, молярна маса.....	11
2. Рішення задач з використанням закону Авогадро та його наслідків.....	13
2.1 Закон Авогадро. Молярний об'єм газу. Об'ємні співвідношення газів у реакціях.....	13
2.2 Розв'язування типових задач.....	17
2.3 Об'ємні відношення газів при хімічних реакціях.....	26
3. Хімічні рівняння.....	28
3.1 Розрахунки за хімічними рівняннями.....	28
3.2 Обчислення маси (об'єму, кількості речовини) продукту реакції за масою (об'ємом, кількістю речовини) реагентів, один з яких узятو в надлишку.....	47
3.3 Обчислення кількості речовини маси або об'єму продукту реакції за відомою кількістю речовини, масою або об'ємом, вихідної речовини, яка містить домішки.....	52
3.4 Розв'язування задач на вихід продукту реакції.....	56
4. Розчини.....	62
4.1 Приклади розв'язування типових задач.....	63
5. Завдання для самоконтролю.....	70
5.1 Тести.....	70
5.2 Задачі.....	77
Література.....	80

Вступ

Зовнішнє незалежне оцінювання – досить складне випробування, успішне проходження якого надає змогу продовжити навчання у престижному вищому навчальному закладі і здобути омріяну професію. Форма та умови проведення ЗНО спрямовані на запобігання впливу будь-яких сторонніх або суб'єктивних факторів на оцінювання навчальних досягнень абітурієнтів. З огляду на це, до іспиту ЗНО потрібно підходити з надійним багажем знань та вмінням ефективно застосовувати свої знання на практиці.

Основною метою даних методичних вказівок є допомога слухачам підготовчого відділення підготуватися до зовнішнього незалежного оцінювання, допомогти самостійно навчитися розв'язувати розрахункові задачі.

Цей збірник методичних вказівок для слухачів підготовчого відділення складається з передмови та наступних розділів: «Розв'язування задач за хімічними формулами», «Рішення задач з використанням закону Авогадро та його наслідків», «Хімічні рівняння», «Розчини», «Завдання для самоконтролю».

Методичні вказівки містять зразки розв'язання розрахункових задач відповідно до чинної програми з хімії для загальноосвітніх шкіл. Розібрані наступні типи розв'язування задач:

- розрахунки з використанням поняття кількість речовини;
- розрахунки з використанням закону Авогадро;
- розрахунки з використанням поняття «масова частка розчиненої речовини у розчині»;
- розрахунки на обчислення за хімічними рівняннями, якщо одну з реагуючих речовин дано в надлишку;
- розрахунки на обчислення маси або об'єму продукту реакції, якщо речовина містить домішки;
- розрахунки з використанням масової та об'ємної часток виходу продуктів реакції;
- розрахунки на встановлення кількісного складу сумішей.

На початку кожного розділу дається коротка характеристика відповідних теоретичних положень та алгоритми розв'язання задач даного типу.

Щоб переконатись, що методика розв'язування задач засвоєна, необхідно розв'язати задачі з розділу «Завдання для самоконтролю», які відповідають формату зовнішнього незалежного оцінювання.

1. Розв'язування задач за хімічними формулами

1.1 Відносна атомна маса, молекулярна маса, формульна маса

Теоретична хімія має справу з атомами і молекулами, і вираження їхньої маси у грамах для розрахунків є незручним. Так, абсолютна маса атома Гідрогену становить $1,673 \cdot 10^{-24}$ г, атома Сульфуру – $5,31 \cdot 10^{-23}$ г, Оксигену – $2,667 \cdot 10^{-23}$ г, Карбону – $1,994 \cdot 10^{-23}$ г. У хімії прийнято використовувати відносні атомні та відносні молекулярні маси. Для цього було введено поняття універсальної атомної одиниці маси (а.о.м.). Вона становить 1/12 частини маси нукліда Карбону-12⁹:

$$1 \text{ а.о.м.} = 1/12 m_a(\text{C}) = 1/12 \times 1,994 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 1,662 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$$

де $12m_a(\text{C})$ – абсолютна маса атома Карбону.

Відносна атомна маса A_r – це фізична величина, що визначається відношенням атома елемента до 1 а.о.м. Вона показує, у скільки разів маса даного атома більше зв 1/12 маси атома Карбону-12:

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{1,662 \times 10^{-24} \text{ г}},$$

де $m_a(X)$ - абсолютна маса атома елемента X .

Наприклад:

$$A_r(\text{O}) = \frac{2,667 \times 10^{-23} \text{ г}}{1,662 \times 10^{-24} \text{ г}} \approx 16$$

$$A_r(\text{Na}) = \frac{3,82 \times 10^{-23} \text{ г}}{1,662 \times 10^{-24} \text{ г}} \approx 23$$

Відповідно відносна молекулярна маса M_r - це фізична величина, що дорівнює відношенню маси молекули речовини, до 1/12 маси атома Карбону-12 (1 а.о.м). Вона показує, у скільки разів маса молекули даної речовини більша за атомну одиницю маси; визначається сумою відносних атомних мас елементів, з яких складається молекула речовини, з врахуванням кількості атомів кожного елемента, що входить до складу молекули:

$$M_r(\text{P}_2\text{O}_5) = 2A_r(\text{P}) + 5A_r(\text{O}) = 2 \times 31 + 5 \times 16 = 142$$

Поняття відносна молекулярна маса більш коректно використовувати для сполук молекулярної будови. Однак існує багато складних речовин, що мають атомну і йонну будову. Найменшими частинками речовини в них є відповідно атоми і йони. А тому для таких речовин більш прийнятий термін відносна формульна маса.

Відносна формульна маса – це відносна маса формульної одиниці речовини.

Розрахунок проводять аналогічно до розрахунку відносної молекулярної маси:

$$M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2A_r(\text{Na}) + A_r(\text{S}) + 4A_r(\text{O}) = 2 \times 23 + 32 + 4 \times 16 = 142, \text{ або}$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2A_r(\text{Na}^+) + M_r(\text{SO}_4^{2-}) = 2 \times 23 + (32 + 4 \times 16) = 142$$

Зауважимо, що $A_r(\text{Na}) = A_r(\text{Na}^+)$, а $M_r(\text{SO}_4^{2-}) = A_r(\text{S}) + 4A_r(\text{O})$ - у хімічних розрахунках масою електрона нехтують.

$$\begin{aligned} M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= A_r(\text{Cu}) + A_r(\text{S}) + 4A_r(\text{O}) + 5M_r(\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 64 + 32 + 4 \times 16 + 5 \times 18 = 250 \end{aligned}$$

Для практичного розрахунку хімічних реакцій, щоб визначити масове співвідношення речовин, використовують поняття «кількість речовини».

1. Обчислення масової частки елемента в сполуці

Формули і поняття, які використовуються:

$$w(E) = \frac{A_r(E) \times N(E)}{M_r(\text{сполуки})}$$

де $w(E)$ - масова частка елемента E в сполуці;

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

$N(E)$ - кількість частинок (атомів, іонів) елемента E у формульній одиниці;

$M_r(\text{сполуки})$ – відносна молекулярна маса сполуки.

Задача 1. Обчисліть масову частку Оксигену (%) в купрум (II) сульфаті CuSO_4 .

Дано: CuSO_4	Розв'язання
$w(\text{O}) - ?$	$M_r(\text{CuSO}_4) = 160, A_r(\text{O}) = 16.$
	$w(\text{O}) = \frac{A_r(\text{O}) \times N(\text{O})}{M_r(\text{CuSO}_4)} = \frac{16 \times 4}{160} = 0,4(40\%)$

Відповідь: $w(\text{O}) = 40\%$.

Задача 2. Обчисліть масову частку Оксигену (%) в залізному купоросі.

Дано: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Розв'язання
$w(\text{O}) - ?$	Залізний купорос – це ферум(II) сульфат гептагідрат: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. В одній формульній

одиниці $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ міститься $4 + 7 = 12$ атомів Оксигену.

$$M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278:$$

$$w(\text{O}) = \frac{16 \times 12}{278} = 0,691(69,1\%)$$

Відповідь: $w(O) = 69,1\%$.

Задача 3. Знайдіть масову частку води (%) у кристалічній соді $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.

Дано: $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ $w(H_2O) - ?$	Розв'язання В одній формульній одиниці соди міститься 10 молекул води. $M_r(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 286$:
---	--

$$w(H_2O) = \frac{M_r(H_2O) \times N(H_2O)}{M_r(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)} = \frac{18 \times 10}{286} = 0,629 (62,9\%)$$

Відповідь: $w(H_2O) = 62,9\%$.

2. Виведення формули сполуки

Зауважимо, що співвідношення значень індексів у формулі речовини дорівнює співвідношенню кількості атомів елементів у сполуці та відповідно співвідношенню кількостей речовини елементів. Отже, для речовини, формула якої P_2O_5 , можна записати:

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

Якщо формула бінарної сполуки A_xB_y , то можна записати:

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

Оскільки $n(A) = \frac{m(A)}{M(A)}$ і $n(B) = \frac{m(B)}{M(B)}$, замість мас елементів $m(A)$ і $m(B)$

можна підставити їхні масові частки $w(A)$ і $w(B)$, тому що вони пропорційні масам, а замість молярних мас $M(A)$ і $M(B)$ - відповідні значення відносних атомних мас елементів $A_r(A)$ і $A_r(B)$. Тоді одержимо:

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

Задача 4. У невідомому оксиді Феруму масова частка Оксигену становить 27,59%. Виведіть формулу Оксиду.

Дано: $w(O) = 27,59\%$ $A_r(Fe) = 56$ $A_r(O) = 16$ $Fe_xO_y - ?$	Розв'язання 1. Обчислимо масову частку Феруму в Оксиді: $w(Fe) = 100 - 27,59 = 72,41(\%)$ 2. З формули $x : y = \frac{w(A)}{A_r(A)} : \frac{w(B)}{A_r(B)}$ виведемо:
---	---

$$x : y = \frac{0,7241}{56} : \frac{2759}{19} = 3 : 4$$

Відповідь: формула оксиду - Fe_3O_4 .

Задача 5. Масова частка Калію в його сполуці з Фосфором становить 79,05%. Виведіть формулу сполуки.

Дано:
 $w(K) = 79,05\%$
 $K_xP_y - ?$

Розв'язання

Запропонуємо інший спосіб розв'язання такої задачі.

1. Обчислимо масову частку Фосфору:

$$w(P) = 100 - 79,05 = 20,95(\%)$$

2. Припустимо, що ми маємо 100 г сполуки K_xP_y , тоді

$$m(K) = m(\text{сполуки}) \times w(K) = 100 \times 0,7905 = 79,05 \text{ (г)}$$

$$m(P) = m(\text{сполуки}) \times w(P) = 100 \times 0,2095 = 20,95 \text{ (г)}$$

3. Розрахуємо кількість речовини Калію і Фосфору. $M(K) = 39$ г/моль,

$M(P) = 31$ г/моль:

$$n(K) = \frac{m(K)}{M(K)} = \frac{79,05}{39} = 2,0269 \text{ (моль)}$$

$$n(P) = \frac{m(P)}{M(P)} = \frac{20,95}{31} = 0,6758 \text{ (моль)}$$

4. Обчислимо співвідношення кількостей речовини елементів:

$$n(K) : n(P) = 2,0269 : 0,6758$$

Однак оскільки індекси мають бути цілими, кожне із чисел добутого співвідношення ділимо на найменше з них:

$$n(K) : n(P) = \frac{2,0269}{0,6758} : \frac{0,6758}{0,6758} = 3 : 1$$

Відповідь: формула сполуки - K_3P .

Задача 6. Масові частки Карбону, Гідрогену й Оксигену в органічній сполуці відповідно становлять 40, 6,67 і 53,33%. Установіть істинну формулу речовини, якщо її молярна маса – 180 г/моль.

Дано:
 $w(H) = 6,67\%$
 $w(C) = 40\%$
 $w(O) = 53,33\%$
 $M(C_xH_yO_z) = 180$ г/моль
 $C_xH_yO_z - ?$

Розв'язання

1. Обчислимо найпростішу формулу речовини.

$$A_r(H) = 1, A_r(C) = 12, A_r(O) = 16:$$

$$x : y : z = \frac{w(C)}{A_r(C)} : \frac{w(H)}{A_r(H)} : \frac{w(O)}{A_r(O)}$$

$$x : y : z = \frac{0,4}{12} : \frac{0,0667}{1} : \frac{0,5333}{16} =$$

$$= 0,03333 : 0,0667 : 0,0333 = 1 : 2 : 1$$

Отже, найпростіша формула речовини - CH_2O . Але ця формула не є істинною, тому що $M(CH_2O) = 30$ г/моль.

2. Установимо істинну формулу, зваживши на те, що вона кратна найпростішій, тобто $(CH_2O)_a$:

$$30 \times a = 180$$

$$a = 6$$

Відповідь: формула речовини - $C_6H_{12}O_6$.

Задача 7. Масові частки Карбону, Гідрогену й Оксигену в молекулі карбонової кислоти відповідно становлять 40,68; 5,08 і 54,24%. Молярна маса кислоти у 2,565 разу більша за молярну масу першого члена гомологічного ряду насичених одноосновних карбонових кислот. Виведіть формулу кислоти.

Дано:

$$w(C) = 40,68\%$$

$$w(H) = 5,08\%$$

$$w(O) = 54,24\%$$

$$\frac{M(C_xH_yO_z)}{M(HCOOH)} = 2,565$$

$$C_xH_yO_z - ?$$

Розв'язання

1. Перший член гомологічного ряду кислот – метанова кислота $HCOOH$.

$$M(HCOOH) = 46 \text{ г/моль.}$$

Молярна маса невідомої кислоти:

$$\begin{aligned} M(C_xH_yO_z) &= M(HCOOH) \times 2,565 = \\ &= 46 \times 2,565 = 118 \text{ (г/моль)} \end{aligned}$$

2. Припустимо, що ми маємо 100 г сполуки $C_xH_yO_z$, тоді:

$$m(C) = w(C) \times m(\text{сполуки}) = 0,4068 \times 100 = 40,68 \text{ (г)}$$

$$m(H) = w(H) \times m(\text{сполуки}) = 0,0508 \times 100 = 5,08 \text{ (г)}$$

$$m(O) = w(O) \times m(\text{сполуки}) = 0,5424 \times 100 = 54,24 \text{ (г)}$$

3. За формулою $n(X) = \frac{w(X)}{A_r(X)}$ розрахуємо кількості речовин елементів.

$$A_r(C) = 12, A_r(H) = 1, A_r(O) = 16:$$

$$n(C) = \frac{40,68}{12} = 3,39 \text{ (моль)}$$

$$n(H) = \frac{5,08}{1} = 5,08 \text{ (моль)}$$

$$n(O) = \frac{54,25}{16} = 3,39 \text{ (моль)}$$

4. Обчислимо співвідношення значень кількостей речовин кожного елемента:

$$n(C) : n(H) : n(O) = 3,39 : 5,08 : 3,39$$

Для одержання цілого числа кожне із чисел добутого співвідношення ділимо на найменше з них (3,39):

$$n(C) : n(H) : n(O) = \frac{3,39}{3,39} : \frac{5,08}{3,39} : \frac{3,39}{3,39} = 1 : 1,5 : 1$$

Однак індекс $n(H) = 1,5$, не є цілим числом, тому, щоб отримати цілочисельні значення, кожне число у співвідношенні множимо на 2:

$$n(C) : n(H) : n(O) = 2 : 3 : 2$$

Отже, найпростіша формула речовини - $C_2H_3O_2$.

5. Установимо істинну формулу. Вона має бути кратною найпростішій, тобто $(C_2H_3O_2)_a$. $M(C_2H_3O_2) = 59$ г/моль:

$$59 \times a = 118$$

$$a = 2$$

Відповідь: істинна формула речовини - $C_4H_6O_4$, це янтарна кислота.

Задача 8. Установить істинну формулу сполуки, до складу якої входять атоми Карбону, Гідрогену й Оксигену, якщо співвідношення їхніх мас становить відповідно 8:1:16. Молярна маса сполуки – 150 г/моль.

Дано:

$$m(C) : m(H) : m(O) = 8 : 1 : 16$$

$$M(C_xH_yO_z) = 150 \text{ г/моль}$$

$$C_xH_yO_z - ?$$

Розв'язання

1. Згідно з умовою задачі на кожні 8 г Карбону в сполуці припадає 1 г Гідрогену і 16 г Оксигену. $M(H) = 1$ г/моль, $M(C) = 12$ г/моль, $M(O) = 16$ г/моль. Знаходимо

найпростішу формулу речовини:

$$x : y : z = m(C) : m(H) : m(O) = \frac{m(C)}{M(C)} : \frac{m(H)}{M(H)} : \frac{m(O)}{M(O)} = \frac{8}{12} : \frac{1}{1} : \frac{16}{16} = \frac{2}{3} : 1 : 1$$

2. Для одержання цілочисельного співвідношення помножимо всі значення на 3:

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

Отже, найпростіша формула речовини - $C_2H_3O_3$.

3. Установимо істинну формулу. Вона має бути кратною найпростішій, тобто: $(C_2H_3O_3)_a$. $M(C_2H_3O_3) = 75$ г/моль.

$$75 \times a = 150$$

$$a = 2$$

Відповідь: істинна формула сполуки - $C_4H_6O_6$, це винна кислота.

Задача 9. Знайдіть істинну формулу вуглеводню, якщо співвідношення мас Карбону і Гідрогену в ньому становить 6 : 1, а відносна густина сполуки за повітрям – 1,931.

Дано:

$$m(C) : m(H) = 6 : 1$$

$$D_{нов.}(C_xH_y) = 1,931$$

$$C_xH_y - ?$$

Розв'язання

1. Згідно з умовою на 6 г Карбону в сполуці припадає 1 г Гідрогену. Виводимо найпростішу формулу речовини:

$$n(C) : n(H) = \frac{6}{12} : \frac{1}{1} = 0,5 : 1 = 1 : 2$$

Отже, найпростіша формула речовини - CH_2 .

2. Скористайтесь даними про відносну густина речовини за повітрям і обчислимо молярну масу сполуки. $M(нов.) = 29$ г/моль:

$$D_{нов.}(C_xH_y) = \frac{M(C_xH_y)}{M(нов.)}$$

$$M(C_xH_y) = D_{нов.}(C_xH_y) \times M(нов.) = 1,931 \times 29 = 56 \text{ (г/моль)}$$

3. Знаходимо істинну формулу речовини $(CH_2)_a$. $M(CH_2) = 14$ г/моль,

$$M(C_xH_y) = 56 \text{ г/моль:}$$

$$14 \times a = 56$$

$$a = 4$$

Відповідь: істинна формула вуглеводню - C_4H_8 .

Задача 10. Масова частка Оксигену в насиченому одноатомному спирті становить 26,67%. Визначте загальну кількість атомів у молекулі спирту.

Дано:

$$w(O) = 26,67\%$$

Загальна кількість атомів - ?

Розв'язання

1. Запишемо формулу для визначення масової частки елемента в речовині:

$$w(O) = \frac{A_r(O) \times N(O)}{M_r(ROH)}$$

З формули обчислимо відносну молекулярну масу спирту:

$$M_r(ROH) = \frac{A_r(O) \times N(O)}{w(O)} = \frac{16 \times 1}{0,2667} = 60$$

2. Відносна молекулярна маса алкільного замісника:

$$M_r(R) = M_r(ROH) - M_r(OH) = 60 - 17 = 43$$

3. Оскільки формула алкільного замісника C_nH_{2n+1} , то

$$12n + 2n + 1 = 42$$

$$n = 3$$

Отже, формула спирту - C_3H_7OH . Загальна кількість атомів – 12.

Відповідь: загальна кількість атомів – 12.

1.2 Кількість речовини, молярна маса

Кількість речовини n (або ν , ню) – це фізична величина, яка визначає кількість частинок (молекул, атомів, йонів, йонних угруповань - асоціатів) у певній її порції. Одиницею вимірювання кількості речовини є моль.

Моль – це порція речовини, яка містить $6,02 \cdot 10^{23}$ її формульних одиниць. Приблизно стільки атомів Карбону міститься в 12 г простої речовини вуглецю (^{12}C). Число $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ назване сталою Авогадро¹⁰. Відповідно:

$$1 \text{ а.о.м.} = \frac{1}{N_A}$$

Розглянемо приклади речовин з різною будовою:

Таблиця 1 - Приклади речовин з різною будовою

Будова речовини	Формульна одиниця	Приклад	Скільки частинок і яких містять 1 моль
молекулярна	молекула	O_2	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул кисню, або $2 \times 6,02 \cdot 10^{23} = 1,2 \cdot 10^{24}$ атомів Оксигену у складі молекул
		NH_3	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул аміаку, або $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів Нітрогену і $3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,806 \cdot 10^{24}$ атомів Гідрогену
атомна	атом	SiO_2	$6,02 \cdot 10^{23}$ атомів Силіцію і $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,2 \cdot 10^{24}$ атомів Оксигену, що разом становить $1,806 \cdot 10^{24}$ атомів
		Mg	$6,02 \cdot 10^{23}$ атомів Магнію
йонна	йони (сукупність йонів)	KCl	$6,02 \cdot 10^{23}$ пар йонів K^+ і Cl^- ($6,02 \cdot 10^{23}$ йонів K^+ і $6,02 \cdot 10^{23}$ йонів Cl^-), разом - $1,204 \cdot 10^{23}$ йонів
		$CaCl_2$	$6,02 \cdot 10^{23}$ угруповань йонів ($6,02 \cdot 10^{23}$ йонів Ca^{2+} і $2 \times 6,02 \cdot 10^{23} = 1,204 \cdot 10^{24}$ йонів Cl^-), разом - $1,806 \cdot 10^{24}$ йонів

Для обчислень використовують також поняття молярної речовини. Визначити кількість речовини, якщо відомо число структурних частинок, можна за формулою:

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

де n - кількість речовини (моль);

N - загальне число частинок (атомів, молекул, йонів і т.д.);

N_A - стала Авогадро.

Молярна маса речовини M - це маса 1 моль речовини, яку виражено в грамах на моль (г/моль). Молярна маса речовини дорівнює відношенню маси речовини m (г) до кількості речовини n (моль):

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

Виходячи з наведеної формули, можна обчислювати кількість речовини хімічної сполуки, маса якої відома, а також масу речовини, якщо відома кількість її речовини.

Молярні маси речовин (у г/моль) чисельно збігаються з відповідними масами атомів і молекул і з відносними атомними та молекулярними масами (а для речовин з йонною будовою чисельно дорівнюють формульній масі): так, молярна маса Феруму дорівнює 56 г/моль, а маса атома Феруму – 56.

2. Рішення задач з використанням закону Авогадро та його наслідків

2.1 Закон Авогадро. Молярний об'єм газу. Об'ємні співвідношення газів у реакціях

Італійський учений А.Авогадро звернув увагу на те, що всі гази однаково стискаються (закон Бойля-Маріотта), мають однаковий термічний коефіцієнт розширення (закон Гей-Люссака) та деякі інші спільні властивості. На основі цих законів і власних спостережень А.Авогадро 1811 р. висловив припущення, яке пізніше підтвердилося численними дослідженнями й згодом було сформульоване у вигляді закону – Закону Авогадро: в однакових об'ємах різних газів за однакових умов міститься однакова кількість молекул.

