

Dr. Varga Imre
egyetemi docens
ELTE TTK Kémiai Intézet

Gázok

Avogadro törvénye, relatív sűrűség, ideális gáztörvény

Kulcsfogalmak

Avogadro törvénye:

Azonos nyomáson (p) és hőmérsékleten (T) a gázok térfogata csak a gázmolekulák számától függ, és független a gázok anyagi minőségétől.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{Adott } T \text{ és } p \text{ esetén; } V \text{ a gáz térfogata, } n \text{ pedig a gáz anyagmennyisége.}$$

Minden gáz moláris térfogata azonos.

Standard állapotban (25 °C, 101,3 kPa): $V_m=24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$.

Normál állapotban (0 °C, 101,3 kPa): $V_m=22,21 \text{ dm}^3/\text{mol}$.

Gázok relatív sűrűsége:

$$d = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{M_2}{M_1} \quad \text{Ahol } \rho \text{ a gáz sűrűsége, } M \text{ pedig a moláris tömege.}$$

Ideális gázok állapotegyenlete:

$$pV = nRT \quad \text{Ahol } R=8,31 \text{ J/Kmol az egyetemes gázállandó, } T \text{ az abszolút hőmérséklet K-ben, } V \text{ a térfogat m}^3\text{-ben és } p \text{ a nyomás Pa-ban megadva.}$$

1. feladat

Adott két tartály. Az egyik térfogata 2 dm^3 , és tudjuk, hogy $16,3 \text{ g}$ hidrogént tartalmaz. A másik tartály térfogata 10 dm^3 , és 1306 g ismeretlen gázt tartalmaz. A két tartály ugyanabban a helységben áll, és a tartályokban a gázok nyomása megegyezik. Milyen gázt tartalmaz a nagyobb tartály, és mekkora térfogatú standard állapotú gázt tudunk belőle kiengedni?

Hidrogén

$$V_1 = 2,00 \text{ dm}^3$$

$$p_1$$

$$T_1$$

$$m_1 = 16,3 \text{ g}$$

Ismeretlen

$$V_2 = 10,0 \text{ dm}^3$$

$$p_2$$

$$T_2$$

$$m_2 = 1306 \text{ g}$$

$$p_1 = p_2$$
$$T_1 = T_2$$

1. tartály:

Ismert a gáz kémiai minősége (H_2) és tömege

$$n_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} = \frac{16,3 \text{ g}}{2,0 \text{ g/mol}} = 8,15 \text{ mol H}_2$$

2. tartály:

Azonos T és p (Avogadro törvénye)

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_2 = \frac{V_2}{V_{\text{H}_2}} n_{\text{H}_2} = \frac{10,0 \text{ dm}^3}{2,00 \text{ dm}^3} 8,15 \text{ mol}$$
$$= 40,75 \text{ mol ismeretlen gáz}$$

1. feladat

Ismeretlen

$$V_2 = 10,0 \text{ dm}^3$$

$$p_2$$

$$T_2$$

$$m_1 = 1306 \text{ g}$$

$$n_2 = 40,75 \text{ mol ismeretlen gáz}$$

Mekkora térfogatú standard állapotú gázt tudunk kiengedni a 2. tartályból?

A standard moláris térfogat: $V_{std} = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$

$$V_{std,2} = n_2 V_{std} = 40,75 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 998 \text{ dm}^3$$

Milyen gázt tartalmaz a tartály?

$$M_2 = \frac{m_2}{n_2} = \frac{1036 \text{ g}}{40,75 \text{ mol}} = 32,0 \text{ g/mol}$$



Oxigén (O_2)

2. feladat

Egy tartályban egy gáz halmazállapotú szénhidrogén található. A szénhidrogén oxigénre vonatkoztatott relatív sűrűsége 0,875. Milyen gázt tartalmaz a tartály?

