

## Обчислення з використанням газових законів

В основі розв'язування задач даного типу лежать газові закони: закон Авогадро, закон Бойля-Маріотта, закон Гей-Люссака, рівняння Менделєєва – Клапейрона.

**Закон Бойля – Маріотта:** при сталій температурі тиск, що спричиняє дана маса газу, обернено пропорційний об'єму газу.

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad \text{або} \quad pV = \text{const}$$

**Закон Гей-Люссака (1):** при сталому тиску об'єм газу змінюється прямо пропорційно абсолютній температурі:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{або} \quad \frac{V}{T} = \text{const}$$

**Об'єднаний газовий закон** виражає залежність між об'ємом газу, тиском і температурою (об'єднує закони Бойля – Маріотта та Гей-Люссака):

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0};$$

де  $p_0, V_0, T_0$  – тиск, об'єм та температура за нормальних умов,  
 $p, V, T$  – тиск, об'єм та температура за інших умов

**Нормальні умови:**  $p_0 = 101,3 \text{ кПа} = 1 \text{ атм.} = 760 \text{ мм рт. ст.}$   
 $T_0 = 273 \text{ К.}$

**Стандартні умови:**  $p_0 = 101,3 \text{ кПа} = 1 \text{ атм.} = 760 \text{ мм рт. ст.}$   
 $T_0 = 298 \text{ К.}$

$$\varphi = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{газ.сум})}; \quad \varphi - \text{об'ємна частка}$$

**Рівняння Менделєєва – Клапейрона**

$$pV = \nu RT, \quad \nu = \frac{m}{M}; \quad pV = \frac{m}{M} RT$$

$R$  – універсальна газова стала,

$R = 8,31 \text{ кДж/моль} \cdot \text{К} = 0,082 \text{ л} \cdot \text{атм/моль} \cdot \text{К} = 62630 \text{ мл} \cdot \text{мм рт.ст./ моль} \cdot \text{К}$

**Закон Гей-Люссака (2):** об'єми реагуючих і утворених газоподібних речовин відносяться між собою як прості цілі числа або коефіцієнти в рівняннях реакцій:

$$V_1 : V_2 : V_3 = \nu_1 : \nu_2 : \nu_3$$

**Алгоритм обчислення об'ємних відношень газів**

**за рівнянням хімічної реакції**

Послідовність дій	Приклади виконаних дій
1) Прочитайте текст задачі	Обчисліть об'єм (н.у.) кисню, необхідний для реакції з карбон (II) оксидом об'ємом 20 л.
2) Запишіть скорочено умову задачі	<i>Дано:</i> $V(\text{C O}_2) = 20\text{л}$ <i>Знайти:</i> $V(\text{O}_2) - ?$
3) Складіть рівняння реакції	$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2$
4) Підкресліть формули речовин, про які йдеться в умові задачі	<u>2CO</u> + O <sub>2</sub> = 2 CO <sub>2</sub>
5) Надпишіть над підкресленими формулами числові значення відомого об'єму, під формулами – числові значення об'ємів, які впливають з даного рівняння реакції та відповідають коефіцієнтам	$\begin{array}{ccccccc} 20\text{л} & & \text{хл} & & & & \\ \hline \underline{2\text{CO}} & + & \text{O}_2 & = & 2\text{CO}_2 & & \\ 2 & & 1 & & & & \end{array}$
6) Складіть відношення та обчисліть об'єм газу в літрах	$\frac{20}{2} = \frac{x}{1}; \quad x = \frac{20}{2} = 10 \text{ (л)}$
6) Запишіть відповідь	<i>Відповідь:</i> $V(\text{O}_2) = 10\text{л}$

### Алгоритм 2

1. Обчислити об'єми реагуючих і утворених речовин.
2. Обчислити співвідношення об'ємів речовин.
3. Записати рівняння реакції окиснення речовини.
4. Перенести в рівняння реакції коефіцієнти.
5. Визначити число атомів елементів у речовині.
6. Записати формулу речовини.

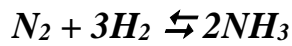
### Приклад 7

Обчислити об'єм азоту і водню, необхідних для синтезу амоніаку ( $\text{NH}_3$ ) об'ємом  $60 \text{ м}^3$ .

Дано:

$$V(\text{NH}_3) = 60 \text{ м}^3$$

Розв'язання:



$$\nu(\text{N}_2) : \nu(\text{H}_2) : \nu(\text{NH}_3) = 1 : 3 : 2$$

$$V(\text{N}_2) : V(\text{H}_2) : V(\text{NH}_3) = 1 : 3 : 2$$

$$x : y : 60 = 1 : 3 : 2$$

$$x : 60 = 1 : 2; x = 30 \text{ (л)}$$

$$y : 60 = 3 : 2; y = 90 \text{ (л)}$$

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

Відповідь: об'єм азоту 30 л, об'єм водню 90 л.

### Приклад 8

За нормальних умов 1 г повітря займає об'єм 773 мл. Який об'єм займе та ж маса повітря при  $0^\circ\text{C}$  та тиску, рівному 93,3 кПа?

Дано:

$$m(\text{пов}) = 1 \text{ г}$$

$$V_0(\text{пов}) = 0,773 \text{ л}$$

$$t = 0^\circ\text{C}$$

$$p = 93,3 \text{ кПа}$$

$$V(\text{пов}) - ?$$

Розв'язання:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0}; V = \frac{p_0V_0T}{pT_0};$$

$$V = \frac{101,3 \cdot 0,773 \cdot 273}{93,3 \cdot 273} = 0,84 \text{ (л)}$$

Відповідь: об'єм повітря 0,84 л.