

Молярний об'єм газів. Закон Авогадро. Обчислення відносної густини газів

Молярний об'єм газу – це об'єм 1 моль газу. Ця величина залежить від температури й тиску. Її традиційно виражають у л/моль, або м³/моль.

За нормальних умов (н.у. - 0°C, 101,3 кПа) молярний об'єм ідеального газу становить 22,4 л/моль (число Авогадро). Цю константу позначають V_m і називають **молярним об'ємом газу**.

Молярний об'єм газу – це відношення об'єму газу до відповідної кількості речовини:

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

де V – об'єм газу; n – кількість речовини газу.

З цієї формули можна вивести формулу для визначення **кількості речовини**:

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

Алгоритм обчислення об'єму газу за відомою кількістю речовини

Послідовність дій	Приклади виконаних дій
1) Прочитайте текст задачі	Обчисліть об'єм кисню кількістю речовини 3 моль.
2) Запишіть скорочено умову задачі	<i>Дано:</i> $n(\text{O}_2) = 3$ моль <i>Знайти:</i> $V(\text{O}_2) - ?$
3) Напишіть формулу зв'язку між кількістю речовини, молярним об'ємом і об'ємом газу:	$n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m}$

$n = \frac{V}{V_m}$	
4) Знайдіть математичний вираз для об'єму	$V(O_2) = n(O_2) \cdot V_m$
5) Обчисліть за формулою об'єм, враховуючи, що V_m для всіх газів за н.у. складає 22,4 л/моль	$V(O_2) = 3 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} =$ $= 67,2 \text{ л}$
6) Запишіть відповідь	Відповідь: $V(O_2) = 67,2 \text{ л}$

Стала Авогадро (N_A) – кількість частинок в 1 моль будь-якої речовини. Це число стала величина і дорівнює $6,02 \cdot 10^{23}$. Стала Авогадро має розмірність моль⁻¹.

Число структурних частинок речовини – це добуток сталої Авогадро на кількість речовини:

$$N_o = N_A \cdot n$$

Кількість речовини визначається як відношення числа структурних частинок до сталої Авогадро: $n = \frac{N_o}{N_A}$

Закон Авогадро: в однакових об'ємах різних газів за однакових умов міститься однакова кількість молекул.

Разом з тим 1 моль будь-якого газу містить однакову кількість молекул. Отже, за однакових умов 1 моль будь-якого газу займає один і той же об'єм. Цей об'єм називається **мольним об'ємом** газу і за нормальних умов становить 22,4 л/моль.

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

Алгоритм обчислення числа структурних частинок речовини за відомою масою

Послідовність дій	Приклади виконаних дій
1) Прочитайте текст	Скільки молекул міститься в 6,4г сірки?

задачі	
2) Запишіть скорочено умову задачі	<p><i>Дано:</i></p> $m(S) = 6,4\text{г}$ <p><i>Знайти:</i></p> $N_0(S) - ?$
3) Напишіть формулу зв'язку між кількістю речовини, числом структурних частинок та сталою Авогадро та формулу зв'язку між кількістю речовини, масою та молярною масою.	$n = \frac{N_0}{N_A}; \quad n = \frac{m}{M}$
4) Прирівняйте ліву та праву частини формул та виведіть число структурних частинок із знайденого співвідношення.	$\frac{N_0}{N_A} = \frac{m}{M}, \text{ звідси } N_0 = \frac{N_A \cdot m}{M}$
5) Обчисліть за формулою число структурних частинок, пам'ятаючи, що стала Авогадро становить $6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.	$N_{(\text{молекул})} = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 6,4\text{г}}{32\text{г} / \text{моль}} = 1,2 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$
6) Запишіть відповідь	<p><i>Відповідь:</i> $N(\text{молекул}) = 1,2 \cdot 10^{23}$.</p>

Оскільки 1 моль (за н.у.) займає об'єм 22,4 л, то, знаючи масу 1 л газу (за н.у.), можна обчислити молярну масу цього газу:

$$M = Vm \cdot \rho,$$

де ρ – густина, тобто маса 1 л даного газу (за н.у.)