Gázok relatív sűrűsége:

$$d = \frac{M_2}{M_1} \quad M_2 = dM_1 = 0,875 \cdot 32,0 \frac{g}{mol} = 28,0 \frac{g}{mol}$$

Az ismeretlen gáz csak szenet és hidrogént tartalmaz. Nézzük meg maximum hány szénatomot tartalmazhat egy molekula:

$$n_{C,max} = \frac{M_2}{M_C} = \frac{28 \text{ g/mol}}{12 \text{ g/mol}} = 2,33$$

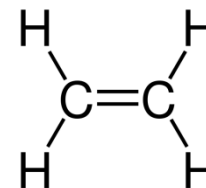


2 db szénatom/molekula

$$n_H = \frac{M_2 - M_C}{M_H} = \frac{(28 - 2 \cdot 12) \text{ g/mol}}{1 \text{ g/mol}} = 4$$



Etén



3. feladat

Két tartályt egy vékony (elhanyagolható térfogatú) cső köt össze. Az egyik tartály térfogata $5,00 \text{ dm}^3$ a másiké $10,0 \text{ dm}^3$. A két tartály összesen $5,00 \text{ mol}$ gázt tartalmaz. A kisebb térfogatú gáztartályt $-10,0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük, míg a nagyobb gáztartályt $+100 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítjük. Mekkora lesz a nyomás, és mennyi gázt tartalmaznak a tartályok?

$$\begin{array}{l} V_1 = 5,00 \text{ dm}^3 \\ p_1 \\ t_1 = -10^\circ\text{C} \\ n_1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} V_2 = 10,0 \text{ dm}^3 \\ p_2 \\ t_2 = 100^\circ\text{C} \\ n_2 \end{array}$$

$$p_1 = p_2$$

$$T_1 = 273 - 10 = 263\text{K}$$

$$T_2 = 273 + 100 = 373\text{K}$$

Ideális gáz állapotegyenletét felhasználva:

$$pV = nRT$$

$$\frac{p}{R} = \frac{nT}{V} = \text{állandó}$$

$$\frac{n_1 T_1}{V_1} = \frac{n_2 T_2}{V_2}$$

$$\begin{array}{l} n_0 = n_1 + n_2 = 5 \text{ mol} \\ n_2 = n_0 - n_1 \end{array}$$

$$\frac{n_1 T_1}{V_1} = \frac{(n_0 - n_1) T_2}{V_2}$$

$$n_1 = \frac{\frac{T_2}{V_2}}{\frac{T_1}{V_1} + \frac{T_2}{V_2}} n_0 = 2,07 \text{ mol}$$

3. feladat

Két tartályt egy vékony (elhanyagolható térfogatú) cső köt össze. Az egyik tartály térfogata $5,00 \text{ dm}^3$ a másiké $10,0 \text{ dm}^3$. A két tartály összesen $5,00 \text{ mol}$ gázt tartalmaz. A kisebb térfogatú gáztartályt $-10,0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük, míg a nagyobb gáztartályt $+100 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítjük. Mekkora lesz a nyomás, és mennyi gázt tartalmaznak a tartályok?

$$\begin{aligned} V_1 &= 5,00 \text{ dm}^3 \\ p_1 \\ t_1 &= -10^\circ\text{C} \\ n_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= 10,0 \text{ dm}^3 \\ p_2 \\ t_2 &= 100^\circ\text{C} \\ n_2 \end{aligned}$$

$$p_1 = p_2$$

$$T_1 = 273 - 10 = 263 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 100 = 373 \text{ K}$$

$$n_1 = 2,07 \text{ mol}$$

$$n_2 = n_0 - n_1$$

$$n_2 = 5,00 \text{ mol} - 2,07 \text{ mol} = 2,93 \text{ mol}$$

Mekkora lesz a nyomás?

$$pV = nRT$$

$$p = \frac{n_1 RT_1}{V_1}$$

$$p = \frac{2,07 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}} \cdot 263 \text{ K}}{5,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 905 \text{ kPa}$$