Наслідок цього закону: в однакових об'ємах газів, узяти за умов однакової температури і тиску, містяться однакові кількості речовин цих газів

Один моль будь-якого газу за нормальних умов (н.у.) це температура 0°C (або 273°K), тиск 101,3 кПа (або 1 атмосфера, або 760 мм ртутного стовба) займає об'єм 22,4 л (точніше – 22,41383 л). Цей об'єм називають молярним об'ємом газу. Молярний об'єм газу V_M - це об'єм 1 моль даного газу. Молярний об'єм газу визначають за відношенням об'єму газу V (л) до кількості речовини n (моль); вимірюється в л/моль:

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

Оскільки густину речовини ρ обчислюють за формулою:

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

де m - маса речовини, г;

V - об'єм речовини, л ;

для 1 моль газу можна записати:

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

Із цих формул можна розрахувати:

а) молярну масу газу, якщо відома його густина: $M = \rho \times V_M$;

б) густину газу за нормальних умов;

в) молярний об'єм газу: $V_M = \frac{M}{\rho}$.

Відносна густина газу (D) – це фізична величина, що визначається відношенням маси певного об'єму газу до маси такого самого об'єму другого газу (температура і тиск мають бути однаковими).

Відносна густина (як і всі відносні величини) не має розмірності. Розрахувати відносну густину одного газу за другим можна, поділивши густину одного газу на густину другого газу. Наприклад:

$$D_{H_2}(CH_4) = \frac{\rho(CH_4)}{\rho(H_2)}$$

Співвідношення густин двох газів за однакових умов дорівнює співвідношенню їхніх відносних молекулярних мас:

$$\frac{\rho(CH_4)}{\rho(H_2)} = \frac{M_r(CH_4)}{M_r(H_2)}$$

Отже, значення відносної густини можна одержати і за іншими формулами:

$$D_{H_2}(CH_4) = \frac{M(CH_4)}{M(H_2)} = \frac{M_r(CH_4)}{M_r(H_2)}$$

Масова частка речовини – це відношення маси речовини в суміші до маси суміші; величина безрозмірна. Її виражають у відсотках або часткою від одиниці. Масову частку окремого компонента суміші $w(X)$ встановлюють за формулою:

$$m(X) w(X) = \frac{m(X)}{m(\text{суміші})}$$

де $m(X)$ - маса речовини X ;

$m(\text{суміші})$ - маса суміші.

Масову частку w елемента E в речовині розраховують за формулою:

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

де $A_r(E)$ - відносна атомна маса елемента E ;

$n(E)$ - кількість атомів елемента E у формульній одиниці.

Об'ємна частка речовини – це відношення об'єму речовини в суміші до об'єму суміші. Як і попередня, величина безрозмірна. Об'ємну частку окремого компонента суміші $\varphi(X)$ ¹⁵ встановлюють за формулою:

$$\varphi(X) = \frac{V(X)}{V(\text{суміші})}$$

де $V(X)$ - об'єм речовини X ;

$V(\text{суміші})$ - об'єм суміші.

Для сумішей газоподібних речовин зручно користуватись мольною часткою.

Мольна частка – це відношення кількості речовини компонента газової суміші до сумарної кількості речовин усіх її компонентів; позначається грецькою літерою χ («хі»):

$$\chi(X) = \frac{n(X)}{n(\text{суміші})}$$

де $n(X)$ - кількість речовини X ;

$n(\text{суміші})$ - кількість речовини суміші.

Зауважимо, що для сумішей газів (за наслідком із закону Авогадро) значення об'ємної та мольної часток збігається:

$$\varphi(X) = \chi(X)$$

Для суміші газів можна розрахувати її молярну масу, яку називають середньою молярною масою газової суміші. Вона дорівнює масі 1 моль суміші. Оскільки об'ємні частки газів у суміші дорівнюють їхнім мольним часткам, то

$$M(\text{суміші}) = \chi(A) \cdot M(A) + \chi(B) \cdot M(B) + \chi(B) \cdot M(B)$$

де $M(A), M(B), M(B)$ - молярні маси компонентів суміші A, B і B ;

$\chi(A), \chi(B), \chi(B)$ - мольні частки компонентів суміші A, B і B .

Або можна користуватись таким виразом:

$$M(\text{суміші}) = \varphi(A) \cdot M(A) + \varphi(B) \cdot M(B) + \varphi(B) \cdot M(B)$$

де $M(A), M(B), M(B)$ - молярні маси компонентів суміші A, B і B ;

$\varphi(A), \varphi(B), \varphi(B)$ - об'ємні частки компонентів суміші A, B і B .

Відносну густину газів часто розраховують за повітрям, наприклад:

$$D_{\text{пов.}}(SO_2) = \frac{M_r(SO_2)}{M_r(\text{повітря})}$$

Повітря – це газова суміш, основними компонентами якої є азот і кисень. Розраховано значення середньої молекулярної маси повітря. Приблизно воно становить 29. Це значення лежить у проміжку між

числами 28 і 32 – відносними молекулярними масами азоту та кисню, які є основними компонентами повітря. Отже,

$$D_{\text{пов.}}(SO_2) = \frac{M_r(SO_2)}{29}$$

За відомим значенням відносної густини можна розрахувати молярну масу газу:

$$M(X) = D_{\text{пов.}}(X) \times M(\text{пов.}) \quad \text{або} \quad M(X) = D_{H_2}(X) \times M(H_2)$$

де X - невідомий газ.

Об'єднаний закон Бойля-Маріотта і Гей-Люссака:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

де P - тиск, (Па);

V - об'єм, (м^3);

T - температура (К°).

$\frac{PV}{T}$ - за одних умов;

$\frac{P_0V_0}{T_0}$ - за інших умов.

Цією формулою зручно користуватися, якщо потрібно обчислити об'єми газів за різних умов (тиску, температури).

Рівняння Менделєєва-Клапейрона:

$$PV = nRT$$

де P - тиск, (Па);

V - об'єм, (м^3);

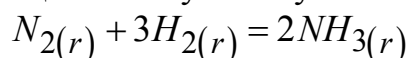
R - універсальна газова стала, яка дорівнює $8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$;

n - кількість речовини, якщо врахувати, що $n = \frac{m}{M}$, то можна записати:

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

Реакції між газоподібними речовинами відбуваються за законом об'ємних співвідношень, який 1808 р. сформулював Ж. Гей-Люссак: за умов незмінного тиску об'єми газів, що реагують і утворюються, співвідносяться між собою як невеликі цілі числа. Коефіцієнти в рівняннях реакцій показують співвідношення об'ємів газів, які реагують і утворюються в результаті реакції.

Наприклад, для реакції синтезу аміаку:



можна записати співвідношення: $V(N_2):V(H_2):V(NH_3) = 1:3:2$.

2.2 Розв'язування типових задач

1. Розрахунки за формулами для обчислення кількості речовини

Формули і поняття, які використовуються:

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$$

$$n(X) = \frac{V(X)}{V_M}$$

$$n(X) = \frac{N(X)}{N_A}$$

де $n(X)$ - кількість речовини X , моль;

$m(X)$ - маса речовини X , г;

$V(X)$ - об'єм газу X за нормальних умов, л;

$N(X)$ - кількість частинок речовини X (молекул, атомів, іонів);

$M(X)$ - молярна маса речовини, г/моль;

V_M - молярний об'єм газу (22,4 л/моль);

N_A - стала Авогадро ($6,02 \times 10^{23}$ моль⁻¹).]

Задача 1. Обчисліть кількість речовини алюміній сульфату, якщо його маса становить 85,5 г.

Дано:

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 85,5 \text{ г}$$

$$n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) - ?$$

Розв'язання

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$$

1. Обчислимо значення молярної маси солі. $A_r(\text{Al}) = 27$, $A_r(\text{S}) = 32$, $A_r(\text{O}) = 16$:

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 27 \times 2 + 3(32 + 16 \times 4) = 342 \text{ (г/моль)}$$

2. Розрахуємо значення кількості речовини солі:

$$n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)}{M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{85,5 \text{ г}}{342 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

Відповідь: $n = 0,25$ моль.

Задача 2. Яка маса купрум(II) сульфату відповідає кількості речовини 0,75 моль?

Дано:

$$n(\text{CuSO}_4) = 0,75 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) - ?$$

Розв'язання

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$$

1. Обчислимо молярну масу сполуки:

$$M(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 16 \times 4 = 160 \text{ г/моль}$$

2. За формулою (I) проводимо розрахунок:

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \times M(\text{CuSO}_4) = 0,75 \text{ моль} \times 160 \text{ г/моль} = 120 \text{ г}$$

Відповідь: $m(\text{CuSO}_4) = 120 \text{ г}$.

Задача 3. Маса деякої сполуки, взятою кількістю речовини 0,35 моль, становить 29,4 г. Обчисліть молярну масу цієї сполуки.

Дано:

$$n(X) = 0,35 \text{ моль}$$

$$m(X) = 29,4 \text{ г}$$

$$M(X) - ?$$

Розв'язання

Підставимо відомі значення у формулу

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)} = \frac{29,4 \text{ г}}{0,35 \text{ моль}} = 84 \text{ г/моль}$$

Відповідь: 84 г/моль.

Задача 4. Обчисліть об'єм водню кількості речовини 2,5 моль за нормальних умов.

Дано:

$$n(\text{H}_2) = 2,5 \text{ моль}$$

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

Розв'язання

$$n(X) = \frac{V(X)}{V_M}; n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_M}$$

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \times V_M = 2,5 \text{ моль} \times 22,4 \text{ л/моль} = 56 \text{ л}$$

Відповідь: $V(\text{H}_2) = 56 \text{ л}$.

Задача 5. Обчисліть кількість речовини аміаку NH_3 , яка міститься у 560 мл цього газу за нормальних умов.

Дано:

$$V(\text{NH}_3) = 560 \text{ мл (0,56 л)}$$

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

Розв'язання

$$n(X) = \frac{V(X)}{V_M}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_M} = \frac{0,56 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,025 \text{ моль}$$

Відповідь: $n(\text{NH}_3) = 0,025 \text{ моль}$.

Задача 6. Обчисліть молярну масу деякого газу, якщо 25,6 г його займають об'єм 8960 мл (н.у.).

Дано:

$$m(X) = 25,6 \text{ г}$$

$$V(X) = 8960 \text{ мл (8,96 л)}$$

$$M(X) - ?$$

Розв'язання

$$n(X) = \frac{V(X)}{V_M} \text{ (I)}; n(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \text{ (II)}$$

1. За формулою (I) обчислимо кількість речовини газу, попередньо перевівши його

об'єм у літри $V(X) = 8,96$ л:

$$n(X) = \frac{V(X)}{V_M} = \frac{8,96 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

2. За формулою (II) запишемо вираз для обчислення молярної маси $M(X)$. Для цього підставимо відомі значення маси і кількості речовини в цю формулу:

$$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)} = \frac{25,6 \text{ г}}{0,4 \text{ моль}} = 64 \text{ г/моль}$$

Відповідь: $M(X) = 64$ г/моль.

Задача 7. У якій кількості речовини міді міститься $1,505 \times 10^{23}$ атомів Купруму?

Дано:

$$N(\text{Cu}) = 1,505 \times 10^{23}$$

$$n(\text{Cu}) - ?$$

Розв'язання

$$n(X) = \frac{V(X)}{N_A}; N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$n(\text{Cu}) = \frac{N(\text{Cu})}{N_A} = \frac{1,505 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} = 0,25 \text{ (моль)}$$

Відповідь: $n(\text{Cu}) = 0,25$ (моль).

Задача 8. Обчисліть кількість молекул у 0,8 моль хлору.

Дано:

$$n(\text{Cl}_2) = 0,8 \text{ моль}$$

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

Розв'язання

$$n(X) = \frac{N(X)}{N_A}; n(\text{Cl}_2) = \frac{N(\text{Cl}_2)}{N_A}; N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$N(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times N_A = 0,8 \times 6,02 \times 10^{23} = 4,816 \times 10^{23}$$

Відповідь: $N(\text{Cl}_2) = 4,816 \times 10^{23}$.

Задача 9. Обчисліть кількість атомів Оксигену в 0,2 моль кисню.

Дано:

$$n(\text{O}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

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

Розв'язання

1. Хімічна формула кисню - O_2 . Молекула кисню складається з двох атомів Оксигену. Отже, можна обчислити кількість речовини Оксигену:

$$n(\text{O}) = 2n(\text{O}_2) = 2 \times 0,2 = 0,4 \text{ (моль)}$$

2. За формулою $n(\text{O}) = \frac{N(\text{O})}{N_A}$ обчислюємо кількість атомів Оксигену:

$$N(\text{O}) = n(\text{O}) \times N_A = 0,4 \times 6,02 \times 10^{23} = 2,408 \times 10^{23}$$

Відповідь: $N(\text{O}) = 2,408 \times 10^{23}$.

Задача 10. Знайдіть кількість речовини йонів Хлору в 0,15 моль магній хлориду MgCl_2 .

Дано:

$$n(\text{MgCl}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}^-) - ?$$

Розв'язання

1. У формульній одиниці магній хлориду MgCl_2 міститься 2 йони Cl^- . Саме тому 1 моль MgCl_2

містить 2 моль йонів Cl^- . Отже, можна розрахувати кількість речовини хлорид-іонів Cl^- в 0,15 моль магній хлориду:

$$n(\text{Cl}^-) = 2n(\text{MgCl}_2) = 0,15 \times 2 = 0,3 \text{ (моль)}$$

Відповідь: $n(\text{Cl}^-) = 0,3 \text{ (моль)}$.

Задача 11. Обчисліть масу $9,03 \times 10^{22}$ молекул карбон(IV) оксиду CO_2 .

Дано:

$$N(\text{CO}_2) = 9,03 \times 10^{22}$$

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

Розв'язання

$$n(X) = \frac{N(X)}{N_A}; n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$$

1. Обчислимо кількість речовини CO_2 :

$$n(\text{CO}_2) = \frac{N(\text{CO}_2)}{N_A} = \frac{9,03 \times 10^{22}}{6,02 \times 10^{23}} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ (моль)}$$

2. Обчислимо масу карбон(IV) оксиду:

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

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2) = 0,15 \times 44 = 6,6 \text{ (г)}$$

Відповідь: $m(\text{CO}_2) = 6,6 \text{ (г)}$.

Задача 12. Знайдіть об'єм 0,68 кг сірководню H_2S (н.у.).

Дано:

$$m(\text{H}_2\text{S}) = 0,68 \text{ кг (680 г)}$$

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

Розв'язання

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \text{ (I)}; n(X) = \frac{V(X)}{V_M} \text{ (II)}$$

1. За формулою (I) розрахуємо кількість речовини сірководню,

$$M(\text{H}_2\text{S}) = 34 \text{ г/моль:}$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = \frac{m(\text{H}_2\text{S})}{M(\text{H}_2\text{S})} = \frac{680}{34} = 20 \text{ (моль)}$$

2. За формулою (II) розрахуємо об'єм сірководню, $V_M = 22,4 \text{ л/моль}$:

$$V(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \times V_M = 20 \times 22,4 = 448 \text{ (л)}$$

Відповідь: $V(\text{H}_2\text{S}) = 448 \text{ л}$.

2. Обчислення відносної густини газу

Формули і поняття, які використовуються:

$$D_{\text{пов.}}(X) = \frac{M(X)}{M(\text{пов.})} = \frac{M_r(X)}{M_r(\text{пов.})}$$

$$D_A(X) = \frac{M(X)}{M(A)} = \frac{M_r(X)}{M_r(A)}$$

де $D_{\text{пов.}}(X)$ - відносна густина газу X за повітрям;

$D_A(X)$ - відносна густина газу X за газом A ;

$M(X)$ - молярна маса газу X , г/моль;

$M(A)$ - молярна маса газу A , г/моль;

$M(\text{пов.})$ - молярна маса повітря, г/моль;

$M_r(X)$ - відносна молекулярна маса газу X ;

$M_r(A)$ - відносна молекулярна маса газу A ;

$M_r(\text{пов.})$ - відносна молекулярна маса повітря.

Задача 13. Обчисліть відносну густину сульфур(IV) оксиду:

а) за киснем; б) за повітрям.

Дано:

SO_2

$D_{O_2}(SO_2) - ?$

$D_{\text{пов.}}(SO_2) - ?$

Розв'язання

$$M_r(SO_2) = 64, M_r(O_2) = 32, M_r(\text{пов.}) = 29$$

$$1. D_{O_2}(SO_2) = \frac{M_r(SO_2)}{M_r(O_2)} = \frac{64}{32} = 2$$

$$2. D_{\text{пов.}}(SO_2) = \frac{M_r(SO_2)}{M_r(\text{пов.})} = \frac{64}{29} = 2,21$$

Відповідь: $D_{O_2}(SO_2) = 2$; $D_{\text{пов.}}(SO_2) = 2,21$.

Задача 14. Обчисліть відносну густину газу X за гелієм, якщо відома його відносна густина за повітрям і вона становить 1,517.

Дано:

$D_{\text{пов.}}(X) = 1,517$

$D_{He}(X) - ?$

Розв'язання

1. Обчисліть відносну молекулярну масу газу X .

$$M_r(\text{пов.}) = 29:$$

$$M_r(X) = D_{\text{пов.}}(X) \times M_r(\text{пов.}) = 1,517 \times 29 = 44$$

2. Обчислимо відносну густину газу X за гелієм. $M_r(He) = 4$:

$$D_{He}(X) = \frac{M_r(X)}{M_r(He)} = \frac{44}{4} = 11$$

Відповідь: $D_{He}(X) = 11$.

Задача 15. За нормальних умов 12,75 г невідомого газу X займає об'єм 16,8 л. Обчисліть відносну густину цього газу за воднем.

Дано:

$$m(X) = 12,75 \text{ г}$$

$$V(X) = 16,8 \text{ л}$$

$$D_{H_2}(X) = ?$$

Розв'язання

1. Оскільки $n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$ і $n(X) = \frac{V(X)}{V_M}$, то

$$\frac{m(X)}{M(X)} = \frac{V(X)}{V_M}$$

Обчислимо молярну масу газу X . $V_M = 22,4$ л/моль:

$$M(X) = \frac{m(X) \times V_M}{V(X)} = \frac{12,75 \times 22,4}{16,8} = 17 \text{ (г/моль)}$$

2. Обчислимо відносну густину газу X за воднем. $M(H_2) = 2$ г/моль:

$$D_{H_2}(X) = \frac{M(X)}{M(H_2)} = \frac{17}{2} = 8,5$$

Відповідь: $D_{H_2}(X) = 8,5$.

3. Визначення масової та об'ємної часток компонента в суміші

Формули і поняття, які використовуються:

$$w(X) = \frac{m(X)}{m(\text{суміш})}$$

$$\varphi(X) = \frac{V(X)}{V(\text{суміші})}$$

де $w(X)$ - масова частка цього компонента в суміші;

$\varphi(X)$ - об'ємна частка компонента X в суміші;

$m(X)$ - маса компонента в суміші, г;

$V(X)$ - об'єм компонента в суміші, г;

$m(\text{суміші})$ - маса суміші, г;

$V(\text{суміші})$ - об'єм суміші, л.

Задача 16. Суміш азоту і карбон(IV) оксиду, об'єм якої 30 л, містить 5,6 г азоту. Обчисліть об'ємну частку карбон(IV) оксиду в суміші (%).

Дано:

$$V(\text{суміші}) = 30 \text{ л}$$

$$m(N_2) = 5,6 \text{ г}$$

$$\varphi(CO_2) = ?$$

Розв'язання

1. З формули $\frac{m(N_2)}{M(N_2)} = \frac{V(N_2)}{V_M}$ обчислимо об'єм 5,6 г

азоту. $M(N_2) = 28$ г/моль, $V_M = 22,4$ л/моль:

$$V(N_2) = \frac{m(N_2) \times V_M}{M(N_2)} = \frac{5,6 \times 22,4}{28} = 4,48 \text{ (л)}$$

2. Знайдемо об'єм карбон(IV) оксиду в суміші:

$$V(CO_2) = V(\text{суміші}) - V(N_2) = 30 - 4,48 = 25,52 \text{ (л)}$$

3. Обчислимо об'ємну частку карбон(IV) оксиду в суміші:

$$\varphi(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V(\text{суміші})} = \frac{25,52}{30} = 0,851(85,1\%)$$

Відповідь: $\varphi(CO_2) = 85,1\%$

Задача 17. Обчисліть масову частку етену(%) в суміші, що містить етин, етан і етен, кількість речовини кожного компонента в якій становить 0,1 моль.

Дано:	Розв'язання
$n(C_2H_2) = 0,1$ моль	$w(C_2H_6) = \frac{m(C_2H_6)}{m(\text{суміші})} = \frac{m(C_2H_6)}{m(C_2H_2) + m(C_2H_4) + m(C_2H_6)}$ <p>1. З формули $n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$ обчислимо маси</p>
$n(C_2H_4) = 0,1$ моль	
$n(C_2H_6) = 0,1$ моль	
$w(C_2H_6) - ?$	

компонентів суміші. $M(C_2H_2) = 26$ г/моль, $M(C_2H_4) = 28$ г/моль;
 $M(C_2H_6) = 30$ г/моль:

$$m(C_2H_2) = n(C_2H_2) \times M(C_2H_2) = 0,1 \times 26 = 2,6 \text{ (г)}$$

$$m(C_2H_4) = n(C_2H_4) \times M(C_2H_4) = 0,1 \times 28 = 2,8 \text{ (г)}$$

$$m(C_2H_6) = n(C_2H_6) \times M(C_2H_6) = 0,1 \times 30 = 3 \text{ (г)}$$

2. Визначимо масу суміші:

$$m(\text{суміші}) = m(C_2H_2) + m(C_2H_4) + m(C_2H_6) = 2,6 + 2,8 + 3 = 8,4 \text{ (г)}$$

3. Обчислимо масову частку етану в суміші:

$$w(C_2H_6) = \frac{m(C_2H_6)}{m(\text{суміші})} = \frac{3}{8,4} = 0,357(35,7\%)$$

Відповідь: $w(C_2H_6) = 35,7\%$.

Задача 18. Обчисліть об'ємну частку азоту (%) в суміші, що містить 1200 мл кисню і 0,2 моль азоту.

Дано:	Розв'язання
$V(O_2) = 1200$ мл	$1. \text{ З формули } n(N_2) = \frac{V(N_2)}{V(\text{суміші})} \text{ обчислимо об'єм азоту,}$ <p>що є в суміші. $V_M = 22,4$ л/моль:</p>
$n(N_2) = 0,2$ моль	
$\varphi(N_2) - ?$	

$$V(N_2) = n(N_2) \times V_M = 0,2 \times 22,4 = 4,48 \text{ (л)}$$

2. Знайдемо об'єм суміші (1200 мл = 1,2 л):

$$V(\text{суміші}) = V(O_2) + V(N_2) = 1,2 + 4,48 = 5,68 \text{ (л)}$$

3. Обчислимо об'ємну частку азоту в суміші:

$$\varphi(N_2) = \frac{V(N_2)}{V(\text{суміші})} = \frac{4,48}{5,68} = 0,789(78,9\%)$$

Відповідь: $\varphi(N_2) = 78,9\%$.

