Занятие № 2

Тема:

- Закон Авогадро. Молярный объем и относительные плотности газов. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
- Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева
- Строение атомов: физический смысл порядкового номера элемента, массовое число атомов, изотопы
- Строение электронной оболочки атома.

Закон Авогадро. Молярный объем и относительные плотности газов. Уравнение

Закон Авогадро

- При одинаковых внешних условиях расстояние между молекулами различных газов одинаковы

В равных объемах (V) различных газов при одинаковых внешних условиях (температуре T и давлении P) содержится одинаковое число молекул (N) (Закон Авогадро, 1811 г.).

$$\text{Если } \left.\begin{array}{l} V_1 = V_2 \\ T_1 = T_2 \\ P_1 = P_2 \end{array}\right\}, \quad \text{то } N_1 = N_2,$$

Первое следствие из закона Авогадро

Одинаковое число молекул различных газов при одинаковых условиях занимает одинаковый объем:

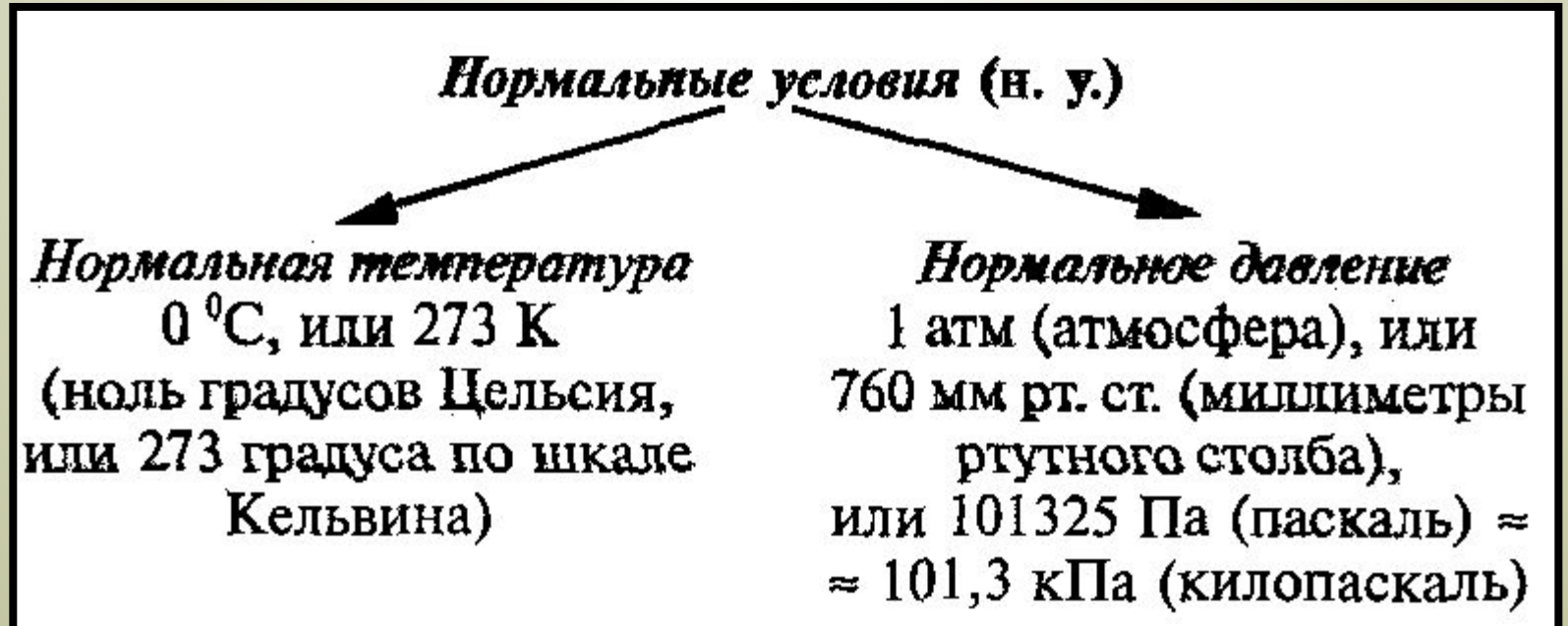
$$\text{Если } \left.\begin{array}{l} N_1 = N_2 \\ T_1 = T_2 \\ P_1 = P_2 \end{array}\right\}, \quad \text{то } V_1 = V_2$$

Следовательно, **объем одного моля любого газа (т. е. $6{,}02 \cdot 10^{23}$ молекул) при определенных внешних условиях есть величина постоянная.**

Первое следствие из закона Авогадро

- Молярный объем –объем, который занимает один моль любого газа.