Відносна густина газу *одного газу (X) за другим (Y) позначається* $D_X(Y)$.
Це безрозмірна величина, яка обчислюється відношенням маси певного газу до маси такого самого об'єму іншого газу, взятих за однакових температури і тиску.

$$D_X(Y) = \frac{M(Y)}{M(X)};$$

Відносна густина деякого газу (Y) за воднем буде обчислюватись за формулою $D_{H_2}(Y) = \frac{M(Y)}{M(H_2)};$

Відносна густина деякого газу (Y) за повітрям буде обчислюватись за формулою:

$$D_{\text{пов}}(Y) = \frac{M(Y)}{M(\text{пов})};$$

Повітря – це суміш газів, тому підставляємо значення середньої молярної маси повітря – $M(\text{пов})=29$ г/моль.

Відносна густина газової суміші – відношення середньої молярної маси цієї суміші до молярної маси газу, за яким її визначають:

$$D_X(\text{газов. суміші}) = \frac{M_{\text{сер.газ.сум.}}}{M(X)}$$

Середня молярна маса газової суміші $M_{\text{сер. газ. сум.}}$ дорівнює сумі добутків молярної маси газу на його мольну частку (χ) (чи об'ємну частку (ϕ)) в складі газової суміші:

$$M_{\text{сер. газ. суміші}} = M_1\chi_1 + M_2\chi_2 + \dots$$

або $M_{\text{сер. газ. суміші}} = M_1\phi_1 + M_2\phi_2 + \dots$

Мольна частка (χ) – це відношення кількості речовини одного компонента суміші до суми кількостей речовини усіх складових суміші:

$$\chi = \frac{\nu(A)}{\nu(\text{заг})};$$

$$\nu(\text{заг}) = \nu(A) + \nu(B) + \dots$$

Об'ємна частка (ϕ) – це відношення об'єму газу одного з компонентів суміші до суми об'ємів газів усіх компонентів суміші (об'єму газової суміші):

$$\varphi = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{газ. сум.})};$$

$$V(\text{газ. сум.}) = V(A) + V(B) + \dots$$

Приклад 5

Обчислити відносну густину карбон (IV) оксиду за повітрям.

Дано:

CO₂

Розв'язання:

$$D_{\text{пов}}(Y) = \frac{M(Y)}{M(\text{пов})}; \quad M(\text{пов}) = 29 \text{ г/моль}; \quad M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$$

$$D_{\text{пов}}(\text{CO}_2) = \frac{44}{29} = 1,52$$

D_{пов}(CO₂) - ?

Відповідь: відносна густина CO₂ за повітрям дорівнює 1,52.

Приклад 6

Обчислити густину за воднем газової суміші, що містить 0,4 об'ємних частки вуглекислого газу, 0,3 об'ємних частки нітроген (IY) оксиду і 0,3 об'ємних частки азоту.

Дано:

$\varphi(\text{CO}_2) = 0,4$

$\varphi(\text{NO}_2) = 0,3$

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

Розв'язання:

$$D_{\text{H}_2}(\text{сум.}) = \frac{M_{\text{с.газ.сум.}}}{M(\text{H}_2)};$$

1. Яка середня молярна маса газової суміші?

$$M_{\text{сер.}}(\text{сум.}) = M(\text{CO}_2) \cdot \varphi(\text{CO}_2) + M(\text{NO}_2) \cdot \varphi(\text{NO}_2) + M(\text{N}_2) \cdot \varphi(\text{N}_2)$$

$$M_{\text{сер.}}(\text{сум.}) = 44 \cdot 0,4 + 46 \cdot 0,3 + 28 \cdot 0,3 = 39,8 \text{ (г/моль)}$$

2. Яка відносна густина суміші за воднем?

$$D_{\text{H}_2}(\text{газ. сум.}) = \frac{39,8}{2} = 19,9$$

D_{H₂} (суміші)-

?

Відповідь: відносна густина газової суміші за воднем дорівнює 19,9.