Задача 19. Обчисліть масову частку Феруму (%) в суміші, яка містить 0,1 моль Fe_3O_4 і 0,2 моль FeO .

Дано:

$$n(Fe_3O_4) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(FeO) = 0,2 \text{ моль}$$

$$w(Fe) = ?$$

Розв'язання

1. Формула Fe_3O_4 показує, що 1 моль цього оксиду містить 3 моль хімічного елемента Феруму (до складу оксиду він входить у вигляді йонів):

$$n_{Fe}(Fe_3O_4) = 3n(Fe_3O_4) = 3 \times 0,1 = 0,3 \text{ (моль)}$$

Аналогічно в оксиді FeO міститься:

$$n_{Fe}(FeO) = n(FeO) = 0,2 \text{ моль}$$

2. Загальна кількість речовини Феруму становить:

$$n(Fe) = 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ (моль)}$$

3. З формули $n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$ обчислимо маси оксидів. $M(Fe_3O_4) = 232 \text{ г/моль}$,

$$M(FeO) = 72 \text{ г/моль}:$$

$$m(Fe_3O_4) = n_{Fe}(Fe_3O_4) \times M(Fe_3O_4) = 0,1 \times 232 = 23,2 \text{ (г)}$$

$$m(FeO) = n_{Fe}(FeO) \times M(FeO) = 0,2 \times 72 = 14,4 \text{ (г)}$$

4. Обчислимо масу Феруму в суміші. $M(Fe) = 56 \text{ г/моль}$:

$$m(Fe) = n(Fe) \times M(Fe) = 0,5 \times 56 = 28 \text{ (г)}$$

5. Розрахуємо масу суміші оксидів:

$$m(\text{суміші}) = 14,4 + 23,2 = 37,6 \text{ (г)}$$

6. Обчислимо масову частку Феруму:

$$w(Fe) = \frac{m(Fe)}{m(\text{суміші})} = \frac{28}{37,6} = 0,745 (74,5\%)$$

Відповідь: $w(Fe) = 74,5\%$.

4. Визначення середньої молярної маси суміші газів

Формули і поняття, які використовуються:

$$M(\text{суміші}) = \chi(A) \cdot M(A) + \chi(B) \cdot M(B) + \chi(B) \cdot M(B)$$

$$M(\text{суміші}) = \varphi(A) \cdot M(A) + \varphi(B) \cdot M(B) + \varphi(B) \cdot M(B)$$

де $M(\text{суміші})$ - середня молярна маса суміші газів;

$M(A), M(B), M(B)$ - молярні маси компонентів суміші А, Б і В;

$\chi(A), \chi(B), \chi(B)$ - мольні частки компонентів суміші А, Б і В;

$\varphi(A), \varphi(B), \varphi(B)$ - об'ємні частки компонентів суміші А, Б і В;

M (пов.) - молярна маса повітря, г/моль;

M_r (пов.) - відносна молекулярна маса повітря.

Задача 20. Обчисліть молярну масу суміші, у якій об'ємні частки метану і бутану відповідно становлять 85 і 15%.

Дано:

$$\varphi(CH_4) = 85\%$$

$$\varphi(C_4H_{10}) = 15\%$$

$$M(\text{суміші}) - ?$$

Розв'язання

Молярна маса суміші – це маса всіх її складових, узятих у сумарній кількості речовини 1 моль.

$$M(CH_4) = 16 \text{ г/моль}, M(C_4H_{10}) = 58 \text{ г/моль}.$$

Обчислити середню молярну масу суміші можна за формулою:

$$M(\text{суміші}) = M(CH_4) \times \varphi(CH_4) + M(C_4H_{10}) \times \varphi(C_4H_{10})$$

$$M(\text{суміші}) = 16 \times 0,85 + 58 \times 0,15 = 13,6 + 8,7 = 22,3 \text{ (г/моль)}$$

Відповідь: $M(\text{суміші}) = 22,3 \text{ г/моль}$.

Задача 21. Визначте густину газової суміші за азотом, у якій об'ємні частки карбон(IV) оксиду, сульфур(IV) оксиду і карбон(II) оксиду відповідно становлять 35, 25 і 40%.

Дано:

$$\varphi(CO_2) = 35\%$$

$$\varphi(SO_2) = 25\%$$

$$\varphi(CO) = 40\%$$

$$D_{N_2}(\text{суміші}) - ?$$

Розв'язання

$$D_{N_2}(\text{суміші}) = \frac{M(\text{суміші})}{M(N_2)}$$

1. Обчислимо молярну масу суміші. $M(CO_2) = 44$ г/моль, $M(SO_2) = 64$ г/моль, $M(CO) = 28$ г/моль:

$$M(\text{суміші}) = M(CO_2) \times \varphi(CO_2) + M(SO_2) \times \varphi(SO_2) + M(CO) \times \varphi(CO)$$

$$M(\text{суміші}) = 44 \times 0,35 + 64 \times 0,25 + 28 \times 0,4 = 15,4 + 16 + 11,2 = 42,6 \text{ (г/моль)}$$

2. Обчислимо відносну густину суміші за азотом:

$$D_{N_2}(\text{суміші}) = \frac{42,6}{28} = 1,52$$

Відповідь: $D_{N_2}(\text{суміші}) = 1,52$.

Задача 22. Густина суміші ацетилену і бутену за гелієм дорівнює 11. Визначте об'ємну частку ацетилену в суміші.

Дано:

$$D_{He}(\text{сум.}) = 11$$

$$\varphi(C_2H_4) - ?$$

Розв'язання

1. За формулою $D_{He}(\text{суміші}) = \frac{M(\text{суміші})}{M(He)}$ визначемо

молярну масу суміші. $M(He) = 4$ г/моль:

$$M(\text{суміші}) = D_{He}(\text{суміші}) \times M(He) = 11 \times 4 = 44 \text{ (г/моль)}$$

2. Припустимо, що ми маємо 1 моль суміші. У ній міститься x моль C_2H_2 , тоді відповідно

$$n(C_4H_8) = (1 - x) \text{ моль}$$

3. Запишемо вираз для обчислення середньої молярної маси газової суміші:

$$M(\text{суміші}) = M(C_2H_2) \times n(C_2H_2) + M(C_4H_8) \times n(C_4H_8)$$

Підставимо всі відомі дані: $M(C_2H_2) = 26$ г/моль, $M(C_4H_8) = 56$ г/моль:

$$44 = 26x + 56(1 - x)$$

$$x = 0,4$$

4. Отже, 1 моль суміші містить 0,4 моль C_2H_2 . Обчислимо мольну частку $\chi(C_2H_2)$:

$$\chi(C_2H_2) = \frac{n(C_2H_2)}{n(\text{суміші})} = \frac{0,4}{1} = 0,4(40\%)$$

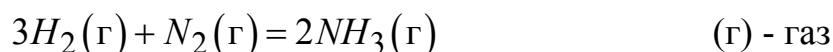
Для газів $\varphi(X) = \chi(X)$. Отже, $\varphi(C_2H_2) = 40\%$.

Відповідь: $\varphi(C_2H_2) = 40\%$.

2.3 Об'ємні відношення газів при хімічних реакціях

Якщо в хімічних реакціях беруть участь гази, то, як установив Ж. Гей-Люссак (1808 р.), вступає в силу закон об'ємних відношень: об'єми газів, що вступають у реакцію, відносяться між собою, а також до об'ємів утворених газуватих продуктів як невеликі цілі числа.

Вивчивши кілька реакцій Гей-Люссак установив, що коли гази реагують між собою, їхні об'єми завжди співвідносяться один з одним, як невеликі цілі числа, наприклад, співвідношення об'ємів газів, що реагують між собою за однакових умов (t і P) таке:



$$3 \text{ л} : 1 \text{ л} : 2 \text{ л}$$

це означає, що 3 л водню реагують із 1 л азоту, утворюючи 2 л аміаку

$$V(H_2):V(N_2):V(NH_3) = 3:1:2$$

Цей закон досить легко пояснюється з точки зору закону Авогадро, згідно з яким однакове число молекул газуватої речовини за однакових умов займає однаковий об'єм. Якщо в реакцію утворення амоніаку з простих речовин на кожну молекулу азоту вступає в реакцію 3 молекули, то об'єми азоту та водню мають співвідноситися один до одного як 1 : 3, тобто з кожним літром азоту має вступити в реакцію 3 літра водню.

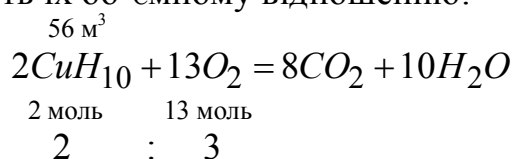
Таким чином, у реакціях із газуватими речовинами об'єми газів співвідносяться як числа, що дорівнюють стехіометричним коефіцієнтам у рівняннях реакцій.

Алгоритм розрахунків об'ємних відношень газів за хімічними рівняннями.

Задача 1. Обчисліть об'єм кисню, потрібного для спалювання порції бутану об'ємом 56 м^3 .

Дано:	Розв'язання
$V(C_4H_{10}) = 56 \text{ м}^3$	Записуємо рівняння реакції розставляючи коефіцієнти:
$V(O_2) - ?$	$2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

Над формулами речовин запишемо дані про об'єми газуватих речовин, відомі з умови задачі, а під формулами – стехіометричні відношення, які відображаються рівнянням реакції, що для газів, відповідно до закону Авогадро і дорівнюють їх об'ємному відношенню:



Отже, кількості речовин будуть відноситися $\frac{\nu(C_4H_{10})}{\nu(O_2)} = \frac{2}{13}$, обчислимо

об'єм речовини, який потрібно знати $\frac{V(C_4H_{10})}{V(O_2)} = \frac{2}{13} = \frac{56}{x}$

$$V(O_2) = \frac{56 \cdot 13}{2} = 364 \text{ м}^3$$

Відповідь: $V(O_2) = 364 \text{ м}^3$.

Задача 2. Обчисліть об'єм водню, що може приєднати ацетилен об'ємом $5,6 \text{ л}$, та визначити об'єм продукту реакції.

Дано:	Розв'язання
$V(C_2H_2) = 5,6 \text{ л}$	Складаємо рівняння реакції:
$V(H_2) - ?$	$\begin{array}{ccc} 5,6 \text{ л} & x_1 & x_2 \\ C_2H_2 + 2H_2 \rightarrow C_2H_6 \\ 1 & 2 & 3 \end{array}$
$V(C_2H_6) - ?$	

за яким визначаємо, що одна молекула ацетилену приєднує дві молекули водню. Отже, об'єми C_2H_2 та H_2 будуть відноситися

$$V(C_2H_2) : V(H_2) = 1 : 2$$

звідси маємо: $V(H_2) = 2 \cdot V(C_2H_2) = 2 \cdot 5,6 = 11,2 \text{ л}$

Коефіцієнти перед ацетиленом і станом (продуктом реакції) у рівнянні реакції однакові, отже, і їхні об'єми будуть однаковими: скільки ацетилену візьме участь у реакції, саме стільки етану і утвориться:

$$V(C_2H_6) = V(C_2H_2) = 5,6 \text{ л}$$

Відповідь: $V(H_2) = 11,2 \text{ л}$; $V(C_2H_6) = 5,6 \text{ л}$.

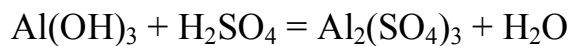
3. Хімічні рівняння

3.1 Розрахунки за хімічними рівняннями

Явища, за яких одні речовини перетворюються на інші, що відрізняються від вихідних складом і властивостями називають хімічними. При цьому не відбувається зміни складу ядер атомів. Хімічні явища можна описати рівняннями хімічних реакцій. При цьому використовують хімічні символи, цифри і математичні знаки. Речовини, які вступають у хімічні реакції називають вихідними речовинами (реагентами), а речовини, які утворюються у результаті реакції називають продуктами реакції. Число атомів кожного елемента в лівій і правій частинах рівняння має бути однаковим. Якщо цього немає, то рівняння слід зрівняти. Це досягається шляхом розстановки коефіцієнтів перед формулами.

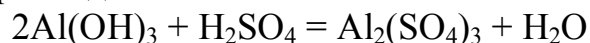
Стехіометрія – розділ хімії, у якому вивчають масові, об'ємні й мольні відношення між реагентами, а також кількісний склад речовин. В основі стехіометрії лежать закони збереження маси й кількості речовини, Авогадро, Гей-Люссака, сталості складу, кратних відношень. Коефіцієнти перед формулами речовин у рівняннях хімічних реакцій називають стехіометричними.

Наприклад, у завданні потрібно розставити стехіометричні коефіцієнти, тобто зрівняти кількість атомів елементів, що беруть участь у реакції, яка перебігає за схемою:



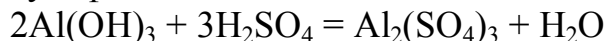
Варто дотримуватися такого порядку.

1. Зрівняти число атомів металів. У цьому випадку – це атоми Алюмінію, праворуч їх два: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, тому ставимо коефіцієнт 2 ліворуч, перед алюміній гідроксидом



2. Зрівняти число атомів неметалів (крім Гідрогену й Оксигену).

У нашому випадку це Сульфур: число атомів Сульфуру праворуч дорівнює 3 (він входить до складу трьох груп SO_4^{2-}), тому ставимо коефіцієнт 3 перед сульфатною кислотою.

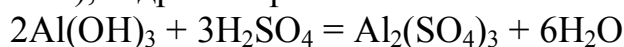


3. Зрівняти число атомів Гідрогену.

Ліворуч їх 6 у двох формульних одиницях:

$2\text{Al}(\text{OH})_3$ і 6 у трьох молекулах H_2SO_4 :

$3\text{H}_2\text{SO}_4$, усього 12. Отже, перед формулою H_2O треба поставити коефіцієнт 6 ($6 \cdot 2 = 12$), Гідроген зрівняно.

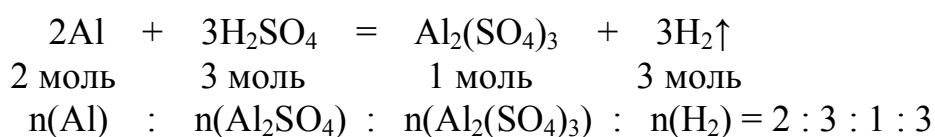
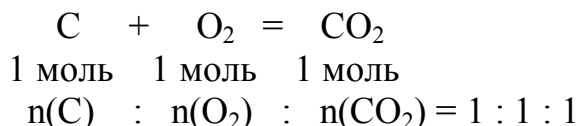


4. Зрівняти число атомів Оксигену.

Ліворуч 6 атомів Оксигену $2\text{Al}(\text{OH})_3$ і 12 атомів Оксигену $3\text{H}_2\text{SO}_4$, усього 18. Праворуч 12 атомів Оксигену в $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ і 6 атомів у $6\text{H}_2\text{O}$, усього 18. Коефіцієнти розставлено правильно, рівняння зрівняно.

Стехіометричні кількості – кількості речовин, які відповідають коефіцієнтам у рівнянні реакції або індексам у формулі.

Для розв'язання задач у хімії використовують стехіометричні коефіцієнти в рівняннях, якщо задачі слід розв'язувати за рівнянням реакцій. Саме пропорційно їм речовини вступають у реакцію й утворюються нові речовини.

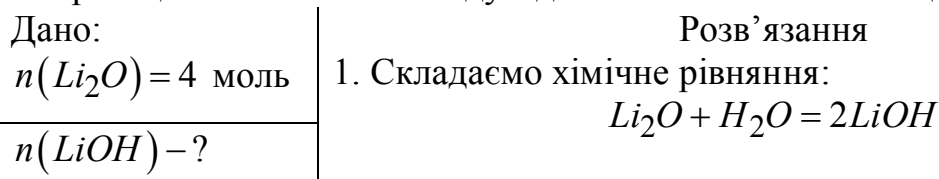


За хімічними рівняннями можна обчислити масу, кількість речовини й об'єм реагентів, а також продуктів реакції. Для їх розв'язання слід урахувати 2 положення:

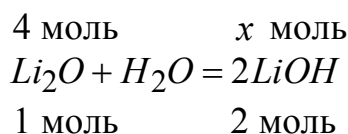
- стехіометричні коефіцієнти, які стоять перед формулою речовини, показують число моль певної речовини, яка бере участь у реакції;

- відношення мас речовин, які беруть участь у реакції до добутку молярних мас на стехіометричний коефіцієнт, який стоїть перед формулою речовини, однакові; цю властивість використовують для складання пропорцій під час розв'язання задач.

Задача 1. Яка кількість речовини літій гідроксиду утворюється під час реакції 4 моль літій оксиду з достатньою кількістю води?



2. Готуємо запис для складання пропорції. Під формулами сполук Li_2O і LiOH записуємо їхні кількості речовини згідно з коефіцієнтами в хімічному рівнянні (1 моль, 2 моль), а над формулами – наведену в умові задачі кількість речовини оксиду (4 моль) і невідому кількість речовини гідроксиду (x моль):



3. Розрахуємо кількість речовини літій гідроксиду.

Складаємо пропорцію й розв'язуємо її:

за рівнянням реакції з 1 моль Li_2O утворюється 2 моль LiOH , за умовою

задачі із 4 моль Li_2O - x моль $LiOH$;

$$\frac{n(Li_2O)}{n(LiOH)} = \frac{1}{2} = \frac{4}{x}; \quad x = n(LiOH) = \frac{4 \cdot 2}{1} = 8 \text{ (моль)}.$$

Відповідь: $n(LiOH) = 8$ моль.

Задача 2. Яка маса вуглекислого газу прореагує із 28 г кальцій оксиду?

Дано:

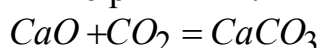
$$m(CaO) = 28 \text{ г}$$

$$m(CO_2) - ?$$

Розв'язання

1-й спосіб

1. Складаємо хімічне рівняння:

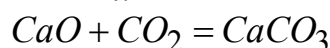


2. Розраховуємо кількість речовини кальцій оксиду:

$$n(CaO) = \frac{m(CaO)}{M(CaO)} = \frac{28 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

3. Записуємо під формулами реагентів у хімічному рівнянні їхні кількості речовини згідно з коефіцієнтами, а над формулами – обчислену кількість речовини кальцій оксиду й невідому кількість речовини вуглекислого газу:

$$0,5 \text{ моль} \quad x \text{ моль}$$



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

4. Обчислюємо за допомогою пропорції кількість речовини вуглекислого газу:

$$\frac{n(CaO)}{n(CO_2)} = \frac{1}{1} = \frac{0,5}{x}; \quad x = n(CO_2) = \frac{0,5 \cdot 1}{1} = 0,5 \text{ (моль)}$$

5. Знаходимо масу вуглекислого газу:

$$m(CO_2) = n(CO_2) \cdot M(CO_2) = 0,5 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 22 \text{ г}.$$

Відповідь: $m(CO_2) = 22$ г.

Задача 3. Який об'єм сірчастого газу (н.у.) прореагує з натрій гідроксидом у разі утворення натрій сульфїту кількістю речовини 0,2 моль?

Дано:

$$n(Na_2SO_3) = 0,2 \text{ моль н.у.}$$

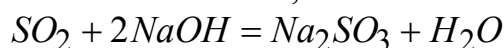
$$V(SO_2) - ?$$

Розв'язання

1. Записуємо хімічне рівняння і готуємо запис для складання пропорції:

$$x \text{ моль}$$

$$0,2 \text{ моль}$$



$$1 \text{ моль}$$

$$1 \text{ моль}$$

2. Знаходимо кількість речовини сірчастого газу.

Складаємо пропорцію і розв'язуємо її:

із 1 моль SO_2 утворюється 1 моль Na_2SO_3 ,

із x моль - 0,2 моль Na_2SO_3 ;

$$\frac{n(SO_2)}{n(Na_2SO_3)} = \frac{1}{1} = \frac{x}{0,2};$$

$$x = n(SO_2) = \frac{1 \cdot 0,2}{1} = 0,2 \text{ (моль)}.$$

3. Обчислюємо об'єм сірчистого газу за нормальних умов:

$$V(SO_2) = n(SO_2) \cdot V_M = 0,2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,48 \text{ л}.$$

Відповідь: $V(SO_2) = 4,48 \text{ л}$.

Задача 4. Який об'єм водню (н.у.) необхідний для взаємодії з 3,5 г азоту в реакції синтезу амоніаку?

Дано:

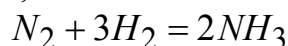
$$m(N_2) = 3,5 \text{ г}$$

$$V(H_2) - ?$$

Розв'язання

1. Складаємо хімічні рівняння:

$$3,5 \text{ г} \quad x \text{ л}$$



$$1 \text{ моль} \quad 3 \text{ моль}$$

2. Над рівнянням записуємо дані задачі й x . Під рівнянням кількості речовин згідно з коефіцієнтами.

Обчислюємо за допомогою пропозиції кількість речовини водню:

$$\frac{n(N_2)}{n(H_2)} = \frac{1}{3} = \frac{0,125}{x};$$

$$x = n(H_2) = \frac{0,125 \cdot 3}{1} = 0,375 \text{ моль}$$

3. Розраховуємо кількість речовини азоту

$$n(N_2) = \frac{m(N_2)}{M(N_2)} = \frac{3,5 \text{ г}}{28 \text{ г/моль}} = 0,125 \text{ моль}$$

4. Знаходимо об'єм водню (н.у.):

$$V(H_2) = n(H_2) \cdot V_m = 0,375 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 8,4 \text{ л}$$

Відповідь: $V(H_2) = 8,4 \text{ л}$.

У деяких задачах йдеться про дві реакції, що відбуваються одночасно. Спосіб їх розв'язання полягає у складанні математичного рівняння з одним невідомим (або системи двох рівнянь із двома невідомими).

Задача 5. Після добавляння достатньої кількості води до 11,6 г суміші оксидів Літію і Кальцію утворилося 17,0 г суміші гідроксидів. Знайти маси оксидів у суміші.