Молярный объем газа зависит от температуры и давления.



Первое следствие из закона Авогадро

Молярный объем любого газа при н.у. равен 22,4 л/моль.

$$V_M(\text{газа})_{н.у.} = 22{,}4 \text{ л/моль}$$

Зная молярный объем газа V_M, можно рассчитать объем V любого количества *n* и любой массы *m* газа:

$$V = V_M \cdot n$$

$$V = V_M \cdot \frac{m}{M}$$

Первое следствие из закона Авогадро

- Задача

Какой объем при н. у. занимают: а) 2 моль любого газа; б) 7 г азота N_2?

а)

Решение:

$V = V_м \cdot n =$

$= 22{,}4$ л/моль $\cdot$ 2 моль $= 44{,}8$ л

б)

Решение:

$M_r(N_2) = 28$; $M(N_2) = 28$ г/моль

$$V(N_2) = V_м \cdot \frac{m}{M} = 22{,}4 \text{ л/моль} \cdot \frac{7 \text{ г}}{28 \text{ г/моль}} =$$

$= 5{,}6$ л

Второе следствие из закона Авогадро

Второе следствие используется для расчета относительных плотностей газов.

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad \rho\ (\text{газа}) = \frac{M(\text{газа})}{V_м}$$

Отношение плотностей этих газов $\rho(X)/\rho(Y)$ называется **относительной плотностью газа X по газу Y** и обозначается $D_Y(X)$:

$$D_Y(X) = \frac{\rho(X)}{\rho(Y)} = \frac{M(X) \cdot V_м}{V_м \cdot M(Y)} = \frac{M(X)}{M(Y)}$$

Второе следствие из закона Авогадро

Относительная плотность одного газа по другому газу равна отношению их молярных или относительных молекулярных масс (так как M и M_r численно равны):

$$D_Y(X) = \frac{M(X)}{M(Y)} = \frac{M_r(X)}{M_r(Y)}$$

Относительная плотность любого газа X по водороду равна:

$$D_{H_2}(X) = \frac{M_r(X)}{M_r(H_2)} = \frac{M_r(X)}{2}$$

относительная плотность любого газа X по воздуху равна:

$$D_{возд.}(X) = \frac{M_r(X)}{M_r(возд.)} = \frac{M_r(X)}{29}$$

Второе следствие из закона Авогадро

- Задача

Чему равна относительная плотность углекислого газа CO_2 по: а) водороду; б) воздуху?

а)

$$D_{H_2}(CO_2) = \frac{M_r(CO_2)}{M_r(H_2)} = \frac{44}{2} = 22;$$

б)

$$D_{возд.}(CO_2) = \frac{M_r(CO_2)}{M_r(возд.)} = \frac{44}{29} \approx 1{,}5.$$

Уравнение объединенного газового закона

- Уравнение объединенного газового закона

$$\frac{P \cdot V}{T} = \frac{P_н \cdot V_н}{T_н}$$

$$V_н = \frac{P \cdot V \cdot T_н}{P_н \cdot T}$$

- При температуре 127°С (400 К) и давлении 3 атм некоторая масса газа занимает объем 1 л. Приведите этот объем к нормальным условиям.

Решение.

$$V_н = \frac{3 \text{ атм} \cdot 1 \text{л} \cdot 273 \text{ К}}{1 \text{ атм} \cdot 400 \text{ К}} \approx 2{,}05 \text{ л}$$

Уравнение Клапейрона-Менделеева

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad \text{или} \quad P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Единицы измерения давления и объема	Численное значение и ед. измерения R
Па, $м^3$	8,314 Дж/моль • К
атм, л	0,082 л • атм/моль • К
мм рт. ст., л	62,4 л • мм рт. ст./моль • К

Объемная доля газа в смеси

$$\varphi(\text{газа}) = \frac{V(\text{газа})}{V(\text{смеси})} \text{ или } \varphi\%(\text{газа}) = \frac{V(\text{газа})}{V(\text{смеси})} \cdot 100\%$$

Например, объемные доли кислорода и азота в атмосферном воздухе равны приблизительно 21% и 78% соответственно.

Задачи

Сколько молекул углекислого газа находится в 1 л воздуха, если объемная доля CO_2 составляет 0,03% (условия нормальные)?

Определите объем, который занимают 0,07 кг азота N_2 при 21°С и давлении 142 кПа.