Дано:

$$m(Li_2O, CaO) = 11,6 \text{ г}$$

$$m(LiOH, Ca(OH)_2) =$$

$$= 17,0 \text{ г}$$

$$m(Li_2O) - ?$$

$$m(CaO) - ?$$

Розв'язання

1. Приймаємо масу літій оксиду за x г. Тоді маса кальцій оксиду становитиме (в грамах):

$$m(CaO) = m(Li_2O, CaO) - m(Li_2O) = 11,6 - x.$$

2. Обчислюємо молярні маси оксидів і гідроксидів

Літійу і Кальцію:

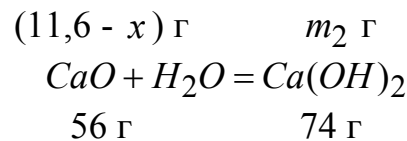
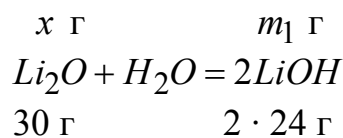
$$M(Li_2O) = 30 \text{ г/моль};$$

$$M(CaO) = 56 \text{ г/моль};$$

$$M(LiOH) = 24 \text{ г/моль};$$

$$M(Ca(OH)_2) = 74 \text{ г/моль}.$$

3. Складаємо рівняння реакцій із записами мас реагентів і продуктів, позначивши невідомі маси сполук $LiOH$ і $Ca(OH)_2$ через m_1 і m_2 відповідно:



4. Записуємо дві пропорції й отримуємо математичні вирази для мас гідроксидів:

$$\frac{x}{30} = \frac{m_1}{2 \cdot 24}; \quad m_1 = m(LiOH) = \frac{2 \cdot 24x}{30} = 1,6x;$$

$$\frac{11,6 - x}{56} = \frac{m_2}{74};$$

$$m_2 = m(Ca(OH)_2) = \frac{(11,6 - x) \cdot 74}{56} = 15,3 - 1,32x.$$

5. Прирівнюємо суму знайдених мас гідроксидів до 17,0 г, розв'язуємо рівняння і знаходимо маси оксидів:

$$m_1 + m_2 = m(LiOH) + m(Ca(OH)_2) = 17,0;$$

$$1,6x + 15,3 - 1,32x = 17,0; \quad x = m(Li_2O) = 6,07 \text{ (г)};$$

$$m(CaO) = 11,6 - 6,07 = 5,53 \text{ (г)}.$$

Відповідь: $m(Li_2O) = 6,07 \text{ г}$, $m(CaO) = 5,53 \text{ г}$.

Задача 6. Який об'єм водню (н.у.) витратиться на відновлення 0,4 моль хром(III) оксиду?

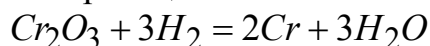
Дано:

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 0,4 \text{ моль}$$

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

Розв'язання

Запишемо рівняння реакції:



1. З написаного рівняння видно, що

$$n(\text{H}_2) = 3n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 3 \times 0,4 = 1,2 \text{ (моль)}$$

2. Для знаходження об'єму водню скористаємося формулою

$$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_M}$$

$$V_M = 22,4 \text{ л/моль.}$$

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \times V_M = 1,2 \times 22,4 = 26,88 \text{ (л)}$$

Відповідь: $V(\text{H}_2) = 26,88 \text{ л.}$

Задача 7. Яка маса алюмінію вступила в реакцію з хлоридною кислотою, якщо виділилось 2688 мл (н.у.) водню?

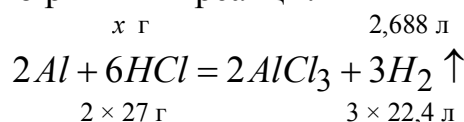
Дано:

$$V(\text{H}_2) - 2688 \text{ мл (2,688 л)}$$

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

Розв'язання

Запишемо рівняння реакції:



Складемо пропорцію: 54 г алюмінію відповідає 67,2 л водню, а x г алюмінію – 2,688 л водню:

$$\frac{x \text{ л}}{54 \text{ л}} = \frac{2,688 \text{ л}}{67,2 \text{ л}}$$

$$x = 2,16 \text{ г}$$

Відповідь: $m(\text{Al}) = 2,16 \text{ г.}$

Задача 8. Який об'єм кисню необхідно використати, щоб спалити 120 м³ суміші азоту і карбон(II) оксиду, якщо об'ємна частка азоту в суміші становить 40%?

Дано:

$$V(\text{N}_2, \text{CO}) = 120 \text{ м}^3$$

$$\varphi(\text{N}_2) = 40\%$$

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

Розв'язання

1. У вихідній суміші горить лише карбон(II) оксид, об'ємна частка якого:

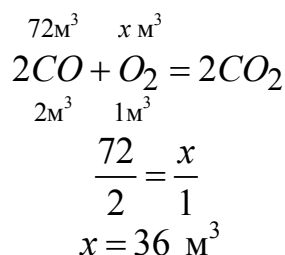
$$\varphi(\text{CO}) = 100 - 40 = 60(\%)$$

2. За формулою $\varphi(X) = \frac{V(X)}{V(\text{суміші})}$ обчислимо

об'єм карбон(II) оксиду в суміші:

$$M(\text{CO}) = \varphi(\text{CO}) \times V(\text{суміші}) = 0,6 \times 120 = 72 \text{ (м}^3\text{)}$$

3. Запишемо рівняння реакцій і, використавши закон об'ємних відношень, проведемо розрахунок:



Відповідь: $V(\text{O}_2) = 36 \text{ м}^3$.

Задача 9. Обчисліть об'єм газової суміші, що утвориться внаслідок термічного розкладання 75,2 г купрум(II) нітрату.

Дано:	Розв'язання
$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 75,2 \text{ г}$	Запишемо рівняння реакції:
$V_{\text{суміші}} - ?$	$ \begin{array}{c} 0,4 \text{ моль} \qquad \qquad \qquad x \text{ моль} \\ 2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow \\ 2 \text{ моль} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 5 \text{ моль} \end{array} $

1. Розрахуємо кількість речовини купрум(II) нітрату.

$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188 \text{ г/моль}$:

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{75,2}{188} = 0,4 \text{ (моль)}$$

2. Проводимо розрахунок кількості речовин газів, які утворюються за рівнянням реакції:

$$\begin{array}{c}
 0,4 \quad x \\
 \frac{2}{2} = \frac{5}{5} \\
 x = 1 \text{ моль}
 \end{array}$$

3. Обчислимо об'єм газової суміші. $V_M = 22,4 \text{ л/моль}$:

$$V(\text{суміші}) = n(\text{NO}_2, \text{O}_2) \times V_M = 1 \times 22,4 = 22,4 \text{ (л)}$$

Відповідь: $V(\text{суміші}) = 22,4 \text{ л}$.

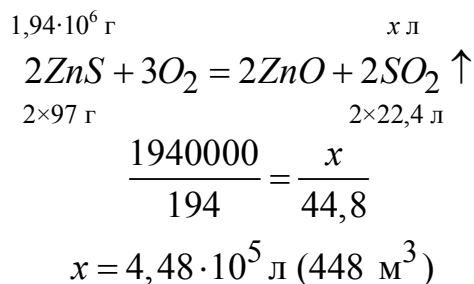
Задача 10. Який об'єм сульфур(IV) оксиду можна одержати при випалюванні 2,425 т цинкової обманки, масова частка цинк сульфід у якій становить 80%?

Дано:	Розв'язання
$m(\text{ZnS})_{\text{тех.}} = 2,425 \text{ т (2425 кг)}$	1. Розрахуємо масу ZnS в цинковій обманці:
$w(\text{ZnS}) = 80\% (0,8)$	
$V(\text{SO}_2) - ?$	$w(\text{ZnS}) = \frac{m(\text{ZnS})}{m(\text{ZnS})_{\text{тех.}}}$

$$M(\text{ZnS}) = w(\text{ZnS}) \times m(\text{ZnS})_{\text{тех.}} = 0,8 \times 2425 \text{ кг} = 1940 \text{ кг} \left(1,94 \cdot 10^6\right) \text{ г}$$

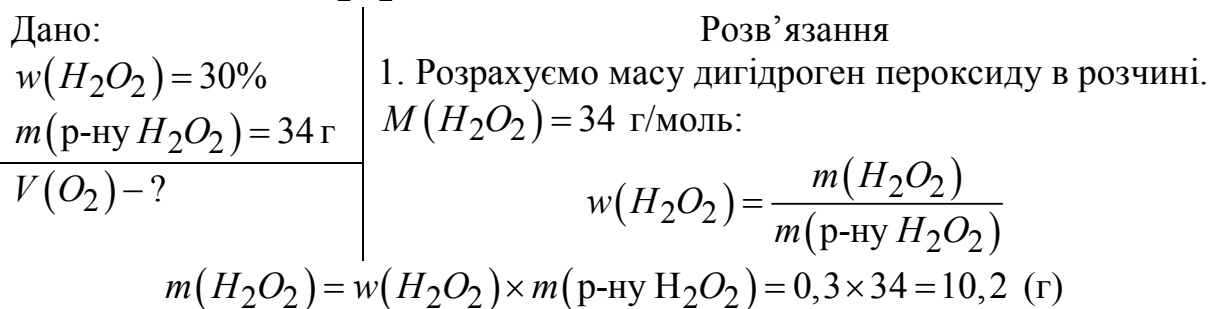
2. Складемо рівняння реакції, за яким і обчислимо об'єм SO_2 .

$M(\text{ZnS}) = 97 \text{ г/моль}$, $V_M = 22,4 \text{ л/моль}$:



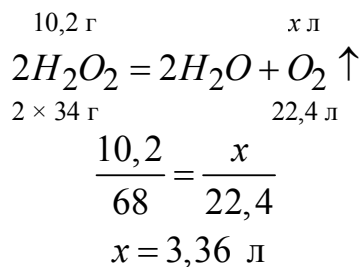
Відповідь: $V(\text{SO}_2) = 448 \text{ м}^3$.

Задача 11. Обчисліть об'єм кисню, який можна одержати при повному термічному розкладанні 34 г розчину дигідроген пероксиду з масовою часткою H_2O_2 30%.



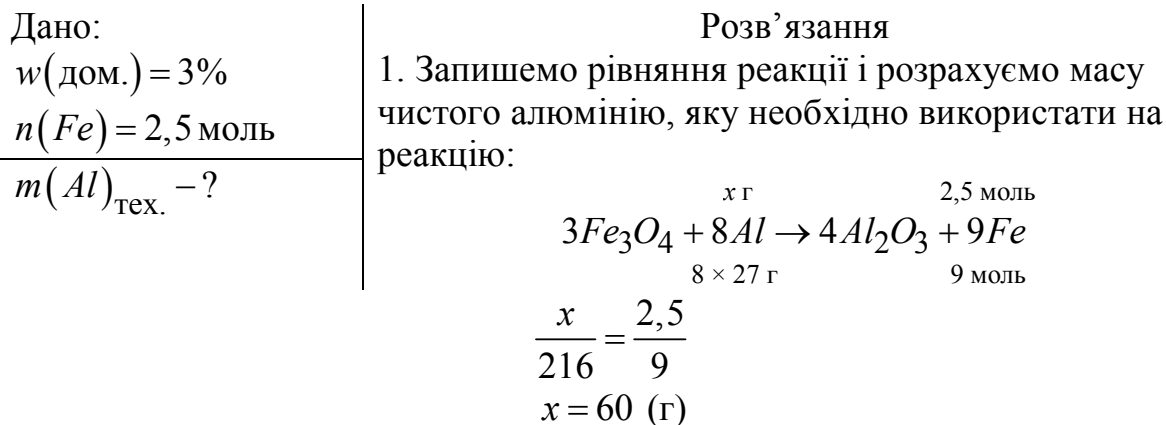
2. Складемо рівняння реакції і проведемо за ним розрахунок.

$V_M = 22,4 \text{ л/моль}$:



Відповідь: $V(\text{O}_2) = 3,36 \text{ (л)}$.

Задача 12. Яку масу технічного алюмінію з масовою часткою домішок 3% необхідно використати для добування 2,5 моль заліза із залізної окалини?



2. Оскільки алюміній містить 3% домішок, то

$$w(\text{Al}) = 100 - 3 = 97(\%)$$

3. З формули $w(Al) = \frac{m(Al)}{m(Al)_{\text{тех.}}}$ розрахуємо масу технічного алюмінію

(тобто з домішками):

$$m(Al)_{\text{тех.}} = \frac{m(Al)}{w(Al)} = \frac{60}{0,97} = 61,9 \text{ (г)}$$

Відповідь: $m(Al)_{\text{тех.}} = 61,9 \text{ (г)}$.

Задача 13. Унаслідок нагрівання 107,2 г суміші калій сульфату і калій нітрату виділилось 0,1 моль газу. Обчисліть масу калій сульфату у вихідній суміші солей.

Дано:

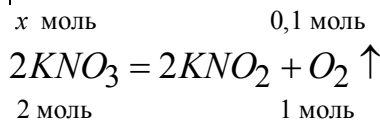
$$m(K_2SO_4, KNO_3) = 107,2 \text{ г}$$

$$n(\text{газу}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(K_2SO_4) - ?$$

Розв'язання

1. Калій сульфат – речовина термічно стійка. Отже, під час нагрівання розкладається лише калій нітрат. Складемо пропорцію, визначимо кількість речовини $n(KNO_3)$:



$$\frac{x}{2} = \frac{0,1}{1}$$

$$x = 0,2 \text{ моль}$$

2. Обчислимо масу 0,2 моль калій нітрату. $M(KNO_3) = 101 \text{ г/моль}$:

$$m(KNO_3) = n(KNO_3) \times M(KNO_3) = 0,2 \times 101 = 20,2 \text{ (г)}$$

3. Обчислимо масу калій сульфату у вихідній суміші:

$$m(K_2SO_4) = m(\text{суміші}) - m(KNO_3) = 107,2 - 20,2 = 87 \text{ (г)}$$

Відповідь: $m(K_2SO_4) = 87 \text{ г}$.

Задача 14. При повному термічному розкладанні 0,8 моль алюміній нітрату одержали 35,7 г твердого залишку. Обчисліть відносний вихід речовини, що міститься у твердому залишку.

Дано:

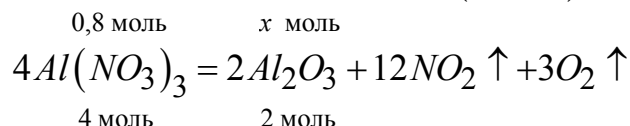
$$n(Al(NO_3)_3) = 0,8 \text{ моль}$$

$$m(\text{залишку}) = 35,7 \text{ г}$$

$$\eta(\text{залишку}) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції розкладу алюміній нітрату. Складемо пропорцію, визначимо кількість речовини $n(Al_2O_3)$:



$$\frac{0,8}{4} = \frac{x}{2}$$

$$x = 0,4 \text{ моль}$$

2. Розрахуємо масу утвореного оксиду. $M(Al_2O_3) = 102$ г/моль:

$$n(Al_2O_3) = \frac{m(Al_2O_3)}{M(Al_2O_3)}$$

$$m(Al_2O_3) = n(Al_2O_3) \times M(Al_2O_3) = 0,4 \times 102 = 40,8 \text{ (г)}$$

3. Розрахуємо відносний вихід Al_2O_3 за формулою:

$$\eta(Al_2O_3) = \frac{m(Al_2O_3)_{\text{прак.}}}{m(Al_2O_3)_{\text{теор.}}} = \frac{35,7}{40,8} = 0,875 (87,5\%)$$

Відповідь: $\eta(Al_2O_3) = 87,5\%$.

Задача 15. До повного розкладу нагріли 0,4 моль ферум(III) гідроксиду. Одержаний оксид відновили воднем і одержали 19,04 г заліза. Обчисліть відносний вихід заліза (%).

Дано:

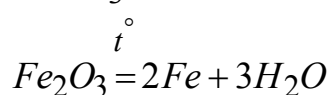
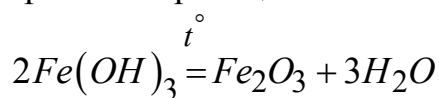
$$n(Fe(OH)_3) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(Fe)_{\text{прак.}} = 19,04 \text{ г}$$

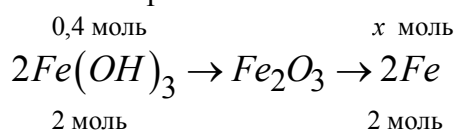
$$\eta(Fe) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакцій:



2. За рівняннями складаємо стехіометричну схему і за пропорцією визначимо теоретичний вихід заліза $n(Fe)_{\text{теор.}}$:



$$\frac{0,4}{2} = \frac{x}{2}$$

$$x = 0,4 \text{ моль}$$

3. Обчислимо масу заліза, яку теоретично можна було б одержати, виходячи з проведених реакцій. $M(Fe) = 56$ г/моль:

$$m(Fe) = n(Fe) \times M(Fe) = 0,4 \times 56 = 22,4 \text{ (г)}$$

4. Розрахуємо відносний вихід заліза:

$$\eta(Fe) = \frac{m(Fe)_{\text{прак.}}}{m(Fe)_{\text{теор.}}} = \frac{19,04}{22,4} = 0,85 (85\%)$$

Відповідь: $\eta(Fe) = 85\%$.

Задача 16. При розчиненні у воді 23,4 г калію одержали 5,6 л газу (н.у.). Обчисліть відносний вихід цього газу (%).

Дано:

$$m(K) = 23,4 \text{ г}$$

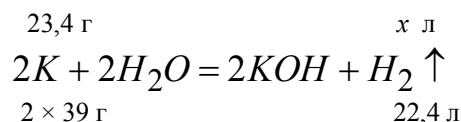
$$V(\text{газу})_{\text{прак.}} = 5,6 \text{ л}$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$\eta(\text{газу}) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції й обчислимо об'єм водню, який теоретично, тобто згідно з рівнянням реакції, можна одержати з даної маси калію:



Складемо пропорцію:

$$\frac{23,4}{78} = \frac{x}{22,4}$$

$$x = 6,72 \text{ л}$$

2. Обчислимо відносний вихід водню:

$$\eta(H_2) = \frac{V(H_2)_{\text{прак.}}}{V(H_2)_{\text{теор.}}} = \frac{5,6}{6,72} = 0,833(83,3\%)$$

Відповідь: $\eta(H_2) = 83,3\%$.

Задача 17. При спалюванні $0,0168 \text{ м}^3$ ацетилену одержали 55 г карбон(IV) оксиду. Обчисліть відносний вихід вуглекислого газу (%).

Дано:

$$V(C_2H_2) = 0,0168 \text{ м}^3 (16,8 \text{ л})$$

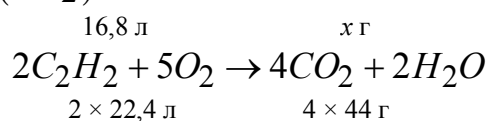
$$m(CO_2)_{\text{прак.}} = 55 \text{ г}$$

$$\eta(CO_2) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції горіння ацетилену, складемо пропорцію й обчислимо масу карбон(IV) оксиду, яку можна одержати теоретично.

$$V_M = 22,4 \text{ л/моль}, M(CO_2) = 44 \text{ г/моль:}$$



$$\frac{16,8}{44,8} = \frac{x}{176}$$

$$x = 66 \text{ г}$$

2. Обчислимо відносний вихід карбон(IV) оксиду:

$$\eta(CO_2) = \frac{m(CO_2)_{\text{прак.}}}{m(CO_2)_{\text{теор.}}} = \frac{55}{66} = 0,833(83,3\%)$$

Відповідь: $\eta(CO_2) = 83,3\%$.

Задача 18. У результаті каталітичного окиснення 5,8 моль аміаку одержали $0,112 \text{ м}^3$ нітроген(II) оксиду. Обчисліть відносний вихід одержаного оксиду (%).

Дано:

$$n(NH_3) = 5,8 \text{ моль}$$

$$n(KNO_3)_{\text{прак.}} = 0,55 \text{ моль}$$

$$\eta(KNO_3) - ?$$

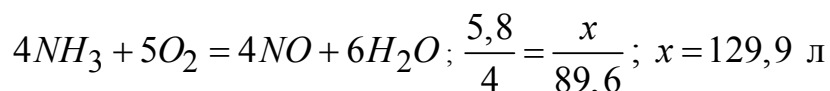
$$5,8 \text{ моль}$$

х л

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції каталітичного окиснення аміаку, складемо пропорцію й обчислимо об'єм нітроген(IV) оксиду, який теоретично можна одержати.

$$V_M = 22,4 \text{ л/моль.}$$



$$4 \text{ моль}$$

$$4 \times 22,4 \text{ л}$$

2. Розрахуємо відносний вихід нітроген(II) оксиду:

$$\eta(NO) = \frac{V(NO)_{\text{прак.}}}{V(NO)_{\text{теор.}}} = \frac{112}{129,9} = 0,862 (86,2\%)$$

Відповідь: $\eta(NO) = 86,2\%$.

Задача 19. Крізь надлишок розчину калій гідроксиду пропустили 1,2 моль нітроген(IV) оксиду. Одержали 0,55 моль калій нітрату. Обчисліть відносний вихід одержаної солі (%).

Дано:

$$n(NO_2) = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(KNO_3)_{\text{прак.}} = 0,55 \text{ моль}$$

$$\eta(KNO_3) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння хімічної реакції, складемо пропорцію й обчислимо масу калій нітрату, яку теоретично можна одержати:

$$1,2 \text{ моль}$$

$$x \text{ моль}$$



$$2 \text{ моль}$$

$$1 \text{ моль}$$

$$\frac{1,2}{2} = \frac{x}{1}; x = 0,6 \text{ моль}$$

2. Обчислимо відносний вихід калій нітрату:

$$\eta(KNO_3) = \frac{n(KNO_3)_{\text{прак.}}}{n(KNO_3)_{\text{теор.}}} = \frac{0,55}{0,6} = 0,917 (91,7\%)$$

Відповідь: $\eta(KNO_3) = 91,7\%$.

Задача 20. Яку масу амоній сульфату можна добути з аміаку об'єму 56 л, якщо відносний вихід солі становить 90%?

Дано:

$$V(NH_3) = 56 \text{ л}$$

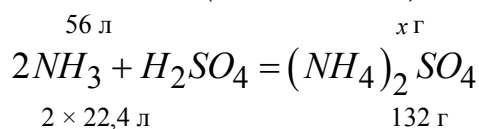
$$\eta((NH_4)_2SO_4) = 90\%$$

$$m((NH_4)_2SO_4) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції, складемо пропорцію й обчислимо масу солі, яку теоретично можна одержати з 56 л NH_3 .

$$V_M = 22,4 \text{ л/моль. } M((NH_4)_2SO_4) = 132 \text{ г/моль:}$$



$$\frac{56}{44,8} = \frac{x}{132}$$

$$x = 165 \text{ г}$$

2. Обчислимо масу солі, яку можна одержати практично:

$$\eta((NH_4)_2SO_4) = \frac{m((NH_4)_2SO_4)_{\text{прак.}}}{m((NH_4)_2SO_4)_{\text{теор.}}}$$

$$\begin{aligned} m((NH_4)_2SO_4)_{\text{прак.}} &= \eta((NH_4)_2SO_4) \times m((NH_4)_2SO_4)_{\text{теор.}} = \\ &= 0,9 \times 165 = 148,5 \text{ г} \end{aligned}$$

Відповідь: $m((NH_4)_2SO_4) = 148,5 \text{ г}$.

Задача 21. Хлором повністю окиснили 1,4 моль заліза. Яку масу солі одержали, якщо її вихід становить 95%?

Дано:

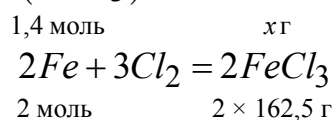
$$n(Fe) = 1,4 \text{ моль}$$

$$\eta(FeCl_3) = 95\% (0,95)$$

$$m(FeCl_3)_{\text{прак.}} - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції і проведемо розрахунок маси солі, яку можна одержати теоретично. $M(FeCl_3) = 162,5 \text{ г/моль:}$



$$\frac{1,4}{2} = \frac{x}{2 \times 162,5}; \quad x = 227,5 \text{ г}$$

2. Розрахуємо масу $FeCl_3$, яку одержали практично:

$$m(FeCl_3)_{\text{прак.}} = \eta(FeCl_3) \times m(FeCl_3)_{\text{теор.}} = 0,95 \times 227,5 = 216,215 \text{ (г)}$$

Відповідь: $m(FeCl_3)_{\text{прак.}} = 216 \text{ г}$.

Задача 22. До розчину, який містить 0,15 моль калій ортофосфату, долили розчин, у якому містилося 0,6 моль аргентум(I) нітрату. Визначте масу осаду, що утворився.

Дано:

$$n(K_3PO_4) = 0,15 \text{ моль}$$

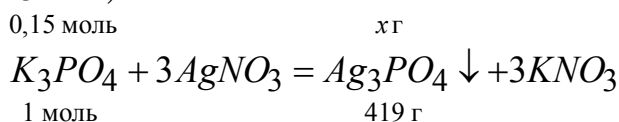
$$n(AgNO_3) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(Ag_3PO_4) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції.

$M(Ag_3PO_4) = 419 \text{ г/моль:}$



З нього видно, що для реакції з 0,15 моль K_3PO_4 потрібно 0,45 моль ($0,15 \times 3 = 0,45$) аргентум(I) нітрату. Оскільки, згідно з умовами задачі, кількість речовини $AgNO_3$ становить 0,6 моль, саме цю сіль взято в надлишку, тобто її частина залишається невикористаною. Калій ортофосфат вступить у реакцію повністю, а тому вихід продуктів розраховуємо за його кількістю.

2. Складаємо пропорцію:

$$\frac{0,15}{1} = \frac{x}{419}$$

$$x = 62,85 \text{ г}$$

Відповідь: $m(Ag_3PO_4) = 62,85 \text{ г}$.

Задача 23. У розчин, у якому містилось 58,4 г хлороводню, помістили 16,2 г алюмінію. Який об'єм газу (н.у.) виділився?

Дано:

$$m(Al) = 16,2 \text{ г}$$

$$m(HCl) = 58,4 \text{ г}$$

$$V(H_2) - ?$$

Розв'язання

1. Обчислимо кількість речовини алюмінію і хлороводню.

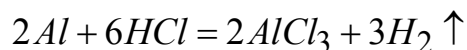
$$M(Al) = 27 \text{ г/моль}, M(HCl) = 36,5 \text{ г/моль:}$$

$$n(Al) = \frac{m(Al)}{M(Al)} = \frac{16,2}{27} = 0,6 \text{ (моль)}$$

$$n(HCl) = \frac{m(HCl)}{M(HCl)} = \frac{58,4}{36,5} = 1,6 \text{ (моль)}$$

2. Запишемо рівняння реакції і встановимо речовину, яку взято в надлишку:

$$x \text{ моль} \quad 1,6 \text{ моль}$$



$$2 \text{ моль} \quad 6 \text{ моль}$$

Розрахуємо кількість речовини алюмінію, яку можна розчинити в даній кількості хлоридної кислоти:

$$\frac{x}{2} = \frac{1,6}{6}$$

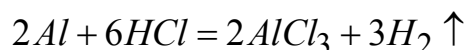
$$x = 0,5333 \text{ моль}$$

Отже, алюміній узятю в надлишку: кількість його речовини (0,6 моль) є більшою за необхідну. Об'єм водню розраховуємо за кількістю речовини хлороводню.

3. Обчислимо об'єм водню, що виділився. $V_M = 22,4 \text{ моль:}$

$$1,6 \text{ моль}$$

$$y \text{ л}$$



$$6 \text{ моль}$$

$$3 \times 22,4 \text{ л}$$

$$\frac{1,6}{6} = \frac{y}{67,2}$$

$$y = 17,92 \text{ л}$$

Відповідь: $V(H_2) = 17,92 \text{ л}$.

Задача 24. Суміш, яка містила 0,4 л ацетилену і 1200 мл кисню, привели до умов реакції. Який об'єм карбон(IV) оксиду утворився?

Дано:

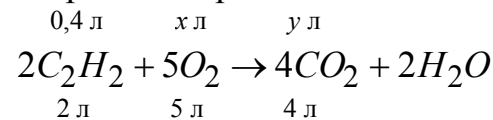
$$V(C_2H_2) = 0,4 \text{ л}$$

$$V(O_2) = 1200 \text{ мл (1,2 л)}$$

$$V(CO_2) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції:



Згідно із законом об'ємних співвідношень, з наведеного рівняння впливає, що на кожні 2 об'єми C_2H_2 припадає 5 об'ємів O_2 з утворенням 4 об'ємів карбон(IV) оксиду. А тому спершу визначемо речовину, яка є в надлишку: перевіримо, чи вистачить кисню на спалювання ацетилену:

$$\frac{0,4}{2} = \frac{x}{5}$$

$$x = 1 \text{ л}$$

Оскільки за умовами задачі на спалювання ацетилену взято 1,2 л, а потрібно 1 л, робимо висновок, що кисень взято в надлишку, а об'єм карбон(IV) оксиду розраховуємо за об'ємом ацетилену, скориставшись законом об'ємних співвідношень газів.

$$\frac{0,4}{2} = \frac{y}{4}$$

$$y = 0,8 \text{ л}$$

Відповідь: $V(CO_2) = 0,8 \text{ л}$.

Задача 25. Суміш, яка містить 80 мл сірководню і 120 мл O_2 , привели до умов реакції та одержали 70 мл сульфур(IV) оксиду. Виміри об'ємів газів проводили за однакових умов. Обчисліть відносний вихід сульфур(IV) оксиду (%).

Дано:

$$V(H_2S) = 80 \text{ мл}$$

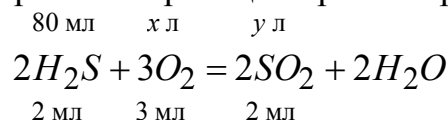
$$V(O_2) = 120 \text{ мл}$$

$$V(SO_2)_{\text{прак.}} = 70 \text{ мл}$$

$$\eta(SO_2) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції горіння сірководню:



2. Перевіримо, чи вистачить кисню на спалювання 80 мл сірководню:

$$\frac{80}{2} = \frac{x}{3}$$

$$x = 120 \text{ мл}$$

Отже, кисню вистачить, тому що його взято 120 мл у стехіометричній

кількості. Надлишку жодної з речовин немає. А тому об'єм SO_2 можна розрахувати за будь-якою з них:

$$\frac{80}{2} = \frac{y}{2}$$

$$y = 80 \text{ мл}$$

3. Обчислимо відносний вихід сульфур(IV) оксиду:

$$\eta(SO_2) = \frac{V(SO_2)_{\text{прак.}}}{V(SO_2)_{\text{теор.}}} = \frac{70}{80} = 0,875 (87,5\%)$$

Відповідь: $\eta(SO_2) = 87,5\%$.

Задача 26. При розчиненні у воді 0,28 г лужного металу виділилось 0,448 л водню (н.у.). Назвіть метал та вкажіть його протонне число.

Дано:

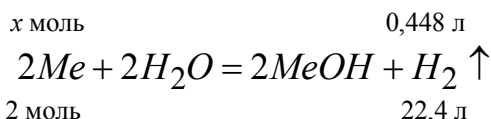
$$m(\text{Me}) = 0,28 \text{ г}$$

$$V(H_2) = 0,448 \text{ л}$$

$$Z(\text{Me}) - ?$$

Розв'язання

1. Запишемо рівняння реакції. $V_M = 22,4$ л/моль:



Складемо пропорцію і розрахуємо кількість речовини металу:

$$\frac{x}{2} = \frac{0,448}{22,4}$$

$$x = 0,04 \text{ моль}$$

2. Обчислимо значення молярної маси металу:

$$M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{n(\text{Me})} = \frac{0,28}{0,04} = 7 \text{ (г/моль)}$$

Це Літій. Протонне число Літію – 3.

Відповідь: $Z(\text{Me}) = 3$.

Задача 27. У результаті повного термічного розкладу 42,8 г гідроксиду тривалентного металічного елемента одержали 32 г твердого залишку. Укажіть молярну масу металічного елемента.

Дано:

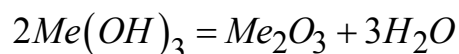
$$m(\text{Me}(\text{OH})_3) = 42,8 \text{ г}$$

$$m(\text{Me}_2\text{O}_3) = 32 \text{ г}$$

$$M(\text{Me}) - ?$$

Розв'язання

1. Напишемо рівняння реакції у загальному вигляді:

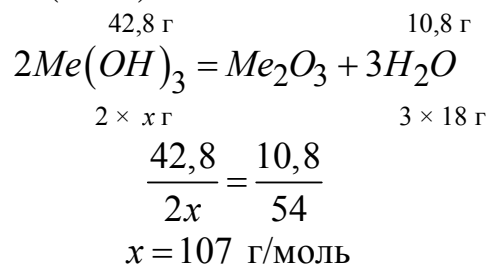


Оскільки єдиною відомою речовиною цієї реакції є вода, розрахунки будемо проводити за масою води, яка утворилась. Спираючись на закон збереження маси речовин, визначаємо її масу:

$$m(\text{Me}(\text{OH})_3) = m(\text{Me}_2\text{O}_3) + m(\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Me}(\text{OH})_3) - m(\text{Me}_2\text{O}_3) = 42,8 - 32 = 10,8 \text{ (г)}$$

2. За рівнянням реакції проведемо розрахунок молярної маси гідроксиду металічного елемента. $M(H_2O) = 18$ г/моль:



3. Обчислимо значення молярної маси металічного елемента:

$$M(Me(OH)_3) = M(Me) + 3M(OH)$$

$$M(Me) = M(Me(OH)_3) - 3M(OH) = 107 - 3 \times 17 = 56 \text{ (г/моль)}$$

Це ферум.

Відповідь: $M(Me) = 56$ г/моль.

Задача 28. Купрум(II) оксидом окиснили 13,8 г насиченого одноатомного спирту й одержали 9,9 г альдегіду, відносний вихід якого становив 75%. Назвіть спирт і вкажіть його молярну масу.

Дано:

$$m(R-CH_2OH) = 13,8 \text{ г}$$

$$m(R-COH)_{\text{прак.}} = 9,9 \text{ г}$$

$$\eta(R-COH) = 75\%$$

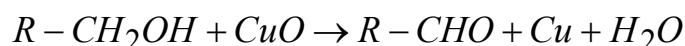
$$M(R-CH_2OH) = ?$$

Розв'язання

Найоптимальніший варіант запису формули насиченого одноатомного спирту для реакції його окиснення – це $R-CH_2OH$, де R – алкільний замісник, загальна формула якого C_nH_{2n+1} . Це зумовлено тим, що саме група

$-CH_2OH$ змінюється під час реакції окиснення, тобто переходить в альдегідну групу $-CHO$.

1. Запишемо рівняння реакції окиснення спирту до альдегіду в загальному вигляді:



2. Обчислимо теоретичну масу альдегіду:

$$\eta(RCOH) = \frac{m(RCHO)_{\text{прак.}}}{m(RCHO)_{\text{теор.}}}$$

$$m(RCHO)_{\text{теор.}} = \frac{m(RCHO)_{\text{прак.}}}{\eta(RCHO)} = \frac{9,9}{0,75} = 13,2 \text{ (г)}$$

Для подальшого розв'язання цієї задачі можна використати 2 способи.

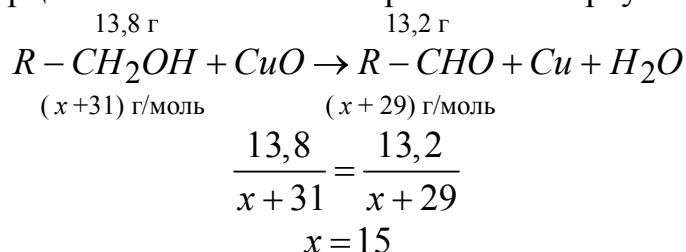
I спосіб. Це математичний спосіб, який передбачає виконання певної кількості арифметичних операцій. Позначимо молярну масу $M(R)$

алкільного замісника x г/моль. Тоді:

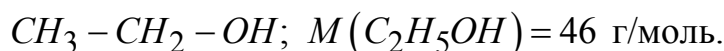
$$M(RCH_2OH) = (x + 31) \text{ г/моль}$$

$$M(RCHO) = (x + 29) \text{ г/моль}$$

Складемо пропорцію й обчислимо молярні маси спирту й альдегіду:



Отже, алкільний замісник – це метил $-CH_3$, а спирт – етанол



ІІ спосіб. Обчислимо різницю мас органічних продуктів згідно з рівнянням:

$$\Delta m_p = M(RCH_2OH) - M(RCHO) = (x + 31) - (x + 29) = 2 \text{ (г/моль)}$$

Згідно з умовою $\Delta m = 13,8 - 13,2 = 0,6 \text{ (г)}$.

Складемо пропорцію: якщо в реакцію вступає 1 моль RCH_2OH , то різниця мас становить 2 г, а якщо y моль RCH_2OH , то різниця мас – 0,6 г.

$$\frac{1}{y} = \frac{2}{0,6}$$

$$y = 0,3 \text{ моль}$$

За формулою $n(RCH_2OH) = \frac{m(RCH_2OH)}{M(RCH_2OH)}$ розрахуємо молярну масу

спирту:

$$M(RCH_2OH) = \frac{m(RCH_2OH)}{n(RCH_2OH)} = \frac{13,8}{0,3} = 46 \text{ (г/моль)}$$

Це етанол.

Відповідь: $M(C_2H_5OH) = 46 \text{ г/моль}$.

Задача 29. При повному зневодненні 87,5 г кристалогідрату ферум(III) нітрату одержали 1,5 моль водяної пари. Установіть формулу вихідної речовини.

Дано:

$$m(Fe(NO_3)_3 \cdot xH_2O) = 87,5 \text{ г}$$

$$n(H_2O) = 1,5 \text{ моль}$$

$$Fe(NO_3)_3 \cdot xH_2O - ?$$

Розв'язання

1. Обчислимо масу 1,5 моль води, отриманої внаслідок реакції.

$$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль:}$$

$$\begin{aligned} m(H_2O) &= M(H_2O) \times n(H_2O) = \\ &= 18 \times 1,5 = 27 \text{ (г)} \end{aligned}$$

2. Виходячи із закону збереження маси,

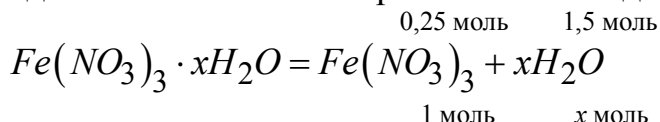
обчислимо масу солі, яку одержали із кристалгідрату:

$$m(Fe(NO_3)_3) = m(Fe(NO_3)_3 \cdot xH_2O) - m(H_2O) = 87,5 - 27 = 60,5 \text{ (г)}$$

3. Розрахуємо кількість речовини $Fe(NO_3)_3$. $M(Fe(NO_3)_3) = 242 \text{ г/моль}$:

$$n(Fe(NO_3)_3) = \frac{m(Fe(NO_3)_3)}{M(Fe(NO_3)_3)} = \frac{60,5}{242} = 0,25 \text{ (моль)}$$

4. Обчислимо співвідношення кількостей речовини безводної солі і води:



На 0,25 моль солі припадає 1,5 моль води, а на 1 моль солі - x моль:

$$\frac{0,25}{1} = \frac{1,5}{x}$$

$$x = 6$$

Отже, формула кристалгідрату - $Fe(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$.

Відповідь: $Fe(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$

Задача 30. Обчисліть об'єм кисню, необхідний для спалювання 160 м³ суміші карбон(II) оксиду, азоту й етану, якщо об'ємні частки компонентів суміші відповідно становлять 50,0; 12,5; 37,5%.

Дано:

$$V(\text{суміші}) = 160 \text{ м}^3$$

$$\varphi(CO) = 50\%$$

$$\varphi(N_2) = 12,5\%$$

$$\varphi(C_2H_6) = 37,5\%$$

$$V(O_2) - ?$$

Розв'язання

1. За формулою $\varphi(X) = \frac{V(X)}{V(\text{суміші})}$ обчислимо

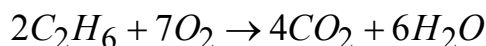
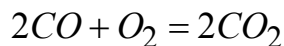
об'єми горючих компонентів, а саме карбон(II) оксиду й етану (зауважимо, що азот не горить):

$$V(CO) = V(\text{суміші}) \times \varphi(CO) = 160 \times 0,5 = 80 \text{ (м}^3\text{)}$$

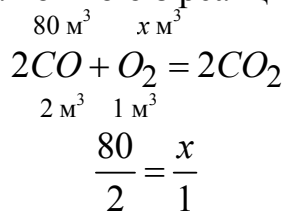
$$V(C_2H_6) = V(\text{суміші}) \times \varphi(C_2H_6) =$$

$$= 160 \times 0,375 = 60 \text{ (м}^3\text{)}$$

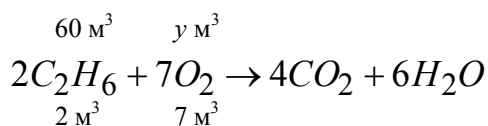
2. Напишемо рівняння реакцій горіння CO і C_2H_6 :



3. Скористаємося законом об'ємних співвідношень газів і проведемо розрахунок об'ємів кисню за кожною з реакцій:



$$x = 40 \text{ м}^3$$



$$\frac{60}{2} = \frac{y}{7}$$

$$y = 210 \text{ м}^3$$

4. Обчислимо сумарний об'єм кисню:

$$V(O_2) = V_1(O_2) + V_2(O_2) = 40 + 210 = 250 \text{ (м}^3\text{)}$$

Відповідь: $V(O_2) = 250 \text{ м}^3$.

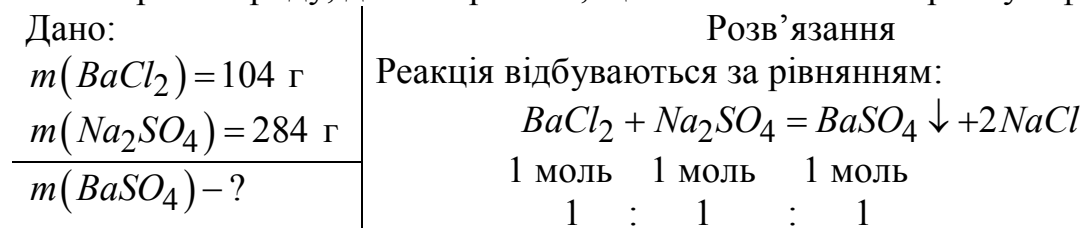
3.2 Обчислення маси (об'єму, кількості речовини) продукту реакції за масою (об'ємом, кількістю речовини) реагентів, один з яких узято в надлишку

В умові деяких задач вказується, що одну з реагуючих речовин дано в надлишку. У таких задачах кількість продукту розраховують за масою чи об'ємом речовини, яка в процесі реакції витрачається повністю, тобто за речовиною, що перебуває в недостатці.

Якщо в умові задачі наведені маси (об'єми чи кількості речовин) обох реагентів, то виникає необхідність проведення розрахунків, на основі яких робиться висновок про речовину, яку взять у надлишку, і розрахунки маси (об'єму чи кількості речовини) продукту реакції треба проводити за тією речовиною, яка прореагує повністю (або у недостатці).

Існує декілька способів таких розрахунків, але найзручнішим вважається той, в якому використовуються одиниці вимірювання кількості речовини. Для цього порівнюють кількість моль однієї з вихідних речовин, яку дано за умовою задачі, з кількістю моль цієї ж речовини, яка необхідна для реакції.

Задача 1. Яка маса осаду утвориться, якщо до розчину, що містить 104 г барій хлориду, долили розчин, що містить 284 г натрій сульфату?



За рівнянням реакції: $\nu(BaCl_2) = \nu(Na_2SO_4) = \nu(BaSO_4)$

Знаходимо кількість речовини барій хлориду, яку взяли для реакції:

$$\nu(BaCl_2) = \frac{m}{M}$$

$$M(\text{BaCl}_2) = 137 + 35,5 \cdot 2 = 208 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{BaCl}_2) = \frac{104 \text{ г}}{208 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

Знаходимо кількість речовини натрій сульфату, яку взяли для реакції:

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 23 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 142 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{284 \text{ г}}{142 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль}$$

Для повної взаємодії з 0,5 моль BaCl_2 треба 0,5 моль Na_2SO_4 , а за умовою задачі дано 2 моль, отже Na_2SO_4 взято в надлишку. Обчислення маси осаду проводимо за BaCl_2 .

$$m(\text{BaSO}_4) = v \cdot M$$

$$M(\text{BaSO}_4) = 137 + 32 + 16 \cdot 4 = 233 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,5 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 116,5 \text{ г}$$

Відповідь: $m(\text{BaSO}_4) = 116,5 \text{ г}$.

Задача 2. У розчин, який містить сульфатну кислоту масою 11,76 г занурили шматочок алюмінію масою 3,24 г. Скільки алюміній сульфату утворилось?

Дано:	Розв'язання
$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 11,76 \text{ г}$	Реакція відбувається за рівнянням:
$m(\text{Al}) = 3,24 \text{ г}$	$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$
$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) - ?$	2 моль 3 моль 1 моль
	2 : 3 : 1

Для визначення речовини, що перебуває в недостатці, обчислюємо кількості реагентів

$$v(\text{Al}) = \frac{m}{M} = \frac{3,24 \text{ г}}{27 \text{ г/моль}} = 0,12 \text{ моль}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{11,76 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0,12 \text{ моль}$$

З рівняння реакції $\frac{v(\text{Al})}{v(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2}{3}$ дано $v(\text{Al}) = 0,12 \text{ моль}$

$$\frac{v(\text{Al})}{v(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2}{3} = \frac{0,12}{x} \text{ потрібно } v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{3 \cdot 0,12}{2} = 0,18 \text{ моль}$$

Для повної взаємодії з 0,12 моль Al треба 0,18 моль H_2SO_4 , а за умовою задачі дано 0,12 моль H_2SO_4 , отже H_2SO_4 взято в недостатці. Обчислюємо масу $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ за кількістю H_2SO_4 :

$$\frac{\nu(H_2SO_4)}{\nu(Al_2(SO_4)_3)} = \frac{3}{1} = \frac{0,12}{x}$$

$$\nu(Al_2(SO_4)_3) = \frac{0,12 \cdot 1}{3} = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(Al_2(SO_4)_3) = \nu \cdot M$$

$$m(Al_2(SO_4)_3) = 0,04 \text{ моль}$$

$$M(Al_2(SO_4)_3) = 2 \cdot 27 + 3(32 + 16 \cdot 4) = 342 \text{ г/моль} \cdot 342 \text{ г/моль} = 13,68 \text{ г}$$

Відповідь: $m(Al_2(SO_4)_3) = 0,04 \text{ моль}$.

Задачі цього типу можуть ускладнюватись через введення в умову додаткових даних. Наприклад: знаходження вихідних речовин у стані розчину з певною масовою часткою розчиненої речовини, наявність домішок, тощо.

Задача 3. Яка маса натрій хлориду та об'єм сірководню (н.у.) утворяться в результаті оброблення 23,4 г натрій сульфідом розчином хлоридної кислоти масою 116,8 г з масовою часткою HCl 0,25?

Дано:

$$m(Na_2S) = 23,4 \text{ г}$$

$$m(HCl \text{ р-ну}) = 116,8 \text{ г}$$

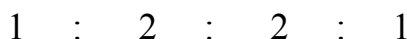
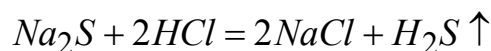
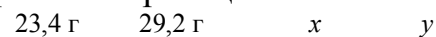
$$\omega(HCl) = 0,25$$

$$m(NaCl) - ?$$

$$V(H_2S) - ?$$

Розв'язання

Запишемо рівняння реакції:



Обчислимо масу хлоридної кислоти в розчині:

$$\omega = \frac{m_{\text{речов.}}}{m_{\text{розчину}}} \Rightarrow \omega(HCl) = \frac{m(HCl)}{m(\text{р-ну } HCl)}$$

$$m(HCl) = \omega(HCl) \cdot m(\text{р-ну } HCl) = 0,25 \cdot 116,8 \text{ г} = 29,2 \text{ г}$$

Визначимо кількості речовин Na_2S та HCl :

$$\nu(Na_2S) = \frac{m}{M}$$

$$M(Na_2S) = 23 \cdot 2 + 32 = 78 \text{ г/моль}$$

$$\nu(Na_2S) = \frac{23,4 \text{ г}}{78 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}$$

$$\nu(HCl) = \frac{29,2 \text{ г}}{36,5 \text{ г/моль}} = 0,8 \text{ моль}$$

$$M(HCl) = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ г/моль}$$

Відповідно до рівняння реакції:

$$\frac{\nu(Na_2S)}{\nu(HCl)} = \frac{1}{2}, \text{ тоді } 0,3 \text{ моль } Na_2S \quad \frac{0,3}{x}$$

$$\nu(HCl) = \frac{0,3 \cdot 2}{1} = 0,6 \text{ моль, а за умовою задачі дано } 0,8 \text{ моль } HCl, \text{ отже}$$

HCl - в надлишку, тому масу $NaCl$ і об'єм H_2S визначаємо за Na_2S .
Відповідно до рівняння реакції знаходимо об'єм H_2S :

$$v(H_2S) = \frac{V}{V_m}$$

$$V(H_2S) = v \cdot V_m = 0,3 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 6,72 \text{ л}$$

Відповідно до рівняння реакції:

$$\frac{v(Na_2S)}{v(NaCl)} = \frac{1}{2} = \frac{0,3}{x}$$

$$v(NaCl) \frac{2 \cdot 0,3}{1} = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(NaCl) = v \cdot M$$

$$M(NaCl) = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ г/моль}$$

$$m(NaCl) = 0,6 \text{ моль} \cdot 58,5 \text{ г/моль} = 35,1 \text{ г}$$

Відповідь: $V(H_2S) = 6,72 \text{ л}$; $m(NaCl) = 35,1 \text{ г}$.

Задачі цього типу можуть ускладнюватись не тільки через введення в умову додаткових даних, але й встановлення складу продукту реакції.

Задача 4. Знайдіть масу солі, яка утворюється в результаті зливання 0,5 л розчину натрій гідроксиду з масовою часткою $NaOH$ 20% (густина розчину 1,22 г/мл) і 0,5 кг розчину сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 19,6%.

Дано:

$$V_{\text{р-ну}}(NaOH) = 0,5 \text{ л}$$

$$\omega(NaOH) = 20\%$$

$$\rho_{\text{р-ну}}(NaOH) = 1,22 \text{ г/мл}$$

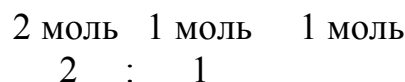
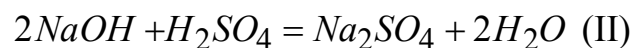
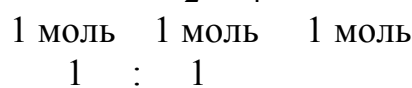
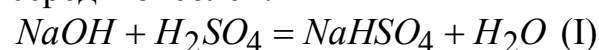
$$m_{\text{р-ну}}(H_2SO_4) = 0,5 \text{ кг}$$

$$\omega(H_2SO_4) = 19,6\%$$

$$m(\text{солі}) - ?$$

Розв'язання

Хімічна реакція гідроксиду натрію та H_2SO_4 може проходити з утворенням кислоти або середньої солей:



Знаходимо масу розчину $NaOH$:

$$m_{\text{р-ну}}(NaOH) = V \cdot \rho = 500 \text{ мл} \cdot 1,22 \text{ г/мл} = 610 \text{ г}$$

Знаходимо масу $NaOH$ в розчині лугу:

$$\omega = \frac{m_{\text{речов.}}}{m_{\text{розчину}}} \cdot 100; \quad m_{\text{речов.}}(NaOH) = \frac{\omega \cdot m_{\text{р-ну}}}{100}$$

$$m_{\text{речов.}}(NaOH) = \frac{20\% \cdot 610 \text{ г}}{100} = 122 \text{ г}$$

Знаходимо кількість речовини $NaOH$ в розчині $NaOH$:

$$\nu(NaOH) = \frac{m}{M}$$

$$M(NaOH) = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ г/моль}$$

$$\nu(NaOH) = \frac{122 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 3,05 \text{ моль}$$

Знаходимо масу H_2SO_4 в розчині H_2SO_4 :

$$\omega(H_2SO_4) = \frac{m_{\text{речов.}}(H_2SO_4)}{m_{\text{р-ну.}}(H_2SO_4)} \cdot 100$$

$$m_{\text{речов.}}(H_2SO_4) = \frac{\omega(H_2SO_4) \cdot m_{\text{р-ну.}}}{100}$$

$$m(H_2SO_4) = \frac{500 \text{ г} \cdot 19,6\%}{100} = 98 \text{ г}$$

Знаходимо кількість речовини H_2SO_4 у розчині:

$$\nu(H_2SO_4) = \frac{m}{M}$$

$$M(H_2SO_4) = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ г/моль}$$

$$\nu(H_2SO_4) = \frac{98 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль}$$

Перевіряємо можливість перебігу хімічної реакції за рівнянням (I):

$$\frac{\nu(NaOH)}{\nu(H_2SO_4)} = \frac{1}{1}, \text{ тобто } \nu(NaOH) = \nu(H_2SO_4)$$

Для реакції 1 моль H_2SO_4 потрібно лише 1 моль $NaOH$, а в розчині 3,05 моль $NaOH$. Отже, цієї кількості луку вистачить, щоб хімічна реакція повністю пройшла за рівнянням (II):

$$\frac{\nu(NaOH)}{\nu(H_2SO_4)} = \frac{2}{1} = \frac{3,05}{x} \quad \nu(H_2SO_4) = \frac{3,05 \cdot 1}{2} = 1,525 \text{ моль,}$$

а за умовою задачі дано 1 моль H_2SO_4 , отже, H_2SO_4 знаходиться в недостатці.

$$\frac{\nu(H_2SO_4)}{\nu(Na_2SO_4)} = \frac{1}{1}, \text{ або } \nu(H_2SO_4) = \nu(Na_2SO_4) = 1 \text{ моль}$$

Знаходимо масу солі:

$$m(Na_2SO_4) = \nu \cdot M$$

$$M(Na_2SO_4) = 23 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 142 \text{ г/моль}$$

$$m(Na_2SO_4) = 1 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 142 \text{ г}$$

Відповідь: утворюється середня сіль Na_2SO_4 ; $m(Na_2SO_4) = 142 \text{ г}$.

3.3 Обчислення кількості речовини маси або об'єму продукту реакції за відомою кількістю речовини, масою або об'ємом, вихідної речовини, яка містить домішки

Чистих речовин у природі практично немає. Також і речовини, які використовуються для хімічних синтезів, часто містять у своєму складі інші речовини, які називаються домішками. Тому під час обчислень маси, об'єму чи кількості речовини продукту реакції необхідно враховувати кількість домішок у вихідних речовинах. Для цього користуються величиною, яка називається масовою часткою домішок.

$$\omega_{\text{домішок}} = \frac{m_{\text{домішок}}}{m_{\text{речовини}}} \cdot 100$$

З цієї формули можна визначити масу домішок:

$$m_{\text{домішок}} = \frac{m_{\text{речов.}} \cdot \omega_{\text{домішок}}}{100}$$

Задача 1. Яку масу заліза можна одержати з ферум(II) оксиду масою 160 г, який містить 10% домішок при його відновленні вугіллями?

Дано:

$$m(\text{техн. FeO}) = 160 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{домішок}} = 10\%$$

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

Розв'язання

За умовою задачі

$$\text{FeO} + \text{домішки} = 160 \text{ г}$$

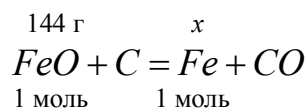
$$10\%$$

Знайдемо масу чистого FeO - поперше знайдемо масову частку FeO у технічному ферум(II) оксиді:

$$\omega(\text{FeO}) = 100 - 10 = 90\%$$

$$m(\text{речовини FeO}) = \frac{\omega \cdot m_{\text{суміші}}}{100} = \frac{90\% \cdot 160 \text{ г}}{100} = 144 \text{ г}$$

Записуємо рівняння реакції:



Знаходимо кількість речовини FeO

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

$$M(\text{FeO}) = 56 + 16 = 72 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{FeO}) = \frac{144 \text{ г}}{72 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль}$$

Отже, з рівняння реакції, кількості речовин

$$\frac{\nu(\text{FeO})}{\nu(\text{Fe})} = \frac{1}{1}, \text{ тобто } \nu(\text{FeO}) = \nu(\text{Fe}) = 2 \text{ моль}$$

Знаходимо масу заліза:

$$m(Fe) = \nu \cdot M = 2 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 112 \text{ г}$$

Відповідь: $m(Fe) = 112 \text{ г}$.

Задача 2. У результаті алюмінотермії був одержаний марганець масою 110 г. Обчисліть масу манган(IV) оксиду (90%-ної чистоти), що прореагував.

Дано:	Розв'язання
$m(Mn) = 110 \text{ г}$	Записуємо рівняння реакції
$\omega(MnO_2) = 90\%$	$3MnO_2 + 4Al = 3Mn + 2Al_2O_3$
$m(MnO_2) - ?$	3 моль 3 моль
	3 3
	1 1

Обчислимо кількість речовини Mn , який утворився

$$\nu(Mn) = \frac{m}{M} = \frac{110 \text{ г}}{55 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль}$$

з рівняння реакції: $\frac{\nu(MnO_2)}{\nu(Mn)} = \frac{1}{1}$, тобто $\nu(MnO_2) = \nu(Mn) = 2 \text{ моль}$.

Знаходимо масу чистого MnO_2 , який прореагував в цієї реакції:

$$m(MnO_2) = \nu \cdot M$$

$$M(MnO_2) = 55 + 16 \cdot 2 = 87 \text{ г/моль}$$

$$m(MnO_2) = 2 \text{ моль} \cdot 87 \text{ г/моль} = 174 \text{ г}$$

Обчислюємо масу MnO_2 з домішками:

$$\omega_{\text{домішок}} = \frac{m_{\text{домішок}}}{m_{\text{суміші}}} \cdot 100$$

$$174 \text{ г } MnO_2 \text{ (чистого)} - 90\%$$

$$m_{\text{суміші}} - 100\%$$

$$m_{\text{суміші}} = \frac{174 \text{ г} \cdot 100}{90} = 193 \text{ г}$$

Відповідь: $m(MnO_2 + \text{домішки}) = 193 \text{ г}$.

Задача 3. Визначити масову частку домішок у зразку кальцій карбиду, якщо з 200 г його було одержано 56 л ацетилену (н.у.).

Дано:	Розв'язання
$m(CaC_2 + \text{домішки}) = 200 \text{ г}$	Записуємо рівняння реакції
$V(C_2H_2) = 56 \text{ л}$	x 56 л
$\omega_{\text{домішок}} - ?$	$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 \uparrow + Ca(OH)_2$
	1 моль 1 моль
	1 1

Обчислимо кількість речовини ацетилену, який одержали з технічного

карбиду кальцію:

$$v(C_2H_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{56 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 2,5 \text{ моль}$$

З рівняння реакції $\frac{v(CaC_2)}{v(C_2H_2)} = \frac{1}{1}$, тобто $v(CaC_2) = v(C_2H_2)$

$$v(CaC_2) = 2,5 \text{ моль}$$

Знаходимо масу CaC_2 , який прореагував з H_2O :

$$m(CaC_2) = v \cdot M$$

$$M(CaC_2) = 40 + 12 \cdot 2 = 64 \text{ г/моль}$$

$$m(CaC_2) = 2,5 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 160 \text{ г}$$

Обчислимо масову долю CaC_2 у технічному карбіді кальцію (CaC_2 + домішки):

$$\omega(CaC_2) = \frac{m(CaC_2)}{m(CaC_2 + \text{домішки})} = \frac{160 \text{ г}}{200 \text{ г}} = 0,8 \text{ або } 80\%$$

$$\omega_{\text{домішок}} = 100\% - 80\% = 20\%$$

Відповідь: $\omega_{\text{домішок}} = 20\%$.

Задача 4. 13 г Барій хлориду з домішками калій хлориду розчинили у воді та додали надлишок сульфатної кислоти, внаслідок реакції отримали 11,65 г осаду. Обчисліть масову частку калій хлориду.

Дано:	Розв'язання Записуємо рівняння реакції
$m(BaCl_2 + KCl) = 13 \text{ г}$	
$m_{\text{осаду}} = 11,65 \text{ г}$	
$\omega(KCl) - ?$	
	$BaCl_2 + H_2SO_4 = 2HCl + BaSO_4 \downarrow$
	1 моль 11,65 г 1 моль

Осад буде утворюватися тільки при взаємодії $BaCl_2$, який прореагував з H_2SO_4 , з рівняння реакції бачимо, що:

$$\frac{v(BaSO_4)}{v(BaCl_2)} = \frac{1}{1}, \text{ тобто } v(BaSO_4) = v(BaCl_2) = \frac{m}{M}$$

$$M(BaSO_4) = 137 + 32 + 16 \cdot 4 = 233 \text{ г/моль}$$

$$v(BaSO_4) = \frac{11,65 \text{ г}}{233 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль}$$

$$v(BaCl_2) = 0,05 \text{ моль}$$

Знайдемо масу $BaCl_2$:

$$m(BaCl_2) = 137 + 35,5 \cdot 2 = 208 \text{ г/моль}$$

$$m(BaCl_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 208 \text{ г/моль} = 10,4 \text{ г}$$

Знайдемо масу калій хлориду:

$$m(KCl) = 11,65 \text{ г} - 10,4 \text{ г} = 2,6 \text{ г}$$

Обчислимо масову частку KCl у суміші:

$$\omega(KCl) = \frac{m(KCl)}{m(KCl + BaCl_2)} \cdot 100 = \frac{2,6 \text{ г}}{13 \text{ г}} \cdot 100 = 20\%$$

Відповідь: $\omega(KCl) = 20\%$.

Задача 5. Технічну каустичну соду масою 43 г розчинили у воді і додали надлишок магній хлориду, в результаті реакції випав осад масою 29г. Обчисліть масову частку домішок у каустичній соді.

Дано:	Розв'язання
$m(\text{техн. сода}) = 43 \text{ г}$	Формула каустичної соди $NaOH$, вона буде
$m(\text{осаду}) = 29 \text{ г}$	реагувати з $MgCl_2$:
$\omega_{\text{домішок}} = ?$	$ \begin{array}{c} x \qquad \qquad \qquad 29 \text{ г} \\ 2NaOH + MgCl_2 = Mg(OH)_2 \downarrow + 2NaCl \\ \text{2 моль} \qquad \qquad \qquad \text{1 моль} \end{array} $

По рівнянню реакції знайдемо кількість речовини $NaOH$, яка прореагувала:

$$\frac{\nu(NaOH)}{\nu(Mg(OH)_2)} = \frac{2}{1}$$

$$\nu(Mg(OH)_2) = \frac{m}{M}$$

$$M(Mg(OH)_2) = 24 + 2(16 + 1) = 58 \text{ г/моль}$$

$$\nu(Mg(OH)_2) = \frac{29 \text{ г}}{58 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu(NaOH) = 2 \cdot 0,5 \text{ моль} = 1 \text{ моль}$$

Обчислимо масу $NaOH$:

$$m(NaOH) = \nu \cdot M$$

$$M(NaOH) = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ г/моль}$$

$$m(NaOH) = 1 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 40 \text{ г}$$

Знайдемо масу домішок:

$$m_{\text{домішок}} = 43 - 40 = 3 \text{ г}$$

Обчислимо масову частку домішок:

$$\omega_{\text{домішок}} = \frac{m_{\text{домішок}}}{m_{\text{техн. соди}}} \cdot 100 = \frac{3}{43} \cdot 100 = 6,98\%$$

Відповідь: $\omega_{\text{домішок}} = 6,98\%$

3.4 Розв'язування задач на вихід продукту реакції

Схеми розрахунків за хімічними рівняннями ґрунтуються на законі збереження маси речовин і справджуються, якщо в реакцію вступають абсолютно чисті речовини і їхня взаємодія відбувається без втрат. Під час проведення будь-якого хімічного процесу відбувається втрата деякої кількості реагуючих речовин (наприклад, при проведенні лабораторних дослідів частина реактивів залишається на стінках пробірки), можуть бути втрати одержуваних речовин (наприклад, втрати одержуваних газів через не щільно підігнані деталі газовідвідної трубки). Ще більше втрати можливі на виробництві. Тому при одержанні необхідної маси (або об'єму) продукту реакції необхідно враховувати виробничі втрати, тобто обчислювати практичний вихід реакції і навпаки, за практичним виходом оочислювати маси (об'єми, кількість речовини) реагентів.

Маси (об'єми, кількість речовини) продуктів реакції, розраховані за рівнянням реакції, називаються теоретичним виходом, або кількісним виходом. Теоретичний вихід приймають за 100%, оскільки одержали продукти реакції більше цієї обчисленої величини неможливо. Маси (об'єми, кількість речовини) продуктів реакції, обчислені з урахуванням втрат, називаються практичним виходом. На практиці продуктів реакції завжди утворюється менше, ніж мало вийти відповідно до розрахунків, тому практичний вихід завжди менший за теоретичний вихід.

Формули, за якими обчислюється вихід реакції:

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

$$\eta = \frac{V_{\text{практ.}}}{V_{\text{теорет.}}} \cdot 100$$

$$\eta = \frac{\nu_{\text{практ.}}}{\nu_{\text{теорет.}}} \cdot 100$$

де:

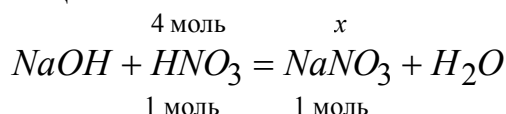
$m_{\text{практ.}}, V_{\text{практ.}}, \nu_{\text{практ.}}$ - маса, об'єм, кількість речовини-продукту, що вийшов практично;

$m_{\text{теор.}}, V_{\text{теор.}}, \nu_{\text{теор.}}$ - маса, об'єм або кількість речовини-продукту, обчислені теоретично (за рівнянням реакції).

Задача 1. На натрій гідроксид подіяли розчином, що містить нітратну кислоту масою 252 г. Обчисліть масу одержаної солі, якщо масова частка виходу становить 90%.

Дано: $m(HNO_3) = 252 \text{ г}$ $\eta = 90\%$ <hr/> $m_{\text{соли}} - ?$	Розв'язання Для розв'язання задачі необхідно обчислити кількість речовини HNO_3 , що вступила в реакцію $v(HNO_3) = \frac{m}{M}$ $M(HNO_3) = 1 + 14 + 16 \cdot 3 = 63 \text{ г/моль}$ $v(HNO_3) = \frac{252 \text{ г}}{63 \text{ г/моль}} = 4 \text{ моль}$
---	---

Запишемо рівняння реакції:



з рівняння реакції $\frac{v(HNO_3)}{v(NaNO_3)} = \frac{1}{1} = \frac{4}{x}$ $v(NaNO_3) = 4 \text{ моль}$

Знайдемо масу $NaNO_3$ - теоретичну: $m(NaNO_3) = v \cdot M$

$$M(NaNO_3) = 23 + 14 + 16 \cdot 3 = 85 \text{ г/моль}$$

$$m(NaNO_3) = 4 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 340 \text{ г} - \text{це теоретичний вихід}$$

$$\eta = \frac{m_{\text{практ.}}}{m_{\text{теорет.}}} \cdot 100 \qquad m_{\text{практ.}} = \frac{m_{\text{теорет.}} \cdot \eta}{100}$$

$$m_{\text{практ.}} = \frac{340 \text{ г} \cdot 90\%}{100} = 306 \text{ г}$$

Відповідь: $m(NaNO_3)_{\text{практ.}} = 306 \text{ г}$.

Інший тип задач із використанням поняття «практичний вихід» полягає в знаходженні мас реагентів, необхідних для одержання певної маси (об'єму) продукту реакції.

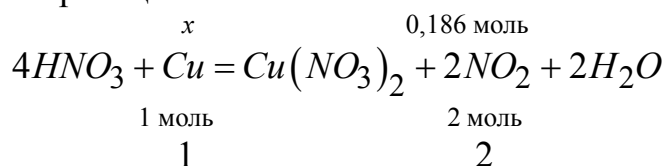
Задача 2. Обчисліть, яку масу міді потрібно взяти для реакції з надлишком концентрованої нітратної кислоти для одержання 4 л (н.у.) Нітроген(IV) оксиду, якщо об'ємна частка виходу Нітроген(IV) оксиду становить 96%.

Дано: $V(NO_2)_{\text{практ.}} = 4 \text{ л}$ $\eta(NO_2) = 96\%$ <hr/> $m(Cu) - ?$	Розв'язання Для розв'язання задачі необхідно обчислити теоретичний об'єм NO_2 , який міг бути одержаний за рівнянням реакції: $\eta = \frac{V_{\text{практ.}}}{V_{\text{теор.}}} \cdot 100; \quad V_{\text{теорет.}} = \frac{V_{\text{практ.}}}{\eta \cdot 100}$ $V(NO_2) = \frac{4 \text{ л}}{96\% \cdot 100} = 4,17 \text{ л}$
--	--

Необхідно обчислити кількість речовини NO_2 , що отримана за рівнянням реакції

$$v(NO_2) = \frac{V}{V_m} \quad v(NO_2) = \frac{4,17 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,186 \text{ моль}$$

Запишемо рівняння реакції:



$$\frac{v(Cu)}{v(NO_2)} = \frac{1}{2} = \frac{x}{0,186} \quad v(Cu) = \frac{0,186 \text{ моль}}{2} = 0,093 \text{ моль}$$

Знайдемо масу міді:

$$m(Cu) = v \cdot M$$

$$m(Cu) = 0,093 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 5,95 \text{ г}$$

Відповідь: $m(Cu) = 5,95 \text{ г}$.

Задача 3. Під час розкладу натрій нітрату було добуто 7,2 г кисню (н.у.). Відносний вихід газу від теоретично можливого становив 90%. Яку масу натрій нітрату було взято?

Дано: $m(O_2) = 7,2 \text{ г}$ $\eta(O_2) = 90\%$ $m(NaNO_3) - ?$	Розв'язання Для розв'язання задачі необхідно обчислити теоретичну масу кисню, який міг бути одержаний за рівнянням реакції
--	---

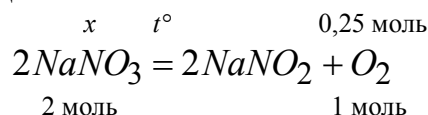
$$\eta = \frac{m_{\text{практ.}}}{m_{\text{теорет.}}} \cdot 100 \quad m_{\text{теорет.}} = \frac{m_{\text{практ.}}}{\eta \cdot 100}$$

$$m_{\text{теорет.}} = \frac{7,2 \text{ г}}{90\% \cdot 100} = 8 \text{ г}$$

Необхідно обчислити кількість речовини O_2 , що отримана за рівняння реакції:

$$v(O_2) = \frac{m}{M} = \frac{8 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

Запишемо рівняння реакції



$$\frac{v(O_2)}{v(NaNO_3)} = \frac{1}{2} = \frac{0,25}{x} \quad v(NaNO_3) = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ моль}$$

Знайдемо масу $NaNO_3$

$$NaNO_3 = v \cdot M$$

$$M(\text{NaNO}_3) = 23 + 14 + 16 \cdot 3 = 85 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = 0,5 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 42,5 \text{ г}$$

Відповідь: $m(\text{NaNO}_3) = 42,5 \text{ г}$

Ще один варіант задач – обчислення виходу реакції.

Задача 4. Із сульфур(VI) оксиду масою 40 г було отримано 45 г сульфатної кислоти. Обчисліть вихід реакції.

Дано:

$$m(\text{SO}_3) = 40 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{практ.}} = 45 \text{ г}$$

$$\eta(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

Розв'язання

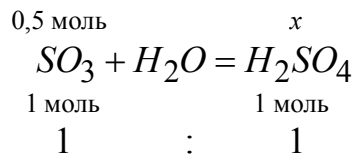
Для розв'язання задачі необхідно обчислити теоретичний вихід сульфатної кислоти (тобто масу кислоти за рівнянням реакції). Спочатку знайдемо кількість речовини Сульфур(VI) оксиду:

$$v(\text{SO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$M(\text{SO}_3) = 32 + 16 \cdot 3 = 80 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{SO}_3) = \frac{40 \text{ г}}{80 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

Запишемо рівняння реакції



$$\frac{v(\text{SO}_3)}{v(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1}{1} = \frac{0,5}{x} \quad v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ моль}$$

Визначимо теоретичну масу H_2SO_4 :

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = v \cdot M$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 49 \text{ г}$$

Знаходимо масову частку виходу продукту реакції

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

$$\eta(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{45 \text{ г}}{49 \text{ г}} \cdot 100 = 91,8\%$$

Відповідь: $\eta(\text{H}_2\text{SO}_4) = 91,8\%$

Задача 5. Із 357 г Алюмінію оксиду добуто 162 г алюмінію. Скільки становить ця маса металу (у відсотках) від теоретично розрахованої?

Дано:
 $m(Al_2O_3) = 357 \text{ г}$
 $m(Al)_{\text{практ.}} = 162 \text{ г}$

 $\eta_{Al} - ?$

Розв'язання

Для розв'язання задачі необхідно обчислити теоретичний вихід алюмінію (тобто масу алюмінію за рівнянням реакції).

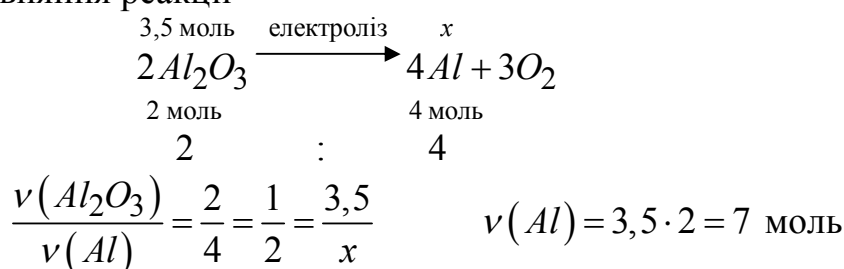
Спочатку знайдемо кількість речовини Al_2O_3

$$\nu(Al_2O_3) = \frac{m}{M}$$

$$M(Al_2O_3) = 27 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 102 \text{ г/моль}$$

$$\nu(Al_2O_3) = \frac{357 \text{ г}}{102 \text{ г/моль}} = 3,5 \text{ моль}$$

Записуємо рівняння реакції



Визначимо теоретичну масу Al :

$$m(Al) = \nu \cdot M$$

$$m(Al) = 7 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 189 \text{ г}$$

Знаходимо масову частку виходу продукту реакції:

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

$$\eta(Al) = \frac{162 \text{ г}}{189 \text{ г}} \cdot 100 = 85,7\%$$

Відповідь: $\eta(Al) = 85,7\%$.

Задача 6. Під час розкладу 33,75 г вапняку, що містить 80% кальцій карбонату за масою, утворилося 11,2 г кальцій оксиду. Обчисліть масову частку виходу продукту кальцій оксиду.

Дано:
 $m(CaCO_3 + \text{домішки}) = 33,75 \text{ г}$
 $\omega(CaCO_3) = 80\%$
 $m(CaO)_{\text{практ.}} = 11,2 \text{ г}$

 $\eta(CaO) - ?$

Розв'язання

Знайдемо масу чистого $CaCO_3$

$$\omega(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{m(CaCO_3 + \text{домішки})} \cdot 100$$

$$m(CaCO_3) = \frac{33,75 \text{ г} \cdot 80\%}{100} = 27 \text{ г}$$

Для розв'язання задачі необхідно обчислити теоретичний вихід кальцій оксиду (тобто масу оксиду за рівнянням реакції).

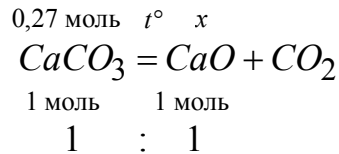
Спочатку знайдемо кількість речовини $CaCO_3$.

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 16 \cdot 3 = 100 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{27}{100} = 0,27 \text{ моль}$$

Записуємо рівняння реакції



$$\frac{\nu(\text{CaCO}_3)}{\nu(\text{CaO})} = \frac{1}{1} = \frac{0,27}{x} \quad \nu(\text{CaO}) = 0,27 \text{ моль}$$

Визначаємо теоретичну масу CaO :

$$m(\text{CaO}) = \nu \cdot M$$

$$M(\text{CaO}) = 40 + 16 = 56 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CaO}) = 0,27 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 15,12 \text{ г}$$

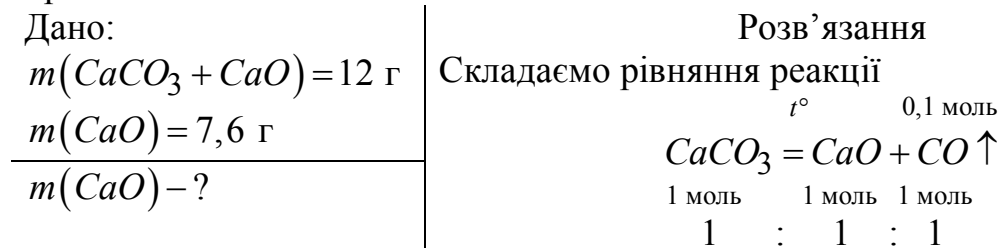
Знаходимо масову частку виходу продукту реакції:

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

$$\eta(\text{CaO}) = \frac{11,2 \text{ г}}{15,12 \text{ г}} \cdot 100 = 74,1\%$$

Відповідь: $\eta(\text{CaO}) = 74,1\%$.

Задача 7. Суміш кальцій карбонату і кальцій оксиду масою 12 г нагрівали до повного розкладу карбонату. В результаті отримали 7,6 г чистого кальцій оксиду. Обчисліть масу оксиду, що містився в суміші з карбонатом.



Обчислюємо масу CO_2 , який виділився при розкладі CaCO_3

$$m(\text{CO}_2) = 12 \text{ г} - 7,6 \text{ г} = 4,4 \text{ г}$$

Обчислюємо кількість речовини CO_2 :

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{m}{M}$$

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

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{4,4 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

З рівняння реакції розрахуємо кількість речовини CaCO_3 :

$$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = 0,1 \text{ моль}$$

Обчислюємо масу CaCO_3 :

$$m(\text{CaCO}_3) = \nu \cdot M$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 16 \cdot 3 = 100 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,1 \text{ моль} \cdot 100 \text{ г/моль} = 10 \text{ г}$$

Обчислюємо масу CaO , що містився у вихідній суміші:

$$m(\text{CaO}) = 12 \text{ г} - 10 \text{ г} = 2 \text{ г}$$

Відповідь: в суміші з CaCO_3 було 2 г CaO .

4. Розчини

Розчин – це однорідна (гомогенна) система, яка складається з двох або більше компонентів, відносна кількість яких може змінюватися у широких межах без порушення однорідності. Компонентами розчину є розчинник та розчинені в ньому речовини. Розчинник – це компонент розчину, агрегатний стан якого не змінюється при утворенні розчину, або вміст якого переважає над вмістом інших компонентів. Поняття розчинник і розчинена речовина є умовним. Основними параметрами стану розчину є температура, тиск та концентрація. Залежно від концентрації розчиненої речовини розчини поділяють на розведені та концентровані. Розведений розчин містить досить малу масу розчиненої речовини порівняно з масою розчинника. Здатність речовин розчинятися в тому чи іншому розчиннику за даних умов називають розчинністю. Розчин, який перебуває в стані рівноваги є речовиною, що розчиняється, називають насиченим розчином. Речовина є добре розчинною, якщо в 100 г води розчиняється більше 10 г речовини. Якщо розчиняється менше 1 г речовини – речовину називають малорозчинною; якщо розчиняється менше 0,01 г речовини – практично нерозчинною. Розчинність речовин залежить від природи розчинника та речовини, яка розчиняється, а також від умов розчинення (температури, тиску, концентрації, наявності інших розчинених речовин).

Чисельно склад розчинів виражається через концентрацію розчину (вміст розчиненої речовини в певній кількості розчинника або розчину).

Масова частка – відношення маси розчиненої речовини до загальної маси розчину. Виражається в долях одиниці або відсотках (%).

$$\omega_{\text{р-ну}} = \frac{m_{\text{р-ни}}}{m_{\text{р-ну}}}$$

де $m_{\text{р-ни}}$ - маса розчиненої речовини, $m_{\text{р-ну}}$ - маса розчину.

Молярна частка – відношення кількості розчиненої речовини в молях до сумарної кількості усіх молей компонентів розчину. Безрозмірна величина виражається у відсотках (%).

$$N_1 = \frac{\nu_1}{\nu_1 + \nu_2 + \dots + \nu_n}$$

де ν_1 - мольна доля даної речовини; $\nu_1 + \nu_2 + \dots + \nu_n$ - сума мольних долей всіх речовин у розчині.

Молярна концентрація розчину (молярність) – кількість моль речовини, розчиненої в 1 л розчину. Виражається в моль/л – 1 моль в 1 л (іноді записують 1М – одномолярний розчин).

$$C_{M_{\text{р-ни}}} = \frac{V_{\text{р-ни}}}{V_{\text{р-ну}}}$$

де $V_{\text{р-ну}}$ - об'єм розчину.

4.1 Приклади розв'язування типових задач

Задача 1. У розчині, маса якого 400 г, міститься 25 г натрій хлориду. Обчисліть масову частку натрій хлориду (%) в розчині.

Дано:	Розв'язання
$M(\text{р-ну}) = 400 \text{ г}$	$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{р-ну})} = \frac{25}{400} = 0,0625(6,25\%)$
$M(\text{NaCl}) = 25 \text{ г}$	
$w(\text{NaCl}) - ?$	

Відповідь: $w(\text{NaCl}) = 6,25\%$.

Задача 2. Натрій гідроксид, маса якого 10 г, розчинили в 120 мл води. Обчисліть масову частку лугу (%) в одержаному розчині.

Дано:	Розв'язання
$m(\text{NaOH}) = 10 \text{ г}$	1. Розрахуємо масу води за формулою $\rho(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{V(\text{H}_2\text{O})}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} \cdot 120 \text{ мл} = 120 \text{ г}$
$V(\text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ мл}$	
$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$	
$w(\text{NaOH}) - ?$	

2. Обчислимо масу розчину:

$$m(\text{р-ну}) = m(\text{NaOH}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 10 + 120 = 130 \text{ (г)}$$

3. Обчислимо масову частку NaOH в одержаному розчині:

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{р-ну})} = \frac{10}{130} = 0,077 \text{ (7,7\%)}$$

Відповідь: $w(\text{NaOH}) = 7,7\%$.

Задача 3. Обчисліть масу калій хлориду та об'єм води, які потрібно використати для приготування 0,2 кг розчину з масовою часткою солі 0,03.

<p>Дано:</p> <p>$m(\text{р-ну}) = 200 \text{ г}$</p> <p>$w(\text{KCl}) = 0,03$</p> <p>$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>$m(\text{KCl}) - ?$</p> <p>$V(\text{H}_2\text{O}) - ?$</p>	<p style="text-align: center;">Розв'язання</p> <p>1. За формулою $w(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{р-ну})}$ обчислимо масу солі, яка повинна бути у розчині:</p> <p style="text-align: center;">$m(\text{KCl}) = w(\text{KCl}) \times m(\text{р-ну}) = 0,03 \times 200 = 6(\text{г})$</p> <p>2. Обчислимо масу води в розчині:</p> <p style="text-align: center;">$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{р-ну}) - m(\text{KCl}) = 200 - 6 = 194(\text{г})$</p>
---	---

3. За формулою $\rho(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{V(\text{H}_2\text{O})}$ розрахуємо об'єм води:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} = \frac{194}{1} = 194(\text{мл})$$

Відповідь: $m(\text{KCl}) = 6 \text{ г}$; $V(\text{H}_2\text{O}) = 194 \text{ мл}$.

Задача 4. Обчисліть масову частку хлороводню (%) в розчині, який одержали доливанням 50 мл води до 200 мл хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 20%. Густина цього розчину – 1,098 г/мл.

<p>Дано:</p> <p>$V(\text{H}_2\text{O}) = 50 \text{ мл}$</p> <p>$V_1(\text{р-ну}) = 200 \text{ мл}$</p> <p>$w_1(\text{HCl}) = 20\%(0,2)$</p> <p>$\rho_1(\text{р-ну HCl}) = 1,098 \text{ г/мл}$</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>$w_2(\text{HCl}) - ?$</p>	<p style="text-align: center;">Розв'язання</p> <p>1. За формулою $\rho(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{V(\text{H}_2\text{O})}$ визначимо масу води:</p> <p style="text-align: center;">$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \times V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} \times 50 \text{ мл} = 50 \text{ г}$</p>
--	--

2. За формулою $\rho(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{р-ну})}{V(\text{р-ну})}$ обчислимо масу розчину хлороводню

(I):

$$m_1(\text{р-ну}) = \rho_1(\text{р-ну HCl}) \times V_1(\text{р-ну}) = 1,098 \text{ г/мл} \times 200 \text{ мл} = 219,6 \text{ г}$$

3. За формулою $w(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{р-ну})}$ визначимо масу хлороводню в розчині

(I):

$$m(\text{HCl}) = w_1(\text{HCl}) \times m_1(\text{р-ну}) = 0,2 \times 219,6 = 43,92(\text{г})$$

4. Обчислимо масу води:

$$m(H_2O) = \rho(H_2O) \times V(H_2O) = 1 \text{ г/мл} \cdot 50 \text{ мл} = 50 \text{ г}$$

5. Знайдемо масу утвореного (після доливання води) розчину (II):

$$m_2(\text{р-ну}) = m_1(\text{р-ну}) + m(H_2O) = 219,6 + 50 = 269,6 \text{ (г)}$$

6. За формулою $w(HCl) = \frac{m(HCl)}{m(\text{р-ну})}$ обчислимо масову частку хлороводню в одержаному розчині:

$$w_2(HCl) = \frac{m(HCl)}{m_2(\text{р-ну})} = \frac{43,92}{269,6} = 0,163 \text{ (16,3\%)}$$

Відповідь: $w_2(HCl) = 16,3\%$.

Задача 5. При частковому випаровуванні 300 г розчину калій хлориду з масовою часткою солі 15% одержали 140,6 г нового розчину. Обчисліть масову частку калій хлориду (%) в ньому.

Дано:

$$m_1(\text{р-ну}) = 300 \text{ г}$$

$$w_1(KCl) = 15\% \text{ (0,15)}$$

$$m_2(\text{р-ну}) = 140,6 \text{ г}$$

$$w_2(KCl) - ?$$

Розв'язання

1. За формулою $w(KCl) = \frac{m(KCl)}{m(\text{р-ну})}$ визначимо масу

солі у вихідному розчині:

$$m(KCl) = w_1(KCl) \times m_1(\text{р-ну}) = 0,15 \times 300 = 45 \text{ (г)}$$

2. Під час випаровування зменшилася маса розчину за рахунок води, яка випаровувалась; маса ж солі залишилася незмінною. За тою ж формулою обчислюємо масову частку солі в новому розчині:

$$w_2(KCl) = \frac{m(KCl)}{m_2(\text{р-ну})} = \frac{45}{140,6} = 0,32 \text{ (32\%)}$$

Відповідь: $w_2(KCl) = 32\%$.

Задача 6. У 0,5 л води розчинили 89,6 л хлороводню (н.у.). Обчисліть масову частку хлороводню (%) в одержаній хлоридній кислоті.

Дано:

$$V(H_2O) = 0,5 \text{ л} = 500 \text{ мл}$$

$$V(HCl) = 89,6 \text{ л}$$

$$w(HCl) - ?$$

Розв'язання

1. За формулою $\rho(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{V(H_2O)}$ обчислимо

масу води, яку використали для приготування розчину. $\rho(H_2O) = 1 \text{ г/мл}$:

$$m(H_2O) = \rho(H_2O) \cdot V(H_2O) = 1 \text{ г/мл} \times 500 \text{ мл} = 500 \text{ г}$$

2. Визначимо масу хлороводню. $V_M = 22,4 \text{ л/моль}$, $M(HCl) = 36,5 \text{ г/моль}$:

$$m(HCl) = \frac{M(HCl) \times V(HCl)}{V_M} = \frac{36,5 \times 89,6}{22,4} = 146 \text{ (г)}$$

3. Обчислюємо масу одержаного розчину:

$$m(\text{р-ну HCl}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HCl}) = 500 + 146 = 646 \text{ (г)}$$

4. Знаходимо масову частку HCl в одержаному розчині:

$$w(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{р-ну})} = \frac{146}{646} = 0,226 \text{ (22,6\%)}$$

Відповідь: $w(\text{HCl}) = 22,6\%$.

Задача 7. Обчисліть масу ферум(II) сульфату гептагідрату, яку потрібно використати для приготування розчину з масовою часткою ферум(II) сульфату 0,2.

Дано:

$$m(\text{р-ну}) = 228 \text{ г}$$

$$w(\text{FeSO}_4) = 0,2$$

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) - ?$$

Розв'язання

1. За формулою $w(X) = \frac{m(X)}{m(\text{р-ну})}$ обчислимо масу

солі в розчині:

$$m(\text{FeSO}_4) = w(\text{FeSO}_4) \times m(\text{р-ну}) = 0,2 \times 228 = 45,6 \text{ (г)}$$

2. Розрахуємо кількість речовини FeSO_4 . $M(\text{FeSO}_4) = 152 \text{ г/моль}$:

$$n(\text{FeSO}_4) = \frac{m(\text{FeSO}_4)}{M(\text{FeSO}_4)} = \frac{45,6}{152} = 0,3 \text{ (моль)}$$

3. Обчислимо кількість речовини ферум(II) сульфату гептагідрату. З хімічної формули кристалогідрату видно, що 1 моль його містить 1 моль ферум(II) сульфату:

$$n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{FeSO}_4) = 0,3 \text{ моль}$$

4. Обчислимо масу кристалогідрату кількості речовини 0,3 моль.

$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278 \text{ г/моль}$:

$$\begin{aligned} m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) &= n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \times M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 0,3 \times 278 = 83,4 \text{ (г)} \end{aligned}$$

Відповідь: $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 83,4 \text{ (г)}$.

Задача 8. У 120 г розчину купрум(II) сульфату з масовою часткою солі 25% розчинили 6 г мідного купоросу. Обчисліть масову (%) частку купрум(II) сульфату в одержаному розчині.

Дано:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 6 \text{ г}$$

$$m_1(\text{р-ну}) = 120 \text{ г}$$

$$w_1(\text{CuSO}_4) = 25\% (0,25)$$

$$w_2(\text{CuSO}_4) - ?$$

Розв'язання

1. За формулою $w(X) = \frac{m(X)}{m(\text{р-ну})}$ обчислимо

масу купрум(II) сульфату в початковому розчині:

$$\begin{aligned} m_1(\text{CuSO}_4) &= w_1(\text{CuSO}_4) \times m_1(\text{р-ну}) = \\ &= 0,25 \times 120 = 30 \text{ (г)} \end{aligned}$$

2. Знайдемо кількість речовини мідного купоросу.

$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль}$:

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{6}{250} = 0,024 \text{ (моль)}$$

3. Визначимо кількість речовини купрум(II) сульфату в складі мідного купоросу. З формули мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ видно, що 1 моль кристалгідрату містить 1 моль CuSO_4 . Отже,

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,024 \text{ моль}$$

4. Обчислимо масу 0,024 моль купрум(II) сульфату.

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль:}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = M(\text{CuSO}_4) \times n(\text{CuSO}_4) = 160 \times 0,024 = 3,84 \text{ (г)}$$

5. Розрахуємо масу одержаного розчину:

$$m_2(\text{р-ну}) = m_1(\text{р-ну}) + m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 120 + 6 = 126 \text{ (г)}$$

6. Обчислимо масу купрум(II) сульфату в одержаному розчині:

$$m_2(\text{CuSO}_4) = m_2(\text{CuSO}_4) + m(\text{CuSO}_4) = 30 + 3,84 = 33,84 \text{ (г)}$$

7. Визначимо масову частку солі в одержаному розчині:

$$w_2(\text{CuSO}_4) = \frac{33,84}{126} = 0,269 (26,9\%)$$

Відповідь: $w_2(\text{CuSO}_4) = 26,9\%$.

Задача 9. Обчисліть масу натрій сульфату в 400 мл розчину з молярною концентрацією солі 2 моль/л.

Дано:	Розв'язання
$V(\text{р-ну}) = 400 \text{ мл (0,4 л)}$	1. За формулою $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{V(\text{р-ну})}$
$C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ моль/л}$	обчислимо кількість речовини солі в розчині:
$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) - ?$	$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = C(\text{Na}_2\text{SO}_4) \times V(\text{р-ну}) = 2 \times 0,4 = 0,8 \text{ (моль)}$

2. За формулою $n = \frac{m}{M}$ обчислимо масу Na_2SO_4 .

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль:}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \times M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,8 \times 142 = 113,6 \text{ (г)}$$

Відповідь: $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 113,6$.

Задача 10. Обчисліть молярну концентрацію лугу у 800 мл розчину, який містить 84 г калій гідроксиду.

Дано:	Розв'язання
$V(\text{р-ну}) = 800 \text{ мл (0,8 л)}$	1. За формулою $n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$ обчислимо
$M(\text{KOH}) = 84 \text{ г}$	кількість речовини лугу в розчині.
$C(\text{KOH}) - ?$	
$M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль:}$	

$$n(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{84}{56} = 1,5 \text{ (моль)}$$

2. Обчислимо молярну концентрацію лугу в розчині:

$$C(\text{KOH}) = \frac{n(\text{KOH})}{V(\text{р-ну})} = \frac{1,5}{0,8} = 1,875 \text{ (моль)}$$

Відповідь: $C(\text{KOH}) = 1,875$ моль.

Задача 11. Насичений при 40°C розчин, маса якого 80 г, містить 10,4 г калій сульфату. Обчисліть:

- 1) кількість речовини води в розчині;
- 2) масову частку калій сульфату (%);
- 3) розчинність солі.

Дано:	Розв'язання
$m(\text{р-ну}) = 80 \text{ г}$	1. Обчислюємо масу води в розчині:
$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 10,4 \text{ г}$	$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ну}) - m(\text{K}_2\text{SO}_4) =$
$n(\text{H}_2\text{O}) - ?$	$= 80 - 10,4 = 69,6 \text{ (г)}$
$w(\text{K}_2\text{SO}_4) - ?$	2. Знайдемо кількість речовини води.
$k_S^{40^\circ}(\text{K}_2\text{SO}_4) - ?$	$M(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{69,6}{3,9} = 18 \text{ (г/моль)}$

3. Обчислимо масову частку солі в розчині:

$$w(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{K}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ну})} = \frac{10,4}{80} = 0,13(13\%)$$

4. Визначимо розчинність солі. Складемо пропорцію:

у 69,9 г H_2O розчиняється 10,4 г K_2SO_4 ,

а в 100 г H_2O - x г K_2SO_4

$$\frac{69,6}{100} = \frac{10,4}{x}$$

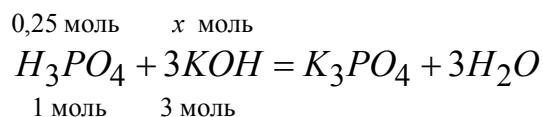
$$x = 14,94 \text{ г}$$

Відповідь: $n(\text{H}_2\text{O}) = 3,9$ моль; $w(\text{K}_2\text{SO}_4) = 13\%$; $k_S^{40^\circ}(\text{K}_2\text{SO}_4) = 14,94$ г.

Задача 12. Обчисліть об'єм розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10% ($\rho = 1,08$ г/мл), необхідний для повної нейтралізації 24,5 г ортофосфатної кислоти.

Дано:	Розв'язання
$w(\text{KOH}) = 10\%$	1. Розрахуємо кількість речовини H_3PO_4 .
$\rho(\text{р-ну}) = 1,08 \text{ г/мл}$	$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ г/моль}$:
$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 24,5 \text{ г}$	$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{M(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{24,5}{98} = 0,25 \text{ (моль)}$
$V(\text{р-ну}) - ?$	

2. Напишемо рівняння хімічної реакції:



З рівняння випливає така пропорція: 1 моль H_3PO_4 відповідає 3 моль KOH , а 0,25 моль H_3PO_4 - x молям KOH

$$x = \frac{3 \times 0,25}{1} = 0,75 \text{ (моль)}$$

4. За формулою $n = \frac{m}{M}$ обчислимо масу 0,75 моль KOH .

$M(KOH) = 56 \text{ г/моль}$:

$$m(KOH) = n(KOH) \times M(KOH) = 0,75 \times 56 = 42 \text{ (г)}$$

5. За формулою $w(X) = \frac{m(X)}{m(\text{р-ну})}$ визначимо масу розчину калій

гідроксиду:

$$m(\text{р-ну}) = \frac{m(KOH)}{w(KOH)} = \frac{42}{0,1} = 420 \text{ (г)}$$

6. За формулою $\rho(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{р-ну})}{V(\text{р-ну})}$ обчислимо об'єм розчину KOH :

$$V(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{р-ну})}{\rho(\text{р-ну})} = \frac{420}{1,08} = 388,9 \text{ (мл)}$$

Відповідь: $V(\text{р-ну}) = 388,9 \text{ мл}$.

Задача 13. Розчинність магній сульфату та температури 85° C становить 65 г на 100 г води. Визначте масу безводної солі, яку можна одержати при випаровуванні 340 г такого насиченого розчину.

Дано:

$$m(\text{р-ну}) = 340 \text{ г}$$

$$k_S^{85^\circ}(MgSO_4) = 65 \text{ г}$$

$$m(MgSO_4) - ?$$

Розв'язання

1. Розчинність магній сульфату при 85° C становить 65 г на 100 г води. Отже, в кожних 100 г води максимально може розчинитися 65 г солі. Маса цього розчину становить:

$$m(\text{р-ну}) = m(MgSO_4) + m(H_2O) = 65 + 100 = 165 \text{ (г)}$$

2. Складемо пропорцію: 165 г розчину містить 65 г $MgSO_4$, а 340 г розчину - x г $MgSO_4$.

$$\frac{165}{340} = \frac{65}{x}$$

$$x = 134 \text{ г}$$

Відповідь: $m(MgSO_4) = 134 \text{ г}$.

- в) менше в 15 моль озону.
16. Число атомів у 3 моль хлоридної кислоти та 3 моль хлору:
- однакове;
 - більше в 3 моль хлоридної кислоти;
 - більше в 3 моль хлору.
17. Число атомів у 12 моль сульфатної кислоти та 12 моль міді:
- однакове;
 - менше в 12 моль міді;
 - менше в 12 моль сульфатної кислоти.
18. Число атомів у 0,1 моль фтору та 0,1 моль озону:
- однакове;
 - більше у 0,1 моль фтору;
 - більше у 0,1 моль озону.
19. Число атомів у 2 моль нітратної кислоти та 2 моль азоту:
- однакове;
 - більше в 2 моль нітратної кислоти;
 - більше в 2 моль азоту.
20. Число атомів у 20 моль кріптону та 20 моль сірчаного газу (сульфур(IV) оксиду):
- однакове;
 - більше в 20 моль сірчаного газу;
 - більше в 20 моль кріптону.

Тестові завдання №3

1. Вкажіть кількість речовини, яка міститься в порції натрій гідроксиду масою 8 г:
- | | |
|--------------|--------------|
| а) 0,5 моль; | в) 0,2 моль; |
| б) 1 моль; | г) 2 моль. |
2. Вкажіть кількість речовини Фосфор(V) оксиду масою 14,2 г:
- | | |
|--------------|-------------|
| а) 0,1 моль; | в) 1 моль; |
| б) 0,5 моль; | г) 10 моль. |
3. Обчисліть, якій кількості речовини відповідає ортофосфатна кислота масою 245 г:
- | | |
|---------------|--------------|
| а) 0,25 моль; | в) 25 моль; |
| б) 2 моль; | г) 2,5 моль. |
4. Обчисліть, якій кількості речовини відповідає Ферум(III) гідроксид масою 160,5 г:
- | | |
|--------------|------------|
| а) 15 моль; | в) 2 моль; |
| б) 1,5 моль; | г) 1 моль. |
5. Вкажіть кількість речовини Кальцій нітрату масою 492 г:
- | | |
|--------------|-------------|
| а) 3 моль; | в) 30 моль; |
| б) 0,3 моль; | г) 13 моль. |
6. Вкажіть кількість речовини Калій ортофосфату масою 106 г:

20. Вкажіть молярну масу речовини, 12 моль якої мають масу 1176 г:
а) 980 г/моль; в) 588 г/моль;
б) 98 г/моль; г) 11,76 г/моль.
21. Обчисліть і вкажіть, якій масі відповідає амоніак об'ємом 4,48 л (н.у.)?
а) 34 г; в) 3,4 г;
б) 17 г; г) 170.
22. Обчисліть об'єм Карбон(IV) оксиду (н.у.) масою 220 г:
а) 112 л; в) 224 л;
б) 11,2 л; г) 1120 л.
23. Обчисліть, якій масі відповідає водень об'ємом 67,2 л (н.у.):
а) 60 г; в) 12 г;
б) 0,6 г; г) 6 г.
24. Обчисліть об'єм Сульфур(IV) оксиду (н.у.) масою 256 г:
а) 179,2 г; в) 89,6 л;
б) 8,96 г; г) 44,8 л.
25. Обчисліть, якій масі відповідає кисень об'ємом 10,08 л:
а) 128 г; в) 144 г;
б) 14,4 г; г) 12,8 г.
26. Обчисліть об'єм Нітроген(III) оксиду (н.у.) масою 7,6 г:
а) 22,4 л; в) 1,12 л;
б) 2,24 л; г) 3,36 л.
27. Обчисліть, якій масі відповідає Карбон(II) оксид об'ємом 156,8 л (н.у.):
а) 196 г; в) 98 г;
б) 19,6 г; г) 140 г.
28. Обчисліть об'єм Сульфур(VI) оксиду (н.у.) масою 16 г:
а) 44,8 л; в) 2,24 л;
б) 4,48 л; г) 3,36 л.
29. Обчисліть, якій масі відповідає Нітроген(IV) оксид об'ємом 89,6 л:
а) 207 г; в) 18,4 г;
б) 92 г; г) 184 г.
30. Обчисліть об'єм фтору (н.у.) масою 190 г:
а) 112 л; в) 11,2 л;
б) 22,4 л; г) 89,6 л.
31. Густина газу за воднем дорівнює – 14, його молярна маса:
а) 7 г/моль; в) 28 г/моль;
б) 14 г/моль; г) 42 г/моль.
32. Густина газу за повітрям дорівнює 1,1; його молярна маса:
а) 32 г/моль; в) 64 г/моль;
б) 29 г/моль; г) 80 г/моль.
33. Густина газу за фтором дорівнює 0,895, його молярна маса:
а) 38 г/моль; в) 34 г/моль;
б) 51 г/моль; г) 3,4 г/моль.
34. Густина газу за гелієм дорівнює 9,125; його молярна маса:

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1) 11,2 л Нітроген(II) оксиду; | A) $3,6 \cdot 10^{24}$ атомів; |
| 2) 0,448 л азоту; | B) $12,0 \cdot 10^{24}$ атомів; |
| 3) 224 л кисню; | B) $2,3 \cdot 10^{24}$ атомів; |
| 4) 67,2 л хлору | Г) $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів; |
| | Д) $2,4 \cdot 10^{22}$ атомів. |

1 – Г; 2 – Д; 3 – Б; 4 – А.

45. Установіть відповідність між масою газу та його об'ємом (н.у.):

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| 1) 9 г Нітроген(II) оксиду; | A) 235,2 л; |
| 2) 27,2 г амоніаку; | Б) 6720 мл; |
| 3) 462 г Карбон(IV) оксиду; | B) 548,8 л; |
| 4) 833 г сірководню; | Г) 35,84 л; |
| | Д) 358,4 мл. |

1 – Б; 2 – Г; 3 – А; 4 – В.

46. Установіть відповідність між об'ємом газу та його масою:

- | | |
|-------------------------------|------------|
| 1) 224 мл хлору; | A) 84,0 г; |
| 2) 0,448 л кисню | Б) 15,0 г; |
| 3) 67,2 л азоту | B) 0,64 г; |
| 4) 11,2 л Нітроген(II) оксиду | Г) 0,71 г; |
| | Д) 0,24 г. |

1 – Г; 2 – В; 3 – А; 4 – Б.

47. Установіть відповідність між хімічною формулою газу та його відносною густиною за гелієм:

- | | |
|--------------------|----------|
| 1) CH_4 ; | A) 8,5; |
| 2) SO_2 ; | Б) 4; |
| 3) PH_4 ; | B) 16; |
| 4) NH_3 ; | Г) 7; |
| | Д) 4,25. |

1 – Б; 2 – В; 3 – А; 4 – Д.

48. Установіть відповідність відносною густиною газу за повітрям та його хімічною формулою:

- | | |
|----------|-----------------------|
| 1) 2,45; | A) Сульфур(VI) оксид; |
| 2) 0,55; | Б) Карбон(IV) оксид; |
| 3) 2,76; | B) Холр; |
| 4) 1,52; | Г) Метан; |

1 – В; 2 – Г; 3 – А; 4 – Б.

49. Установіть відповідність характеристик амоніаку:

- | | |
|----------------------------------|----------|
| 1) відносна молекулярна маса; | A) 4,48; |
| 2) об'єм 0,2 моль; | Б) 17; |
| 3) відносна густина за повітрям; | B) 0,76; |
| 4) густина; | Г) 0,6. |

1 – Б; 2 – А; 3 – Д; 4 – В.

50. Установіть відповідність характеристик Сульфур(VI) оксиду:

- | | |
|-------------|--------|
| 1) густина; | A) 56; |
|-------------|--------|

- | | |
|--------------------------------|----------|
| 2) відносна густина за гелієм; | Б) 3,6; |
| 3) молярна маса; | В) 44,8; |
| 4) об'єм моль; | Г) 40; |
| | Д) 80. |
- 1 – Б; 2 – Г; 3 – Д; 4 – А.

5.2 Задачі

Суміші

1. При взаємодії суміші кальцій карбонату та кальцій сульфату масою 200 г з надлишком нітратної кислоти виділилось 39,42 л газу (н.у.). Визначте масу кальцій сульфату в суміші.

2. При нагріванні суміші калій нітрату і калій фосфату масою 150 г одержали кисень об'ємом 13,44 л (н.у.). Визначте масову частку калій нітрату у вихідній суміші.

3. При нагріванні суміші амоній нітрату і калій карбонату масою 150г одержали 33,6 л нітроген(І) оксиду (н.у.). Визначте масову частку калій карбонату у вихідній суміші.

4. 10 г суміші, яка містить натрій карбонат та натрій ортофосфат, обробили надлишком розчину нітратної кислоти. Виділилося 1,12 л газу (н.у.). Обчисліть масову частку натрій ортофосфату у вихідній суміші.

5. На суміш натрій карбонату і калій нітрату масою 20,7 г подіяли надлишком хлоридної кислоти, внаслідок чого виділилося 2,24 л карбон(IV) оксиду (н.у.). Обчисліть масову частку калій нітрату у вихідній суміші.

6. Суміш кальцій хлориду і натрій хлориду масою 280,5 г розчинили у воді, після чого додали надлишок натрій карбонату, випав осад масою 200 г. Обчисліть масову частку натрій хлориду у вихідній суміші.

7. Суміш кремнію і вуглецю масою 52 г спалили, внаслідок реакції виділилося 44,8 л газу (н.у.). Обчисліть масову частку кремнію у вихідній суміші.

8. Суміш карбон(II) оксиду і карбон(IV) оксиду об'ємом 22,4 л (н.у.) пропустили через шар вуглецю, внаслідок чого об'єм газів збільшився в 1,5 раз. Визначте об'ємні частки газів у вихідній суміші.

9. Суміш магній сульфату і кальцій нітрату масою 28,4 г розчинили у воді та додали надлишок розчину барій хлориду. Випав осад масою 23,3 г. Визначте масові частки солей у вихідній суміші.

10. Суміш калій хлориду і калій нітрату масою 17,55 г розчинили у воді та додали розчин аргентум нітрату, внаслідок чого випав осад масою 14,35 г. Визначте масові частки солей у вихідній суміші.

На вихід продукту від теоретичного

1. При взаємодії гідроксиду натрію масою 4 г з хлоридом амонію виділився амоніак об'ємом 2 л (н.у.). Який вихід продукту реакції від теоретично можливого.

2. Суміш водню з азотом, що містить азот об'ємом 67,2 л (н.у.) пропустили над нагрітим каталізатором. Утворився амоніак об'ємом 112 л. Визначте об'ємну частку виходу продукту від теоретичного.

3. Для реакції з воднем взяли 25,4 г йоду. Було одержано 2,56 г гідроген йодиду. Обчисліть відносний вихід продукту реакції.

4. При нагріванні 68 г натрій нітрату утворилося 4,48 л кисню (н.у.). Обчисліть відносний вихід продукту реакції.

5. При прожарюванні вапняку масою 80 г утворилося 16,128 л газу (н.у.). Обчисліть відносний вихід продукту реакції.

6. У результаті взаємодії 31 г кальцій ортофосфату з достатньою кількістю сульфатної кислоти добуто 14,7 г ортофосфатної кислоти. Визначте відносний вихід продукту реакції.

7. Обчисліть вихід продукту реакції, якщо внаслідок пропускання 33,6 л карбон(IV) оксиду (н.у.) через надлишок розчину натрій гідроксиду утворилося 111,3 г натрій карбонату.

8. При розкладанні амоній хлориду масою 107 г одержано амоніак об'ємом 38 л (н.у.). Обчисліть об'ємну частку виходу амоніаку.

9. Натрій карбонат масою 90 г повністю розчинився в сульфатній кислоті, при цьому утворився газ об'ємом 15,2 л. Визначте відносний вихід продукту реакції.

10. Під час алюмотермії (алюміній узятो з надлишком) 220 г ферум(III) оксиду, що містить домішки міді, одержали 145,6 г заліза. Визначте масову частку(%) домішок міді в оксиді.

11. Яку масу ортофосфатної кислоти можна отримати із фосфор(V) оксиду масою 586 кг, якщо вихід продукту реакції становить 75%?

12. Обчисліть об'єм гідрогенхлориду, який утворився внаслідок дії надлишку сульфатної кислоти на натрій хлорид масою 292,5 г, якщо вихід продукту реакції становить 65%.

13. Обчисліть масу цинку, необхідного для одержання водню об'ємом 10 л (н.у.) при реакції із сульфатною кислотою, якщо вихід реакції становить 78%.

14. Яку масу амоніаку можна одержати, нагріваючи суміш амоній хлориду масою 20 г та кальцій гідроксиду, якщо вихід реакції становить 95%.

15. Який об'єм амоніаку затратили для реакції з достатньою кількістю ортофосфатної кислоти, якщо отримали 111,75 г амоній ортофосфату? Вихід продуктів реакції становить 75%.

Надлишок

1. Визначте масу (г) цинк сульфїду, яку можна отримати при нагрїваннї 10 г цинку та 10 г сїрки.

2. Залїзо масою 14 г спалили в атмосферї хлору об'ємом 11,2 л (н.у.). Яку масу ферум(III) хлориду було добуто? Чи весь хлор вступив в реакцію? Якщо нї, то який об'єм його залишився?

3. Амонїй сульфат масою 16,5 г нагрїли з 12 г натрїй гїдроксиду. Який об'єм амонїаку (н.у.) буде добуто? Чи залишиться пїсля реакції один із реагентів? Якщо так, то який саме? Обчислїть масу його залишку.

4. Яку масу кальцій силїкату можна одержати при сплавляннї кальцій карбонату масою 50 г і силїцій(IV) оксиду масою 120 г?

5. Для проведення реакції використали 411 г барїю і 44,8 л азоту (н.у.). Які речовини можна виявити пїсля закінчення реакції? Вкажїть їх масу.

6. Обчислїть масу осаду, який утворюється внаслідок взаємодїї натрїй хлориду масою 25 г та аргентум нїтрату масою 51 г. Чи залишиться пїсля реакції один з реагентів? Обчислїть масу його залишку.

7. До 535 г амонїй хлориду додали 600 г калїй гїдроксиду та сумїш нагрїли. Який об'єм амонїаку отримали внаслідок реакції? Яка речовина залишиться пїсля реакції, обчислїть її масу.

8. Магнїй масою 72 г прореагував з азотом об'ємом 33,6 л (н.у.), обчислїть масу речовини, що утворилась. Чи залишиться пїсля реакції один з реагентів?

9. Обчислїть масу осаду, який утворився внаслідок взаємодїї барїй нїтрату масою 1044 г та калїй сульфату масою 1000 г. Яка речовина залишиться пїсля реакції, обчислїть її масу.

10. Яка маса солї утвориться пїд час взаємодїї розчину калїй гїдроксиду масою 11,2 г та сульфур(IV) оксиду об'ємом 4,48 л (н.у.)? Яка речовина залишиться пїсля реакції? Обчислїть масу цієї речовини.

Література

1. Хомченко Г.П. Посібник з хімії для вступників до ВУЗів Київ «Викладач», 1999 р. – 480с.
2. Хомченко Г.П., Хомченко І.Г. Збірник задач з хімії для вступників до вищих навчальних закладів. Київ «А.С.К», 2004р. – 311с.
3. Зеленева О.Т. Хімія. Довідник школяра і студента. Донецьк «БАО», 2004 р. – 558с.
4. Попель П.П. Хімія 9кл. Експериментальний підручник. Київ, «Академія», 2001р. – 222 с.
5. Рейтер Л.Г., Степаненко О.М., Басов В.П. Теоретичні розділи загальної хімії. Київ. «Каравела», 2003р. – 342с.
6. Неділько С.А., Попель П.П. Загальна й неорганічна хімія. Задачі та вправи. Київ «Либідь», 2001р. – 397с.
7. Березан О. Збірник задач з хімії. Тернопіль «Підручники і посібники», 2003р. – 318с.
8. Чокан Л.О. Хімія. Методичні вказівки для самостійної роботи по виконанню контрольних завдань для слухачів факультету до вузівської підготовки. Одеса, ОДЕКУ, 2006 р. -26 с.
9. Титаренко Н.В. Хімія. Повний курс. Універсальний довідник для випускників та абітурієнтів. – К: Літера ЛТД, 2011.
10. Березан О. Хімія: Комплексна підготовка до ЗНО/О.Березан. – Тернопіль: Підручники та посібники, 2013. – 384 с.

Методичні вказівки
з дисципліни «Хімія»
розділ «Обчислення в хімії»
для слухачів-громадян України
підготовчого відділення

a.

Укладачі:

ст. викладач кафедри довузівської підготовки Чокан Л.О.

Подп. до друку
Условн. печат. лист.

Формат 60 x 84 / 16
Тираж

Папір офсетний
Заст. №

Надруковано з готового оригінал-макету

Одеський державний екологічний університет
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15
